OBJAVLJENI NAUČNI RADOVI

Dr Milana Dimitrijevića
(četvrti deo)

Priredili: Dr Milan Dimitrijević
Dr Slaviša Milisavljević

Beograd, 2013

Proc. IV Serbian-Bulgarian Astronomical Conference,
Belgrade 21–24 April 2004,
eds. M. S. Dimitrijević, V. Golev, L. Č. Popović, M. Tsvetkov,
Publ. Astron. Soc. "Rudjer Bošković" No 5, 2005, 51 - 58 *Invited lecture*

FULLERENES AND ASTRONOMY

M. S. DIMITRIJEVIĆ
Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade 74, Serbia
E–mail mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu

Abstract. The astrophysically motivated investigations of the chemistry of carbon stars resulted with the discovery of the C_{60} molecule, first and the most interesting representative of fullerenes molecules. Here is presented a review of astronomical researches connected with fullerenes as for example the search for interstellar and circumstellar ones or presence of such molecules in meteorites brechias of impact craters on Earth and impact traces on spacecrafts. Also, their connection with the problem of the diffuse interstellar and circumstellar absorption lines is discussed. Particular attention is payed to the search for polyynes in interstellar space which resulted in the formulation of investigation of chemistry of carbon stars and in discovery of fullerenes.

1. INTRODUCTION

Possibilities which provides the new C_{60} molecule and variety of the possible new compounds with this molecule as the basis, will result possibly in the birth of a new chemistry. The basic impulse, resulting with the discovery of this new molecule, came from astrophysics, from the attempt to explain the origin of unexplained bands and lines in emission and absorption spectra from interstellar space. It was first of all the intensive absorption band at 217 nm. It was supposed that its origin is connected with small graphite particles (Hufman, 1977). Also a group of interstellar diffuse absorption lines in the visible part of the spectrum, was an unexplainable puzzle for more than 70 years (Hufman, 1977; Herbig, 1975; Krätschmaher et al, 1990a). There were as well several intensive emission bands, with polycyclic aromatic hydrocarbons as carriers (Léger et al, 1984; Allamandola et al, 1985).

We will present shortly here, the development of investigations related to the astrophysical spectra, motivating researches resulting in the discovery of fullerenes.

2. INTERSTELLAR MOLECULES

The development of interstellar spectroscopy was particularly stimulated by the question of the origin of life on Earth. Chemists and biologists belived that a lot of complex organic molecules in the warm sea of the young Earth is needed for that. In 1923., russian scientist A. I. Oparin, supposed that the spontaneous creation of the first primitive single-celled organisms two billion years ago, was the result of the accumulation of biologically important molecules in microscopic coloidal droplets. But

which is the origin of such complex organic molecules? Charles Townes, who in the 1964 obtained the Nobel Prize for the invention of the maser, discovered with coworkes (Cheung et al, 1968) in 1968 the ammonia molecule (NH_3) in space. The ammonia molecules in interstellar space, coming from a dense cloud lying in the direction of the galactic center, were discovered with the help of the microwave radiation with a wavelength of 1.25 cm, observed by the Hat Creek radio telescope. It was the first polyatomic molecule (a molecule with more than two atoms) found in the interstellar space, and it was only the beginning. During the next three years approximately twenty molecules have been identified in the interstellar space, water, formaldehyde, hydrogen cyanide, and acetylene among them. The astrochemistry was born, and it was the beginning of the identification of more and more complex organic molecules in space.

It was assumed that the majority of the observed molecules originate in a series of reactions between molecular ions and molecules, combined with reactions on the surfaces of interstellar dust particles (Turner, 1989).

3. CARBON ATOM CHAINES - POLYYNES IN INTERSTELLAR SPACE

The new breakthrough in the investigation of the interstellar polyatomic molecules was when Barry Turner, an astronomer at the National Radio Astronomy Observatory at Green Bank in West Virginia detected microwave signals identified as due to cyanoacetylene HC_3N. The fact that interstellar clouds where such complex organic molecules have been found, are in the same time the places of the condensation of new stars with planetary systems, was in favour of the hypothesis that complex organic molecules, needed for the creation of life, were present in the warm sea of the young Earth, and that they are maybee of cosmic origin. The question was if even more complex molecules are present in interstellar space. Namely the last identified complex molecule belonged to the carbon chain molecules of the general form HC_nN (where n is equal to or larger than three), named cyanopolyynes (see e. g. Bell et al, 1982; Čelebonović, 1992). But in order to answer on this question one needs the good knowledge of their microwave spectra, and exotic cosmic conditions held the promise of the presence of molecules which are not present on Earth and which have not been synthesized in laboratories.

In 1975, Harry Kroto, a young chemistry lecturer at the University of Sussex, who was an expert in microwave spectroscopy, was very interested by the problem of organic molecules in space. Together with his colleague David Walton, he decided to investigate the existence of cyanobutadiyne (HC_5N) in interstellar clouds. An undergraduate student Antony Alexander, was engaged to synthesize cyanobutadiyne under Kroto and Walton's supervision, in order to measure its microwave spectrum and search for similar signals in space. Alexander synthesized cyanobutadiyne and measured its microwave spectrum between 26.5 and 40.0 gigahertz (Alexander et al, 1976). Than, Kroto asked his colleague Takeshi Oka from Ontario in Canada, and Oka with Lorne Avery, Norman Broten and John MacLeod, with the help of Kroto's data discovered HC_5N in Sagittarius B2 using the 43-metre diameter radio telescope

at Algonquin Park in Ontario (Avery et al, 1976).

Does in interstellar space exists and more complexe molecule cyanohexatriyne HC_7N? Kroto and Walton engaged a new graduate student Colin Kirby to synthesize this molecule. It was not an easy task but after a lot of difficulties it was done (Kirby et al, 1980) and the result enabled to identify and this molecule in space (Kroto et al, 1978). How far one can continue in this manner? It was obvious that an attempt to synthesize further members of the series will be an extremely difficult task. But Oka suggested to estimate the microwave spectrum of HC_9N molecule by extrapolation on the basis of the properties of preceeding members of the series. This attempt was successful and this molecule (Broten et al, 1978) and soon $HC_{11}N$ (Bell et al, 1982) as well, joined to the list of molecules identified in space.

4. CHEMISTRY OF THE CARBON STARS AND DISCOVERY OF FULLERENES

It was of little probability that chains of carbon atoms originate in ion - molecule reactions as it is with simpler molecules. Polyynes and small carbon clusters have been found not only in interstellar clouds (C_3) but as well in the shell around carbon star IRC+10^o216 (Turner, 1989). Kroto (1981) assumed that the source of carbon chain molecules and clusters are carbon rich red giant stars, which by radiation pressure pour in interstellar space dust containing carbon grains, mostly in the form of amorphous graphite. Kroto (1982) supposed that carbon chains may be synthesized in reactions between carbon clusters made by the vaporization of graphite from carbon grains, and simpler molecules. Together with Robert Curl and Richard Smalley, Kroto formulated a project on the simulation of carbon star chemistry and included also students Jim Heath and Sean O'Brien. The result of this project was the synthesis of C_{60} (Kroto et al, 1985) which led to the Nobel prize for Chemistry for Kroto, Curl and Smalley in 1996. They showed that by laser vaporization of graphite, carbon clusters C_n with n from 1 up to 190 are formed, with C_{60} as dominant one (Kroto et al, 1987). Due to the similarity of the structure of C_{60} and domes constructed by the architect Buckminster Fuller, such clusters obtained the name buckminsterfullerenes or simply fullerenes.

It is interesting that Andrew Kaldor from an oil company in New Jersey obtained molecules C_{60} and C_{70} during plasma graphite formation, still in 1984, but has not remarked and identified them on the spectrogram (Cheush, 1999).

Krätschmer et al. (1990)demonstrated that in sooth obtained by electric arc with graphite electrodes with helium as the working gas, are present C_{60} and C_{70}. The fullerenes are a new cristal allotropic modification of the carbon, besides graphite and diamond.

We have also hiperfullerenes with onion type structure where e.g. a C_{60} molecule is within C_{240}. This one within C_{540} and this one within C_{960}. Such multishell fullerenes or buckyonions suggested by Kroto and McKay (1988) are firstly synthetized in laboratory by Ugarte (1992, 1993)

In the spherically symmetrical vacuum hole within a C_{60} molecule, one can put different atoms and ions. For example Weiss et al. (1988), obtained with an arc

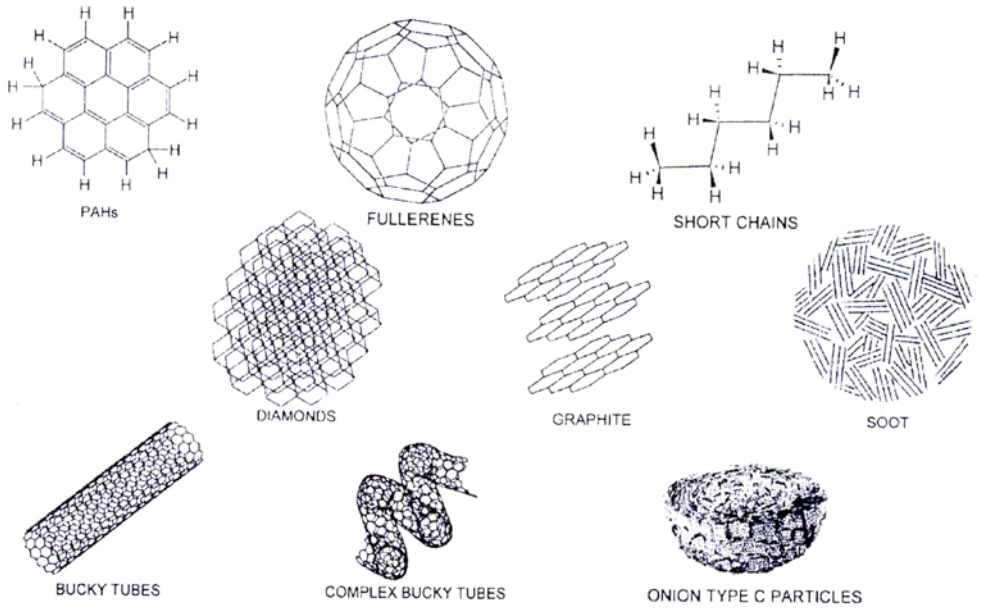


Figure 1: Some of the various forms of carbon that are likely present in gaseous and solide state in the interstellar matter and in solar system material (from Ehrenfreund and Charnley, 2000).

where kalium nitrate has been added to graphite electrodes, that some of K atoms finished in C_{60} molecules and the new compound is named $K@C_{60}$. One of interesting properties of complex carbon forms is also possibility of six angles graphite structure to form nanotubes (see Ebbesen and Ajayan, 1992). Consequently, carbonaceous dust in the interstellar medium may show strong diversity. In Fig. 1 (from Ehrenfreund and Charnley, 2000) are shown the chemical structures of some carbon compounds that are likely present in space.

Later, C_{60} and C_{70} have been identified on Earth in shock produced brechias of the Sudbury impact structure in Ontario (Becker et al, 1994), and in the geological strata of the Cretaceous-Tertiary and the Permian-Triassic boundary layers, associated with bolide impacts (Becker, 1999; Becker et al, 2000, 2001, Botta and Bada, 2002; Pizzarellos et al, 2001). Fullerenes have been detected as well in an impact crater on a spacecraft (Di Brozolo et al, 1994) and in meteorites (see de Vries et al, 1993; Becker et al, 1993; Foing and Ehrenfreund, 1997, Becker and Bunch, 1997; Becker, 1999 and Becker et al. 1999).

The presence of carbon onions in acid residues of the Allende meteorite (see e.g. Ehrenfreund and Charnley, 2000)suggested that higher fullerenes or nanotubes may be present in meteorites. In this meteorite Becker et al. (1999) have found C_{100} and C_{400}. The higher fullerenes have also been isolated from the Murchinson carbonaceous residue, and measurements of noble gases (helium, neon, and argon) in both

the Murchinson and Allende fullerenes by Becker et al. (2000) indicate that these molecules are extraterrestrial in origin.

It was supposed that hydrogen may inhibite the fullerenes growth mechanisms so that one should search C_{60} in hydrogen depleted space regions (Goeres and Sedlmayr, 1992). It has been shown in Gerhardt et al. (1987) however, that fullerenes may be formed when H and O are present. It has been pointed out as well (Kroto and Jura, 1992) the formation of fullerenes in space in relation to carbon dust.

Fullerenes may be formed in small amounts in envelopes of R Coronae Borealis stars (Goeres and Sedlmayr, 1992). Theoretical models show the possible formation of fullerenes in the diffuse interstellar gas with the help of formation of C_2-C_{10} chains from C^+ insertion, ion-molecule reactions, and neutral-neutral reactions (Bettens and Herbst, 1996, 1997).

Interstellar hydrogenated fulleranes (molecules such as family $C_{60}H_m$, m=1,2,...) have been discussed in Webster (1995), and C_{60}^+H was proposed to be most abundant of such molecules in space (Kroto and Jura, 1992). Iglesias-Groth and Breton (2000) suggested that suitable astronomical targets to search for fullerenes are not only carbon stars but also post-AGB stars, protoplanetary nebulae and dusty regions in the Galaxy.

5. DIFFUSE INTERSTELLAR BANDS, SPECTRA AND FULLERENES

One of the great unsolved astrophysical problems is the problem of the identification of the Diffuse Interstellar Bands (DIB) carriers (see Herbig, 1995 for a review). It was proposed in Kroto et al. (1985) and Leger et al. (1988) that the ion C_{60} is a possible DIB carrier. Foing and Ehrenfreund (1994, 1997) searched for C_{60}^+ in the diffuse medium in the infrared. They found two diffuse bands at 957.7 nm and 963.2 nm, in the spectra of 7 carbon rich stars, and in 1997 they proved that the positions of these bands in stellar spectra are coincident within 0.1 percent with laboratory measurements of C_{60}^+ in neon matrix, obtained by Fullara et al. (1993). This was the first evidence of the possible presence of C_{60}^+ around carbon rich stars.

This result motivated Moutou et al. (1999) to use ISO data to search for 7.1 and 7.5 micrometers vibrational emission lines of C_{60}^+ in NGC 7023. They placed an upper limit on C_{60}^+ in NGC 7023 of ¡ 0.3% of interstellar carbon (Moutou et al, 1999; see also Sellgren, 2001). Searches for C_{60} in the interstellar matter througth its UV absorption band at 386 nm, have placed limits of ¡ 0.01% of cosmic carbon abundance in C_{60} (Snow and Seab, 1989; Somerville and Bellis, 1989).

Garcia-Lario et al. (1999) attribute the 21 micrometer dust features observed in the C-rich protoplanetary nebula IRAS 16594-4656 to fullerenes, which may be formed during dust fragmentation. However, many different carrier species have been proposed for this broad strong emission band (e.g. Webster, 1991, 1993, 1995; Hill et al, 1998, see also Ehrenfreund and Charnley, 2000).

Another family of fullerenes which could be relevant to clarify the origin of the DIBs and the unidentified infrared emissions in astronomical objects are the buckyonions or multishell fullerenes (see e.g. Iglesias-Groth and Breton, 2000).

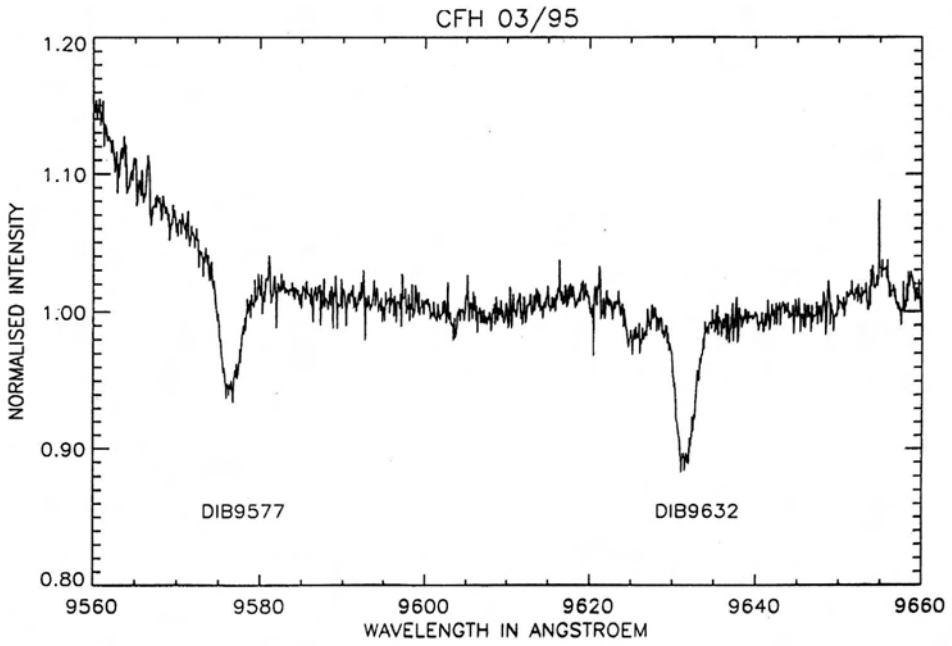


Figure 2: Telluric corrected spectrum of HD183143 carbon rich star observed by Canadian French Telescope at Hawai (CFT) in March 1995. The two DIB's at 9577 and 9632 Å are confirmed with the same width of 2.86 Å consistent with the C_{60}^+ assignment and expected rotational contour broadening with temperature 60±10 K. This Fig. is from Foing and Ehrenfreund (1997) article with the first possible confirmation of the presence of C_{60}^+ ion in carbon rich star spectra.

It was demonstrated as well that doping of C_{60} with C_{70} provokes interesting changements in the spectrum. It has been stated in Pichler et al. (1991), that the optical absorption spectrum of the C_{60}/C_{70} mixture is qualitatively similar with the interstellar extinction curve for photon energies less than 4 eV, so that carbon clusters might be present in space as well as C_{60} and C_{70} mixture. In any case, the investigation of the spectral properties of the C_{60} and C_{70} mixtures in different proportions, with eventual addition of other fullerenes, will contribute to to our knowledge on the fullerene abundance in space.

References

Alexander, A.J., Kroto, H.W., Walton, D.R.M.: 1976, *J. Mol. Spectrosc.*, **62**, 175.
Allamandola, L.J., Tielens, A.G., Barker, J.R.: 1985, *Astrophys. J.*, **290**, L25.
Avery, L.W., Broten, N.W., MacLeod, J.M., Oka, T., Kroto, H.W.: 1976, *Astrophys. J.*, **205**, L173.
Becker, L.: 1999, *Astrophys. Space Sci. Libr.*, **236**, 377.
Becker, L., Bunch, T.E.: 1997, *Meteoritics*, **32**, 479.
Becker, L., Bunch, T.E., Allamandola, L.J.: 1999, *Nature*, **400**, 228.

Becker, L., McDonald, G.D., Bada, J.L.: 1993, *Nature*, **361**, 595.
Becker, L., Poreda, R., Bunch, T.E.: 2000, *Proc. Nat. Acad. Sci.*, **97**, 2979.
Becker, L. et al.: 1994, *Science*, **265**, 642.
Becker, L. et al.: 2000, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **97**, 2979.
Becker, L. et al.: 2001, *Science*, **291**, 1530.
Bell, M.B., Kwok, S., Feldman, P.A., Matthews, H.E.: 1982, *Nature*, **295**, 389.
Bettens, P.R., Herbst, E.: 1996, *Astrophys. J.*, **468**, 686.
Bettens, P.R., Herbst, E.: 1997, *Astrophys. J.*, **478**, 585.
Botta, O., Bada, J.L.: 2002, *Surveys in Geophysics*, **23**, 411.
Broten, N.W., Oka, T., Avery, L.W., MacLeod, J.M., Kroto, H.W.: 1978, *Astrophys. J.*, **223**, L105.
Čelebonović, V.: 1992, *Bull. Astron. Belgrade*, **146**, 41.
Cheung, A.C., Rank, D.M., Avery, L.W., Townes, C.H., Thornton, D.C., Welch, W.J.: 1968, *Phys. Rev. Lett.*, **21**, 1701.
Cheush, I.: 1999, *Aerospace Research in Bulgaria*, **15**, 157.
de Vries, M.S., Reihs, K., Wendt, H.R., Golden, W.G., Hunziker, H.E., Fleming, R., Peterson, E., Chang, S,: 1993, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **57**, 933.
Di Brozolo, F.R., Bunch, T.E., Fleming, R.H., Macklin, J.: 1994, *Nature*, **369**, 6475.
Ebbesen, T.W., Ajayan, P.M.: 1992, *Nature*, **358**, 2200.
Ehrenfreund, P., Charnley, S.B.: 2000, *Ann. Rev. Astron. Astrophys.*, **38**, 427.
Foing, B.H., Ehrenfreund, P.: 1994, *Nature*, **369**, 296.
Foing, B.H., Ehrenfreund, P.: 1997, *Astron. Astrophys.*, **317**, L59.
Fulara, J., Jakobi, M., Maier, J.P.: 1993, *Chem. Phys. Lett.*, **211**, 227.
Garcia-Lario, P., Manchado, A., Ulla, A., Manteiga, M.: 1999, *Astrophys. J.*, **513**, 941.
Gerhardt, P., Loffler, S., Homann, K.P.: 1987, *Chem. Phys. Lett.*, **137**, 306.
Goeres, A., Sedlmayr, E.: 1992, *Astron. Astrophys.*, **265**, 216.
Herbig, E.: 1975, *Astrophys. J.*, **196**, 129.
Herbig, G.H.: 1995, *Ann. Rev. Astron. Astrophys.*, **33**, 19.
Hill, H.G.M., Jones, A.P., d'Hendecourt, L.B.: 1998, *Astron. Astrophys.*, **336**, L41.
Hufman, D.R.: 1977, *Adv. Phys.*, **26**, 129.
Iglesias-Groth, S., Breton, J.: 2000, *Astron. Astrophys.*, **357**, 782.
Kirby, C., Kroto, H.W., Walton, D.R.M.: 1980, *J. Mol. Spectrosc.*, **83**, 26.
Krätschmaher, W., Lamb, L.D., Frostiropulos, K., Huffman, D.R.: 1990a, *Nature*, **347**, 354.
Krätschmaher, W. et al.: 1990b, in *Dusty Objects in the Universe*, Kluwer, Dordrecht, 89.
Kroto, H.W.: 1981, *Int. Rev. Phys. Chem.*, **1**, 309.
Kroto, H.W.: 1982, *Chem. Soc. Rev.*, **11**, 435.
Kroto, H.W., Heath, J.R., O'Brien, S.C., Curl, R.F., Smalley, R.E.: 1985, *Nature*, **318**, 162.
Kroto, H.W., Heath, J.R., O'Brien, S.C., Curl, R.F., Smalley, R.E.: 1987, *Astrophys. J.*, **314**, 352.
Kroto, H.W., Jura, M.: 1992, *Astron. Astrophys.*, **263**, 275.
Kroto, H.W., Kirby, C., Walton, D.R.M., Avery, L.W., Broten, N.W., Mac Leod, J.M., Oka, T.: 1978, *Astrophys. J.*, **219**, L133.
Kroto, H.W., Mc Kay, K.: 1988, *Nature*, **331**, 328.
Leger, A., d'Hendecourt, L., Verstraete, L., Schmidt, W.: 1988, *Astron. Astrophys.*, **203**, 415 .
Léger, A., Puget, J.L.: 1984, *Astron. Astrophys. Lett.*, **137**, L5.
Moutou, C., Sellgren, K., Verstraete, L., Léger, A.: 1999, *Astron. Astrophys.*, **347**, 949.
Pichler, K., Graham, S., Gelsen, O.M., et al.: 1991, *J. Phys. Cond. Matter*, **3**, 9259.
Pizzarello, S. et al.: 2001, *Science*, **293**, 2236.
Sellgren, K.: 2001, *Spectrochimica Acta A*, **57**, 627.
Snow, T.P., Seab, C.G.: 1989, *Astron. Astrophys.*, **213**, 291.
Somerville, W.B., Bellis, J.G.: 1989, *Monthly Notices of The Royal Astronomical Society*, **240**, P41.
Turner, B.E.: 1989, *Space Sci. Rev.*, **51**, 235.

Ugarte, D.: 1992, *Nature*, **359**, 707.
Ugarte, D.: 1993, *Europhys. Lett.*, **22**, 45.
Webster, A.S.: 1991, *Nature*, **352**, 412.
Webster, A.S.: 1993, *Monthly Notices of The Royal Astronomical Society*, **263**, 385.
Webster, A.: 1995, in *Diffuse Interstellar Bands*, eds. A. Tielens, T. Snow, Kluwer, 349.
Weiss, F.D. et al.: 1988, *J. Am. Chem. Soc.*, **110**, 4464.

Proc. IV Serbian-Bulgarian Astronomical Conference,
Belgrade 21–24 April 2004,
eds. M. S. Dimitrijević, V. Golev, L. Č. Popović, M. Tsvetkov,
Publ. Astron. Soc. "Rudjer Bošković" No 5, 2005, 247 - 250 *Contributed paper*

THE FLUX RATIO OF [OIII]$\lambda\lambda$4959,5007 LINES IN Sy2: COMPARISON WITH THEORETICAL CALCULATIONS

L. Č. POPOVIĆ[1,2], M. S. DIMITRIJEVIĆ[1], E. BON[1] and M. DAČIĆ[1]
[1] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade 74, Serbia*

[2] *Astrophysikalisches Institut Potsdam, An der Sternwarte 16, D-14482 Potsdam, Germany*

Abstract. Here we present the measurements of the [OIII]$\lambda\lambda$4959,5007 line flux ratios for a sample of 10 Sy 2 galaxies. Our measurements are compared with sophisticed calculation given by Storey and Zeippen (2000) and measurements given by Iye et al. (1987) and Leisy and Dennefeld (1996). We found that the ratio of the [OIII] line flux for Sy 2 is slightly smaller and in better agreement with theoretical one, than previous meausrement from emission nebulae.

1. INTRODUCTION

The forbidden [O III] 4958.911 Å ($2s^2 2p^2\ ^1D_2 - 2s^2 2p^2\ ^3P_1$) and 5006.843 Å ($2s^2 2p^2\ ^1D_2$ – $2s^2 2p^2\ ^3P_2$) spectral lines are among the most prominent not only in the spectra of photoionized nebulae but also in the spectra of photoionized gas around AGN's due to relatively high abundance of doubly charged oxygen ions in such objects. It should be underlined also their position in the centre of the visible spectral range. These two spectral lines are first of all the consequence of magnetic dipole transitions with a small contribution of electric quadrupole radiation. The elaborate theoretical work of Galavís et al. (1997) gives an 5006.843/4958.911 intensity ratio of 2.89. From astronomical spectra, Rosa (1985) deduced an intensity ratio of 3.03 ± 0.03, while measurements of Iye et al. (1987) provide a value of 3.17 ± 0.04, and of Leisy and Dennefeld (1996) 3.00 ± 0.08. Storey and Zeippen (2000) underline that in spite of the fact that the difference between experiment and theory is between 4 and 9 per cent, it must be considered as well-established because these lines can be observed with very high signal-to noise ratio in the spectra of gaseous nebulae. They demonstrated, taking into account relativistic corrections to the magnetic dipole operator introduced by Eissner and Zeippen in the context of a line-intensity ratio in [O III], that the probabilities for 5006.843 Å and 4958.911 Å transitions are affected by small relativistic corrections to the magnetic dipole operator. They obtained the A-value ratio of 3.01, implying a line intensity ratio of 2.98, which is only two percent or less different from the values of Rosa (1985) and Leisy and Dennefeld (1996) obtained from astronomical spectra, and the difference with the value of Iye et al. (1997) is 6 per cent.

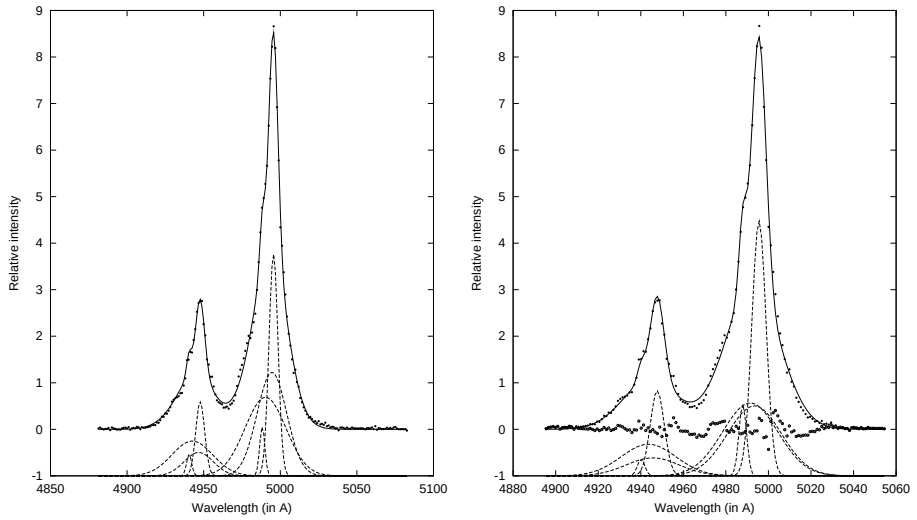


Figure 1: The [OIII] 4959, 5007 lines of NGC 1068 fitted with multi-Gaussian fit. The spectra of the slit position 1 is left and the slit postioin 2 is right (see Cecil et al., 2002).

On the other side, the measurements of the flux ratio of [OIII]4959,5007 lines for Sy 1 galaxies given in Popović et al. (2004) indicate that it can be significantly smaller than before measured values.

Up to now, all observational checks of [OIII] 5006.843/4958.911 intensity ratio have been made for planetary nebulae spectra. The aim of this paper is to measure the considered flux ratio in Sy 2 galaxies in order to see if they are also convenient for such cheks and to compare the obtained results with theoretical ones and with results obtained for planetary nebulae.

2. USED OBSERVATION AND MEASUREMENTS

In order to measure the flux ratio for [OIII]4959,5007 lines of Sy 2 galaxies, we use HST observations obtained with the Space Telescope Imaging Spectrograph (STIS) and Faint Object Spectrograph (FOS), covering the wavelength ranges 2900-5700 Å. From very large data base of AGN spectra at HST archive we selected the objects that have spectra with needed quality. For NGC 1068, we used several spectra made by HST with different slit positions (see Cecil et al., 2002).

The spectra were reduced by the HST team. We transformed the wavelength scale to zero red-shift taking into account the cosmological red-shift of the objects (Véron-Cetty and Véron, 2000). After that we estimated and subtracted the continuum. The fluxes of the lines were measured by using the DIPSO software. To estimate the error we measured several times the fluxes, where the procedure of subtracting of continuum has been three times repeated.

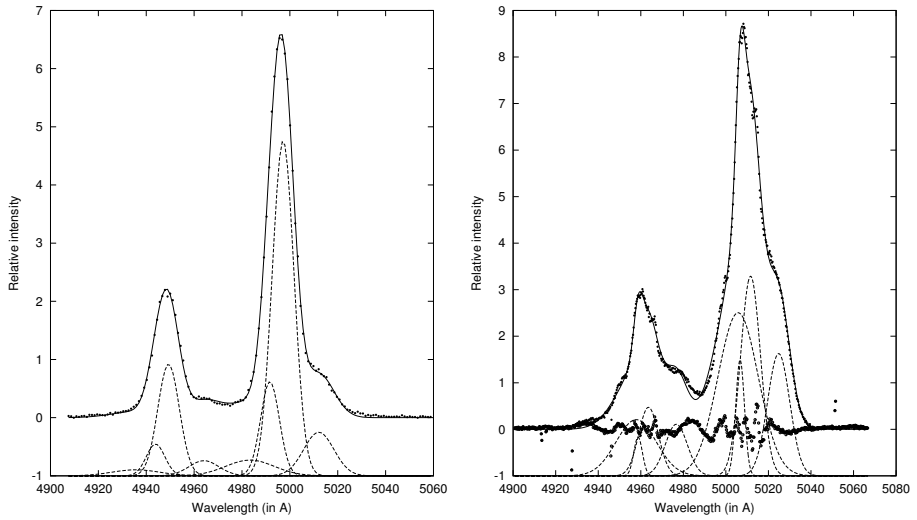


Figure 2: The same as in Fig. 1, but for the slit position 3 (left) and 4 (right).

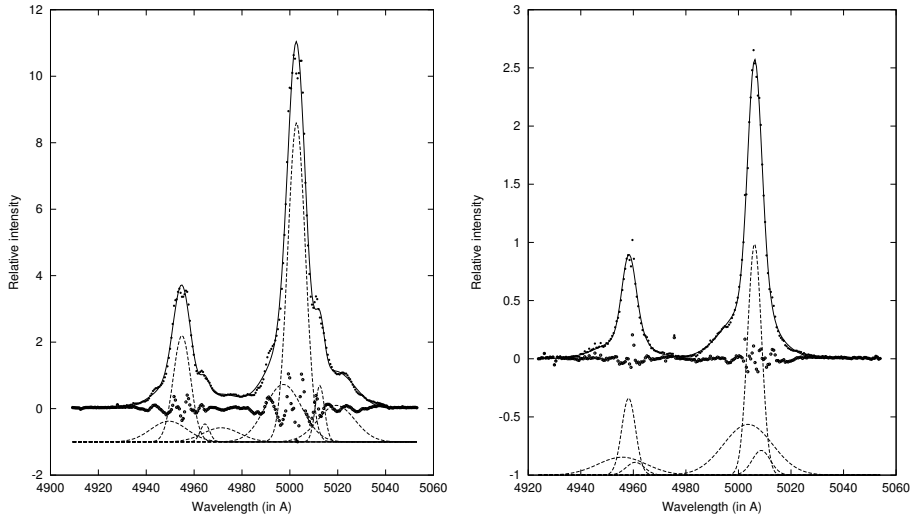


Figure 3: The same as in Fig. 1, but for the slit position 5 (left) and 6 (right).

In the case of NGC 1068, where the [OIII] lines show very complex profiles (in difference with slit orientation) we apply multi-gaussian method to determine the flux of both lines (see Figs. 1-4). The total flux in a line is obtained as a summ of Gaussians that represent the line.

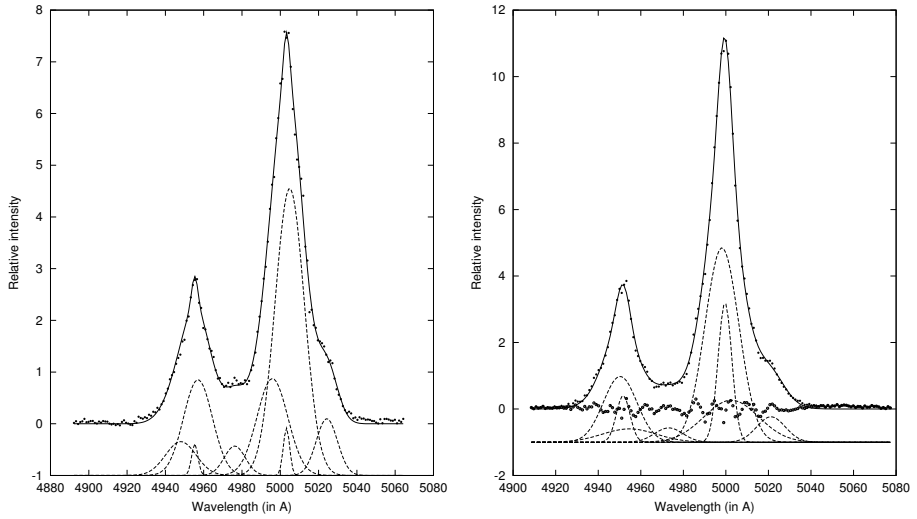


Figure 4: The same as in Fig. 1, but for the slit position 7 (left) and 8 (right).

3. PRELIMINARY RESULTS

We have analyzed the [O III] 4959,5007 intensity ratio in the spectra of 10 Sy 2 galaxies and our preliminary averaged value is 2.921 ± 0.084. which is in reasonable agreement with the theoretical value of 2.98 obtained by Storey and Zeippen (2000), better than some of the values within the 2.89-3.17 range obtained from planetary nebulae observations (Rosa, 1985 - 3.03; Iye et al., 1987 - 3.17; Leisy and Dennefeld, 1996 - 3.00; Galavías et al., 1997 - 2.89). Consequently, one can conclude that our results are in reasonable agreement with the sophysticated calculations of Storey and Zeippen (2000) and that the spectra of Sy 2 galaxies could be also used for checks of such theoretical calculations. More detailed discussion will be given elsewhere (Popović et al., 2004).

References

Cecil, G., Dopita, M.A., Groves, B., Wilson, A.S., Ferruit, P., Pcontal, E., Binette, L.: 2002, *Astrophys. J.*, **568**, 627.

Eissner, W., Zeippen, C.J.: 1981, *J. Phys. B*, **14**, 2125.

Galavís, M.E., Mendoza, C., Zeippen, C.J.: 1997, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **123**, 159.

Iye, M., Ulrich, M.H., Peimbert, M.: 1987, *Astron. Astrophys.*, **186**, 84.

Leisy, P., Dennefeld, M.: 1996, *Astron. Astropphys. Suppl. Series*, **116**, 95.

Popović L.Č., Mediavilla, E., Bon, E., Ilić, D.: 2004, *Astron. Astrophys.*, accepted (astro-ph/0405447).

Popović L.Č., Dimitrijević M.S., Bon E., Dačić M.: 2004, in preparation.

Rosa, M.: 1985, *The Messenger*, **39**, 15.

Storey, P.J., Zeippen, C.J.: 2000, *Mon. Not. R. Astr. Soc.*, **312**, 813.

Véron-Cetty, M.-P., Véron, P.: 2000, A Catalogue of Quasars and Active Galactic Nuclei, Sci. Report, **19**.

Proc. IV Serbian-Bulgarian Astronomical Conference,
Belgrade 21–24 April 2004,
eds. M. S. Dimitrijević, V. Golev, L. Č. Popović, M. Tsvetkov,
Publ. Astron. Soc. "Rudjer Bošković" No 5, 2005, 259 - 262 *Contributed paper*

WATER IN ASTRONOMY AND PLASMA PHYSICS AND A PROJECT FOR RELATED RESEARCH

N. POPOVIĆ[1], M. SIMIČIĆ[1], Lj. NIKOLIĆ-BUJANOVIĆ[1], V. BORKA[1]
A. RADENKOVIĆ[1] and M. S. DIMITRIJEVIĆ[2]

[1] *Chemical Power Sources Institute (IHIS), 11080 Belgrade-Zemun, Serbia*
[2] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade 74, Serbia*
E–mail ihis@eunet.yu
E–mail mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu

Abstract. Importance of the investigations of water in astronomy, water-plasma interaction and discharges in water for the removal of organic pollutants and microorganisms from water, as well as the significance of discharges in water for medicine are briefly reviewed. It is also announced and briefly discussed our project for investigations of plasma-water interaction, plasma containing water molecules, or obtained in the presence of water molecules, of interest for astronomy, laboratory physics and technology.

1. WATER IN ASTRONOMY

The importance of water, the dissolvent without whom our kind of life would be impossible, is obvious and the research of all aspect of this compound is of great interest for many sciences. In astronomy, water is found in comets, Jovian satellites, on the Mars... The first molecule to be detected by radio astronomy methods, was the radical OH in 1963. Some OH sources in interstellar H II regions show strong H_2O emission as well. Their H_2O emission is variable, with intensity changes occuring in periods of months and days. In such regions temperature is around 10000 K and ion density around 5000 ions on m^3. Water molecules are found and in OH-IR stars, which are probably dust enshrouded Myras having period 600 - 2000 days, and are not visible optically. Recently, water molecules have been detected in the mid-infrared (11-12 microns) spectrum of Arcturus, a K1.5III giant star (Ryde, N., et al. 2003). In Brand et al. (2003) analysis of the properties of water maser emission in 14 star forming regions has been performed while Beck et al. (2003) have found and investigated water vapor emission from an elliptical ring of masers located near the protostar Cepheus A HW2.

2. PLASMA-WATER INTERACTION FOR WATER TREATMENT AND SOME APPLICATIONS IN MEDICINE

Plasma obtained from H_2O is of interest and for investigations of underwater discharges, some aspects of electrolysis research, and for various treatments of water. Namely, electrical discharges in water or close to water as pulsed corona discharge, electric barrier discharge and contact glow discharge electrolysis techniques are used e.g. for decomposition of organic pollutants (Sun et al, 1997, Joshi et al, 1995, Hoeben et al, 1999, Šunka et al, 1999, 2004, Arif Malik and Ghaffar, 2001, Sano et al. 2003, Šunka et al, 2004) and for the removal of microorganisms from water (Sun et al, 1999). Such investigations are of particular interest since there is a continuing need for the development of effective, cheap and environmentally friendly processes for the disinfection and degradation of such pollutants in water. An overview of such techniques and important developments that have taken place in this area are discussed in Arif Malik and Ghaffar (2001) and Šunka et al. (2004). In Serbia, coaxial dielectric barier discharge for potable and waste water treatment is studied in detail by Kuraica et al. (2004ab), which developed also an ozonized water reactor system. Sano et al. (2003) developed a cylindrical wetted-wall corona-discharge water purification reactor, which was used for the study of decomposition of phenol in water by corona discharge.

Laser induced breakdown plasma in water is of interest for pulsed cellar microsurgery and micromanipulation and microirradiation techniques. In Venugoplan et al. (2002) for example, the physical processes underlying pulsed cellular microsurgery and micromanipulation have been investigated using nanosecond 532 and 1064 nm laser pulses. Moreover, the implications of obtained results for biophysical microirradiation procedures are discussed. Underwater spark discharges are also of interest for the development of the so-called extra-corporeal shock wave lithotripsy, a noninvasive method for treatment of kidney stone desease (Burlion et al. (1994). Namely we have spark discharge between needle electrodes in water, providing a point-like source of strong shock waves. When the discharge is in the focus of a semi-ellipsoidal metallic cavity, the wave energy is concentrated in the secondary focus. If the kidney stones is positioned in the secondary focus the interaction with the shock wave results in crushing the stone into small particles that naturally leave the body (Šunka et al. 2004). The success of this method stimulated also the study of the focused shock waves applications in other branches of medecine (Coleman and Sounders, 1993).

3. PLANS

We are beginning our research work concerning plasma generation in water. Investigations will be undertaken from aspects of laboratory, technological and astrophysical plasmas, experimentally and theoretically. We have started to construct two devices with corona discharge, one reactor with wire cathodes out of water and plate anode submerged in water. A gas corona discharge is directly contacted with a treated water surface. The second one is a wetted-wall corona-discharge reactor. Our first task will be directed to investigations of plasma-water interactions and plasma induced water characteristics (disinfection and degradation of organic pollutants in water). We are

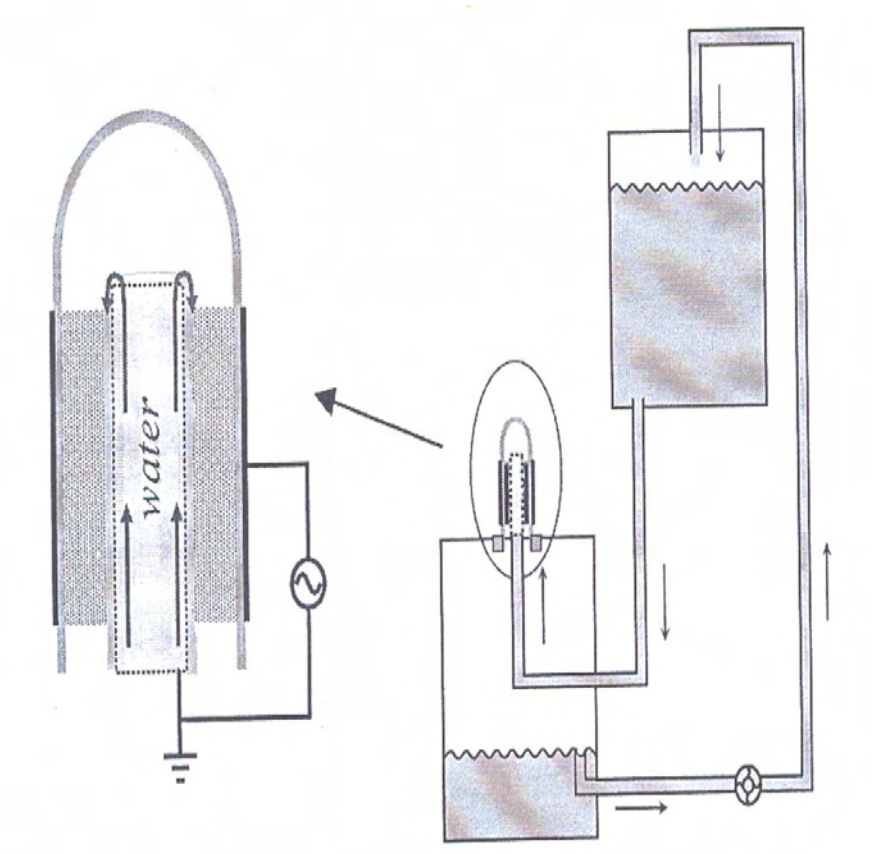


Figure 1: (From Kuraica et al, 2004a.) Schematic diagram of the ozonized water reaction system. Water flows up through a vertical hollow cylindrical electrode and flows down making thin dielectric film over the electrode. Filamentary discharge is generated in air within 4 mm gap between the dielectric and the water layer.

ready for collaboration with similar groups working in this domain in Bulgaria and Serbia.

References

Arif Malik, M., Ghaffar, A.: 2001, *Plasma Sources Science and Technology*, **10**, 82.
Beck, H., Wolfe, C., Gallimore, J., Thornley, M.:
Brand, J., Cesaroni, R., Comoretto, G., Felli, M., Palagi, F., Palla, F., Valdettaro, R.: 2003, *Astron. Astrophys.*, **407**, 573.
Burlion, M., Dancer, P., Lacoste, F.: 1994, *Rev. Sci. Instrum.*, **65**, 2356.
Coleman, A. J., Sounders, J.E.: 1993, *Ultrasonics*, **31**, 75.
Hoeben, W.F.L.M., van Veldhuizen, E.M., Rutgers, W.R., Koersen, G.M.W.: 1999, *J. Phys. D*, **32**, 133.
Joshi, A.A., Locke, B.R., Arce, P., Finney, W.C.: 1995, *J. Hazardous Materials*, **10**, 3.

Kuraica, M.M., Obradović, B.M., Manojlović, D., Ostojić, D.R., Purić, J.: 2004a, 22nd Summer School and Int. Symp. Phys. Ioniz. Gases, ed. Lj. Hadžievski, Vinča Institute of Nuclear Sciences, Belgrade, 453.

Kuraica, M.M., Obradović, B.M., Manojlović, D., Ostojić, D.R., Purić, J.: 2004b, Proc. V Symp. of Belarus - Serbia and Montenegro on Physics and Diagnostics of Laboratory and Astrophysical Plasmas, eds. V. S. Burakov, A. F. Chernyavskii, Nat. Acad. Sci. Belarus, Inst. Mol. At. Physics, Minsk, 6.

Ryde, N., Lambert, D.L., Richter, M.J., Lacy, J.H.: 2002, *Astrophys. J.*, **580**, 447.

Sano, N., Yamamoto, D., Kanki, T.: 2003, *Ind. Eng. Chem. Res.*, **42**, 5423.

Sun, B., Sato, M., Clements, J.S.: 1997, *J. Electrost.*, **39**, 189.

Sun, B., Sato, M., Clements, J.S.: 1999, *J. Phys. D*, **32**, 1908.

Šunka, P., Babický, V., Člupek, M., Lukeš, P., Šimek, M., Schmidt, J., Černák, M.: 1999, *Plasma Sources Sci. Technol.*, **8**, 258.

Šunka, P., Babický, V., Člupek, M., Fuciman, M., Lukeš, P., Šimek, Beneš, J., Locke, B., Majcherová, Z.: 2004, *Acta Physica Slovaca*, **54**, 135.

Venugoplan, V., Guerra, A., Nahen, K., Vogel, A.: 2002, *Phys. Rev. Lett.*, **88**, 078103.

Proc. IV Serbian-Bulgarian Astronomical Conference,
Belgrade 21–24 April 2004,
eds. M. S. Dimitrijević, V. Golev, L. Č. Popović, M. Tsvetkov,
Publ. Astron. Soc. "Rudjer Bošković" No 5, 2005, 267 - 270 *Contributed paper*

ON THE STARK BROADENING OF F III SPECTRAL LINES

Z. SIMIĆ, M. S. DIMITRIJEVIĆ and L. Č. POPOVIĆ
Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade 74, Serbia
E–mail zsimic@aob.aob.bg.ac.yu
E–mail mdimitrijevic@aob.aob.bg.ac.yu
E–mail lpopovic@aob.aob.bg.ac.yu

Abstract. We have modeled the F III atom and calculated Stark broadening parameters using two methods, semiclassical perturbation method for resonance transition and modified semiempirical method for additional ten multiplets.

1. INTRODUCTION

Importance of trace elements in stellar atmospheres increased with the development of space and satellite technology. Spectral lines of fluorine were observed in Solar (Moore et al., 1966), as well as in stellar spectra (Merrill, 1956). Also these spectral lines were founded in the ejecta of SN 1987A supernova (Trimble, 1991).

The first, qualitative, experimental investigation of the Stark broadening of F III spectral lines was made by Sarma (1961). Quantitative experimental data were obtained in 1988 by Purić et al. (1988). Since then, two additional experimental works on the F III Stark broadening have been published (Djeniže et al., 1991a; Blagojević, et al, 2000). The first quantitative theoretical determination was made by Dimitrijević and Konjević (1981), by using four different theoretical methods: the semiempirical method (Griem, 1968), the modified semiempirical method (Dimitrijević and Konjević, 1980), the simplified semiclassical method (Griem, 1974) and its modification (Dimitrijević and Konjević, 1981).

In order to provide new Stark broadening parameters for F III spectral lines, we adopted first of all a model of F III ion, with simplified energy level structure, facilitating and optimizing our further considerations. Using such a model, Stark broadening data for the resonance transition and additional 10 F III multiplets, have been determined. These multiplets belong to the 3s-3p, 3s-4p, 3p-4s and 4s-4p transition arrays (quartets).

2. RESULTS AND DISCUSSION

We applied full semiclassical perturbation method (Sahal-Bréchot, 1969ab) only to the astrophysically most important, resonance line, since for other lines there is no enough complete set of atomic data for such calculations. Consequently, for additional

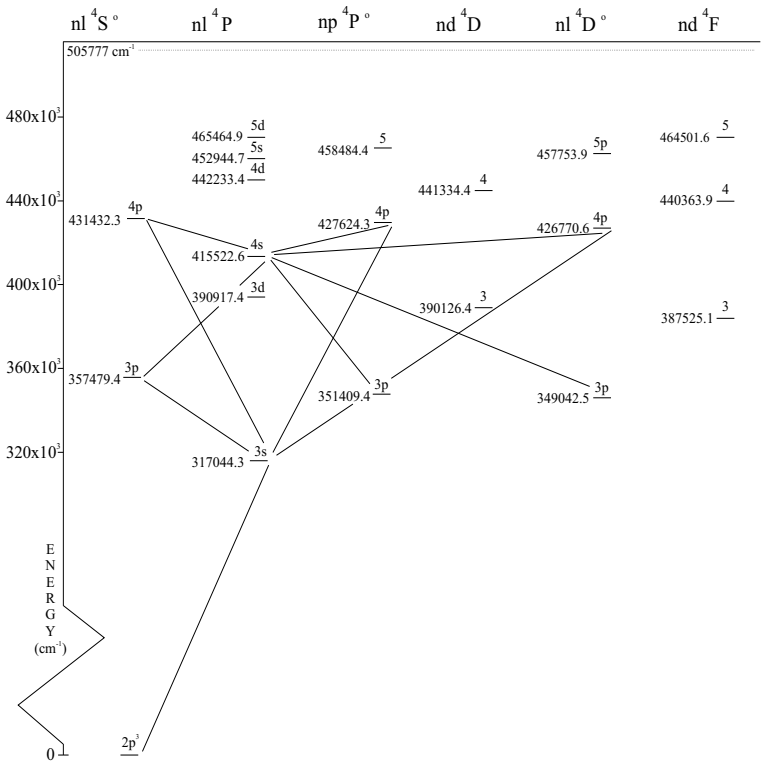


Figure 1: F III ion model adopted for Stark broadening parameters calculation. The resonance line $2p^3\ ^4S^o$ - 3s ^{4}P has been calculated by using this model within the semiclassicl approach (Sahal- Bréchot, 1969ab) and other lines within the modified semiempirical approach (Dimitrijević and Konjević, 1980). The ionization potential is presented by a dotted line at 505777 cm^{-1}.

Table 1: Stark broadening parameters for electron impact broadening for the resonance F III spectral line (Full width at half maximum and shift) determined within the semiclassical theory, for a perturber density of 10^{17} cm^{-3} and the temperature range from 10000 K up to 300000 K.

Transition	T(K)	W(0.1 nm)	d(0.1 nm)
$2p^3\ ^4S^o$ - 3s ^{4}P 31.54 nm	10000	0.123E-02	0.143E-03
	20000	0.771E-03	0.648E-04
	50000	0.465E-03	0.635E-04
	100000	0.341E-03	0.681E-04
	150000	0.291E-03	0.669E-04
	300000	0.230E-03	0.615E-04

Table 2: Stark widths (Full width at half maximum) for F III spectral lines obtained by using the modified semiempirical approach for a perturber density of 10^{17} cm^{-3} and the temperature range from 10000 K up to 300000 K.

Transition	T(K)	W(0.1 nm)	Transition	T(K)	W(0.1 nm)
	10000	0.886E-01		10000	0.348E-01
3s ^{4}P - 3p ^{4}S^o	20000	0.627E-01	3s ^{4}P - 4p ^{4}S^o	20000	0.246E-01
247.3 nm	50000	0.396E-01	87.4 nm	50000	0.178E-01
	100000	0.298E-01		100000	0.159E-01
	200000	0.253E-01		200000	0.148E-01
	300000	0.242E-01		300000	0.141E-01
	10000	0.399E-01		10000	0.343E-01
3s ^{4}P - 4p ^{4}P^o	20000	0.240E-01	3s ^{4}P - 3p ^{4}D^o	20000	0.242E-01
90.4 nm	50000	0.172E-01	91.1 nm	50000	0.147e-01
	100000	0.151E-01		100000	0.154E-01
	200000	0.139E-01		200000	0.142E-01
	300000	0.134E-01		300000	0.136E-01
	10000	0.113		10000	0.905E-01
4s ^{4}P - 3p ^{4}S^o	20000	0.795E-01	4s ^{4}P - 3p ^{4}P^o	20000	0.640E-01
172.3 nm	50000	0.576E-01	156.0 nm	50000	0.465E-01
	100000	0.507E-01		100000	0.409E-01
	200000	0.462E-01		200000	0.374E-01
	300000	0.438E-01		300000	0.354E-01
	10000	0.838E-01		10000	0.272E+01
4s ^{4}P - 3p ^{4}D^o	20000	0.593E-01	4s ^{4}P - 4p ^{4}S^o	20000	0.193E+01
150.4 nm	50000	0.431E-01	628.6 nm	50000	0.143E+01
	100000	0.380E-01		100000	0.131E+01
	200000	0.347E-01		200000	0.122E+01
	300000	0.329E-01		300000	0.116E+01
	10000	0.443E+01		10000	0.511E+01
4s ^{4}P - 4p ^{4}P^o	20000	0.313E+01	4s ^{4}P - 4p ^{4}D^o	20000	0.361E+01
826.3 nm	50000	0.232E+01	889.0 nm	50000	0.268E+01
	100000	0.209E+01		100000	0.243E+01
	200000	0.194E+01		200000	0.226E+01
	300000	0.186E+01		300000	0.215E+01

ten multiplets, the modified semiempirical method (Dimitrijević and Konjević, 1980) has been applied, and only Stark widths have been calculated.

Energy levels for F III transitions have been taken from Baskin and Stoner (1975). Oscillator strenghts have been calculated by using the method of Bates and Damgaard (1949) and the tables of Oertel and Shomo (1968). For higher levels, the method described by Van Regermorter et al. (1979) has been used.

Our calculations have been performed by using a model of F III atom, see Fig. 1.

In Tables 1. and 2. are shown Stark broadening parameters for F III spectral lines.

Acknowledgements

This work is a part of the project GA-1195 "Influence of collision processes on astrophysical plasma line shapes", supported by Ministry of Science and Environmental Protection of Serbia.

References

Bashkin, S., Stoner, J.O.: 1975, Atomic Energy Levels and Grotrian Diagrams, **I**, American Elsevier Publishing Company, Inc-New York.
Bates, D.R., Damgaard, A.: 1949, *Phyl. Trans. Roy. Soc.*, **A242**, 101.
Blagojević, B., Popović, M.V., Konjević, N.: 2000, *J. Quant. Spestrosc. Radiat. Transfer*, **67**, 9.
Dimitrijević, M.S., Konjević, N.: 1980, *J. Quant. Spestrosc. Radiat. Transfer*, **24**, 451.
Dimitrijević, M.S., Konjević, N.: 1981, in Spectral Line Shapes, Vol. **1**, ed. B. Wende, Walter de Gruyter & Co., New York, 211.
Djeniže, S., Labat, J., Srećković, A., Labat, O., Platiša, M., Purić, J.: 1991, *Physica Scripta*, **44**, 148.
Griem, H. R.: 1968, *Phys. Rev.*, **165**, 258.
Griem, H. R.: 1974, Spectral Line Broadening by Plasmas, Academic Press, New York.
Merrill, P.W.: 1956, Lines of the Chemical Elements in: Astronomical Spectra, Carnegie Inst. of Washington Publication, **610**, Washington D.C.
Moore, C.E., Minnaert, M.G.J., Houtgast, J.: 1966, The Solar Spectrum 2935Å to 8770Å, NBS Monographs, **61**, U.S. Department of Commerce, NBS, Washington D.C.
Oertel, G.K., Shomo, L.P.: 1968, *Astrophys. J. Suppl. Series*, **16**, 175.
Purić, J., Srećković, A., Djeniže, S., Platiša, M.: 1988, *Phys. Rev.*, A **37**, 4380.
Sahal-Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.*, **1**, 91.
Sahal-Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.*, **2**, 322.
Sarma, M.B.K.: 1961, *Proc. Phys. Soc.*, London, **77**, 665.
Trimble, V.: 1991, The Origin and Abudance of the Chemical Elements Revisited, *Astron. Astrophys. Review*, **3**, 1.
Van Regemorter, H., Hoang Binh Dy., Prud′homme, M.: 1979, *J. Phys.*, **B12**, 1053.

Proc. IV Serbian-Bulgarian Astronomical Conference,
Belgrade 21–24 April 2004,
eds. M. S. Dimitrijević, V. Golev, L. Č. Popović, M. Tsvetkov,
Publ. Astron. Soc. "Rudjer Bošković" No 5, 2005, 271 - 274 *Contributed paper*

ON THE STARK BROADENING OF Cd I LINES

Z. SIMIĆ[1], M. S. DIMITRIJEVIĆ[1] and S. SAHAL-BRÉCHOT[2]

[1] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade 74, Serbia*
E–mail zsimic@aob.aob.bg.ac.yu
E–mail mdimitrijevic@aob.aob.bg.ac.yu

[2] *Observatoire de Paris-Meudon, 92190 Meudon, Cedex, France*
E–mail Sylvie.Sahal-Brechot@obspm.fr

Abstract. We have calculated within the semiclassical perturbation theory Stark broadening parameters (width and shift) for 13 Cd I multiplets in UV and V, and for 24 multiplets in infrared spectral ranges, for temperatures between 2500 K and 50000 K, of interest for stellar plasma investigations.

1. INTRODUCTION

Investigation of Stark broadening parameters of neutral cadmium spectral lines is of interest for a number of problems as e.g. for the determination of chemical composition and plasma diagnostic of stellar atmospheres, as well as for radiative transfer, plasma modelling and stellar spectra interpretation and synthesis. The electron-impact broadening mechanism is the main pressure broadening mechanism in hot star atmospheres, and it is of interest especially for A type stars and some white dwarfs, or pre dwarfs like PG-1195 type ones.

Stark broadening parameters of cadmium lines are also of interest for the consideration of regularities and systematic trends, which are useful for interpolation of new data and critical evaluation of existing ones.

The first experimental investigations of the influence of the Stark broadening mechanism on cadmium lines have been performed by Nagibina (1958), and by Gorodnichyute and Gorodnichyus (1961). In our case will be of interest experimental results obtained by Kusch and Oberschelp (1967).

Here, we have calculated within semiclassical approach, Stark broadening parameters of 13 Cd I multiplets in UV and V, and 24 multiplets in infrared spectral ranges, for temperatures between 2500 K and 50000 K.

2. RESULTS AND DISCUSSION

Stark broadening parameters (the full line width at half maximum and the line shift) of neutral cadmium have been determined by using the semiclassical perturba-

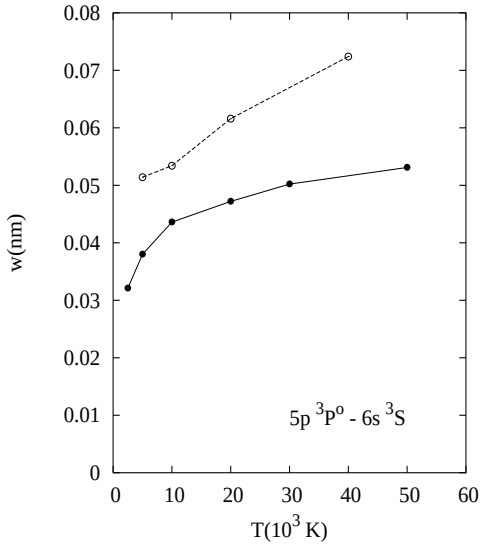


Figure 1: Stark widths due to electron impacts for Cd I 5p $^3P^o$ - 6s ^3S (494.13 nm) spectral multiplet as a function of temperature. Values of Dimitrijević and Konjević (1983) are presented by white points, and values of Simić, Dimitrijević and Sahal-Bréchot (present results) by black points.

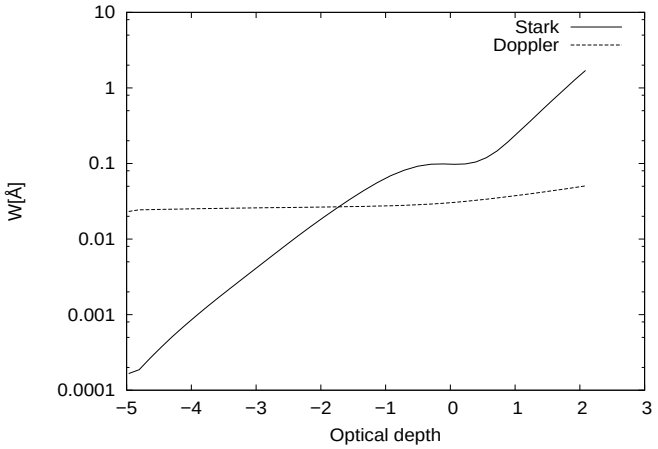


Figure 2: Stark and Doppler widths for Cd I 6s $^3S^o$ - 7p $^3P^o$ (740.09 nm) spectral line as a function of optical depth.

Table 1: Experimental (w_{KO} - Kusch and Oberschelp, 1967) and theoretical values of Stark widths (w_{DK} - Dimitrijević and Konjević, 1983; w_{SDS} - present work) for Cd I 5p $^3P^o$ - 6s ^3S spectral lines. The electron density is 10^{17} cm^{-3} and temperature 11100 K.

Wavelength (nm)	w_{KO}/w_{DK}	w_{KO}/w_{SDS}
508.58	6.34	6.41
479.99	6.63	7.53
467.82	3.00	3.59

tion formalism (Sahal-Bréchot, 1969ab). The discussion of updatings and validity criteria has been briefly reviewed e.g. in Dimitrijević (1996).

Energy levels for Cd I lines have been taken from Moore (1971). Oscillator strenghts have been calculated by using the method of Bates and Damgaard (1949). For higher levels, the method of Van Regermorter et al. (1979) has been used.

In Table 1, we present comparison between existing experimental results of Kusch and Oberschelp (1967), with theoretical results of Dimitrijević and Konjević (1983) and our results for Cd I 5p $^3P^o$ - 6s ^3S. With w_{KO} are denoted experimental full width at half maximum of Kusch and Oberschelp (1967), with w_{DK} - theoretical ones determined in Dimitrijević and Konjević (1983) by GBKO (Griem et al., 1962) theory, and with w_{SDS} - our results for the mentioned multiplet of Cd I. The first column represents wavelenghts for this multiplet of neutral cadmium in [nm] for perturber density of 10^{17} cm^{-3} and temperature 11100K.

Both theoretical results are in a disagreement with experimental ones, and self absorption is indicated as a possible reason in Konjević et al. (1984).

In Fig. 1 are shown both theoretical results for Cd I 5p $^3P^o$ - 6s ^3S (494.13 nm). In our calculations have been included symmetrization of perturber velocity before and after impact, in distinction from calculations of Dimitrijević and Konjević (1983), as well as a different treatement of elastic collisions and impact parameter cut-offs. In future new experimental results will be of help for a detailed analysis.

In order to see the influence of Stark broadening mechanism for neutral cadmium spectral lines in stellar plasma conditions, we have calculated the Stark widths for Cd I (740.09 nm) spectral line for a Kurucz's (1979) A type star atmosphere model with T_{eff}=10000 K and log g=4.0. From Fig. 2. one can see the existence of atmospheric layers where Stark width is dominant and that Stark broadening effect should be taken into account in abundance determination, spectra synthesis and modeling of stellar plasmas.

Acknowledgements

This work is a part of the project GA-1195 "Influence of collision processes on astrophysical plasma line shapes", supported by Ministry of Science and Environmental Protection of Serbia.

References

Bates, D.R., Damgaard, A.: 1949, *Phyl. Trans. Roy. Soc.*, **A242**, 101.
Dimitrijević, M.S.: 1996, *Zh. Prikl. Spektrosk.*, **63**, 810.
Dimitrijević, M.S., Konjević, N.: 1983, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **30**, 45.
Gorodnichyute, M.G., Gorodnichyus, G.A.: 1961, *Litov. Fiz. Sb.*, **1**, 163.
Griem, H.R., Baranger, M., Kolb, A.C., Oertel, G.K.: 1962, *Phys. Rev.*, **125**, 177.
Konjević, N., Dimitrijević, M.S., Wiese, W.L.: 1984, *J. Phys. Chem. Ref. Data*, **13**, 619.
Kurucz, R.L.: 1979, *Astrophys. J. Suppl. Series*, **40**, 1.
Kusch, H.J., Oberschelp, E.: 1967, *Z. Astrophys.*, **67**, 77.
Moore, C.E.: 1971, *Atomic Energy Levels*, Vol. III, NSRDS-NBS, **35**, 55.
Nagibina: 1958, *Opt. Spek.*, **4**, 430.
Sahal-Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.*, **1**, 91.
Sahal-Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.*, **2**, 322.
Van Regemorter, H., Hoang Binh D., Prud′homme, M.: 1979, *J. Phys.*, **B12**, 1053.

**Proc. IV Serbian-Bulgarian Astronomical Conference,
Belgrade 21–24 April 2004,
eds. M. S. Dimitrijević, V. Golev, L. Č. Popović, M. Tsvetkov,
Publ. Astron. Soc. "Rudjer Bošković" No 5, 2005, 275 - 279** *Contributed paper*

ON THE EXPERIMENTAL AND THEORETICAL INVESTIGATIONS OF F II STARK BROADENING

A. SREĆKOVIĆ[1], S. BUKVIĆ[1], S. DJENIŽE[1] and M. S. DIMITRIJEVIĆ[2]

[1] *Faculty of Physics, University of Belgrade,
Studentski trg 14, 11000 Belgrade, P.O.B. 368, Serbia
E–mail ebukvic@ff.bg.ac.yu.yu
E–mail steva@ff.bg.ac.yu*

[2] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade 74, Serbia
E–mail mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu*

Abstract. Stark widths (W) and shifts (d) of 5 singly ionized fluorine (F II) spectral lines within the $3s-3p, 3s'-3p'$ and $3d-4f$ transitions have been measured in a linear, low-pressure, pulsed arc discharge created in SF_6 plasma at $30400-33600$ K electron temperatures and at $(2.75-2.80)\times10^{23}$ m^{-3} electron densities. The widths and shifts have also been calculated using the semiclassical perturbation formalism (SCPF) (taking into account the impurity of energy levels, i.e. that the atomic energy levels are expressed as a mix of different configurations due to the configuration interaction). Calculations have been performed for temperatures between 5 000 K and 100 000 K for the for electrons, protons and helium ions as perturbers. Our measured and theoretical Stark parameters are compared with existing experimental and theoretical data. Tolerable agreement was found among them.

1. INTRODUCTION

In the last five years fluorine spectral lines have become important for abundance investigations in various astrophysical plasmas (Lodders, 2003; Zhu et al., 2002; Highberger et al., 2001). Only two experiments (Platiša et al., 1977 and Djeniže et al., 1991), deal with investigations of Stark broadening parameters (W, d) of singly ionized fluorine spectral lines.

The aim of this work is to present measured Stark FWHM (full-width at half intensity maximum, W) and shift (d) values at $(30400-33600)$ K electron temperatures and at $(2.75-2.80)\times10^{23}$ m^{-3} electron densities for 5 F II spectral lines belonging to the $3s-3p,\ 3s'-3p'$, and $3d-4f$ transitions, together with their calculated values using the semiclassical perturbation formalism (SCPF) updated several times (Sahal-Bréchot, 1969ab, see also a review in Dimitrijević, 1996). A unique exception is the transition $3p-3d$ from the F II spectrum (multiplet No. 3) for which only calculated values are presented. Our measured and calculated Stark parameters are compared with the existing experimental and theoretical data (Griem, 1974; Platiša et al., 1977; Djeniže et al., 1991) elsewhere (Srećković et al., 2004).

Table 1: Measured F II Stark FWHM (W_m in pm) and shift (d_m in pm) at a given T (in 10^4 K) and N (in 10^{23} m^{-3}). Transitions and wavelengths (λ in nm) are taken from NIST (2003). Negative shift is toward the blue.

Ion	Transition Multiplet	λ	T	N	W_m	d_m
FII	$2p^3 3s - 2p^3\ (^4S^o)3p$	385.167	3.36	2.80	64.8	-3.4
	$^5S - {}^5P$					
	(1)					
	$2p^3 3s' - 2p^3\ (^2D^o)3p'$	410.916	3.04	2.75	61.0	-1.8
	$^3D^o - {}^3D$		3.36	2.80	54.8	
	(5)					
	$^1D^o - {}^1F$	429.916	3.04	2.75	74.4	
	(7)		3.36	2.80	71.8	-0.6
	$^1D^o - {}^1D$	320.276	3.04	2.75	61.0	
	(8)		3.36	2.80	57.8	-5.0
	$2p^3 3d - 2p^3\ (^4S^o)4f$	424.666	3.04	2.75	381	-1.8
	$^5D^o - {}^5F$		3.36	2.80	355	4
	(9)					

2. EXPERIMENT

A linear pulsed arc has been used as plasma source. The working gas was SF_6 at 130 Pa filling pressure in a flowing regime (10 ml/min). The complete experimental procedure, plasma diagnostic techniques and set-up of the system used are described in Djeniže et al. (2002).

The measured profiles were of the Voigt type due to the convolutions of the Lorentzian Stark and Gaussian profiles caused by Doppler and instrumental broadening. For the electron density and temperature presented in our experiment, the Lorentzian fraction was dominant.

The standard deconvolution procedure has been applied using the least squares algorithm. The Stark widths were measured with $\pm 12\%$ error at a given N and T. Our measured Stark FWHM (W_m) values are presented in Table 1.

The Stark shifts were measured relative to the unshifted spectral lines emitted by the same plasma using a method established and applied first by Purić and Konjević (1972). Stark shift data are determined with ± 0.8 pm error at a given N and T. Measured (d_m) Stark shifts are presented in Table 1.

3. METHOD OF CALCULATION

The semiclassical perturbation formalism used here (Sahal-Bréchot, 1969a,b), has been briefly reviewed e.g. in Dimitrijević (1996).

Table 2: Calculated F II Stark FWHM (W in pm) and shift (d in pm) values for electrons (a), protons (b) and helium ions (c) as perturbers for various plasma temperatures (T in 10^3 K) and 10^{23} m^{-3} perturber density. $< \lambda >$ is the mean wavelength in the multiplet. The negative shift is toward the blue.

Transition Multiplet	$< \lambda >$ (nm)		T (10^3 K)											
			5		10		20		30		50		100	
			W	d	W	d	W	d	W	d	W	d	W	d
$3s\ ^5S - 3p\ ^5P$	385.01	a	38.5	-0.17	27.9	-0.34	20.4	-0.44	17.6	-0.43	15.3	-0.52	13.7	-0.46
(1)		b	0.64	-0.08	1.12	-0.16	1.58	-0.28	1.75	-0.34	1.92	-0.43	2.15	-0.52
		c	0.91	-0.08	1.14	-0.15	1.75	-0.24	1.89	-0.30	2.05	-0.36	2.22	-0.43
$3s'\ ^3D^o - 3p'\ ^3D$	411.48	a	44.7	0.08	32.3	-0.45	23.5	-0.62	20.2	-0.61	17.6	-0.74	15.7	-0.64
(5)		b	0.72	-0.11	1.27	-0.24	1.79	-0.39	1.99	-0.48	2.19	-0.60	2.45	-0.71
		c	1.02	-0.11	1.55	-0.22	1.98	-0.34	2.14	-0.42	2.32	-0.49	2.53	-0.59
$3s'\ ^3D^o - 3p'\ ^3P$	354.08	a	34.0	0.40	24.6	-0.07	18.0	-0.14	15.6	-0.13	13.7	-0.16	12.3	-0.16
(6)		b	0.64	-0.02	1.08	-0.05	1.51	-0.09	1.65	-0.12	1.81	-0.16	2.01	-0.20
		c	0.90	-0.02	1.33	-0.05	1.65	-0.08	1.78	-0.11	1.93	-0.14	2.08	-0.17
$3s'\ ^1D^o - 3p'\ ^1F$	430.54	a	49.5	-0.06	35.8	-0.56	26.3	-0.61	22.8	-0.66	20.2	-0.78	18.2	-0.73
(7)		b	0.87	-0.13	1.50	-0.26	2.10	-0.44	2.32	-0.53	2.55	-0.66	2.86	-0.79
		c	1.23	-0.12	1.84	-0.24	2.31	-0.38	2.50	-0.47	2.72	-0.54	2.94	-0.66
$3s'\ ^1D^o - 3p'\ ^1D$	320.65	a	29.8	0.62	21.6	0.43	16.1	0.25	14.1	0.35	12.7	0.40	11.7	0.32
(8)		b	0.70	0.08	1.14	0.17	1.55	0.27	1.68	0.33	1.84	0.41	2.04	0.49
		c	0.96	0.08	1.40	0.15	1.67	0.24	1.80	0.29	1.95	0.34	2.08	0.41
$3p\ ^5P - 3d\ ^5D^o$	350.54	a	41.4	0.96	30.9	1.00	23.4	0.96	20.6	1.07	18.4	1.14	16.8	1.01
(3)		b	1.50	0.22	2.26	0.42	2.84	0.64	3.07	0.76	3.34	0.88	3.63	1.06
		c	1.90	0.21	2.65	0.38	3.05	0.55	3.27	0.63	3.52	0.73	3.69	0.87
$3d\ ^5D^o - 4f\ ^5F$	424.70	a	990	-2.01	158	-3.88	129	-3.1	120	-2.75	110	-3.28	99.9	-3.02
(9)		b	11.5	-7.37	15.7	-10.7	19.6	-14.8	21.9	-16.5	24.8	-19.0	28.2	-21.5
		c	11.9	-5.98	15.0	-8.59	18.0	-12.2	19.4	-13.3	21.5	-15.4	23.3	-17.7

Atomic energy levels needed for the calculation have been taken from Bashkin and Stoner (1975). The calculations have been performed for electron temperatures between 5 000 K and 100 000 K.

Calculated W and d values are presented in Table 2.

4. RESULTS AND DISCUSSION

Our measured (W_m and d_m) and calculated (W and d) values at a given electron temperature (T) and density (N) are given in Tables 1 and 2, respectively. For each value given in Table 2, the collision volume multiplied by the perturber density is much less than one and the impact approximation is valid (Sahal-Bréchot, 1969a,b).

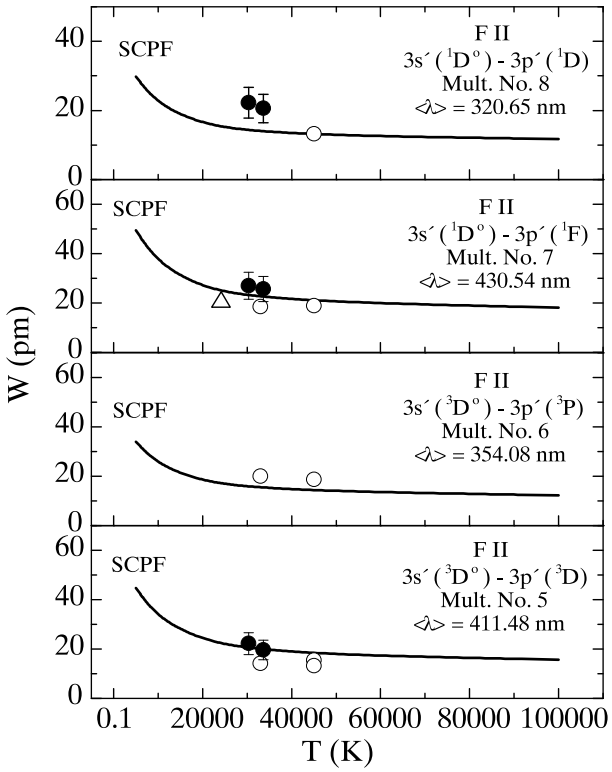


Figure 1: F II Stark widths (W in pm) as a function of the electron temperature (T) in the $3s - 3p$ transition at 10^{23} m^{-3} electron density. •, our experimental results, △, Platiša et al. (1977) and ∘, Djeniže et al., (1991). SCPF (full line) represents our calculations using the semiclassical perturbation formalism. Error bars include the uncertainties of the width and electron density measurements (±20%).

To compare the measured and calculated Stark FWHM values, we have presented in Figs. 3-8 an existing experimental data set including our results, together with our (SCPF) theoretical results and those from Griem (1974) (G).

The F II W values generated by protons and helium ions are up to 5-10 times smaller than the widths generated by electrons and show weak dependence on the temperature (see Table 2). The F II d values generated by electrons, protons and helium ions are very small, except for the multiplet No. 9, and are of the same magnitude.

Very good agreement has been found among our measured and calculated F II W and d values. Existing experimental W values (Djeniže et al., 1991; Platiša et al., 1977) also agree with our calculated values (see Fig. 1). Griem's (1974) W values lie below ours.

On the basis of the obtained W and d values we can conclude that a good agreement is found between our measured and calculated (SCPF) W values (within the

experimental accuracy and uncertainties of the calculations) in the case of the F II lines that belong to the $3s - 3p$, $3d - 4f$ and $3s' - 3p'$ transition.

We found that the Stark width generated by electrons is dominant and that the proton and helium ion contributions to the total Stark width can be neglected up to 150 000 K.

Our calculated Stark shift d values are generally very small (< 1 pm) with negative sign in the case of the F II lines belonging to the $3s - 3p$ and $3s' - 3p'$ transitions except for the muliplet No. 8 where the calculated d values have a positive sign. Small d values with positive sign are found for the $3p - 3d$ transition. In the case of the $3d - 4f$ transition the calculated d values are less than 4 pm with a negative sign.

We hope that the results presented in this paper, for Stark broadening parameters of the F II spectral lines, will be of interest for a number of problems in plasma physics and astrophysics.

Acknowledgements

This work is a part of the projects "Determination of the atomic parameters on the basis of the spectral line profiles" (OI 1228) and "Influence of collision processes on astrophysical plasma line shapes" (GA 1195) supported by the Ministry of Science and Environment Protection of the Republic of Serbia.

References

Bashkin, S., Stoner, Jr.J.J.: 1975, Atomic Energy Levels and Grotrian Diagrams, Vol. 1., North-Holland, Amsterdam.
Dimitrijević, M.S.: 1996, *Zh. Prikl. Spectrosk.*, **63**, 810.
Djeniže, S., Labat, J., Srećković, A., Labat, O., Platiša, M., Purić, J.: 1991, *Physica Scripta*, **44**, 148.
Djeniže, S., Srećković, A., Jelisavčić, M., Bukvić, S.: 2002, *Astron. Astrophys.*, **389**, 1086.
Griem, H.R.: 1974, Spectral Line Broadening by Plasmas, Academic Press, New York.
Highberger, J.L., Savage, C., Bieging, J.H. and Ziurys, L.M.: 2001, *Astrophys. J.*, **562**, 790.
NIST: 2003, Atomic Spectra Data Base Lines (Wavelengths ordered), `http://www.physics.nist.gov.`
Lodders, K.: 2003, *Astrophys. J.*, **591**, 1220.
Platiša, M., Dimitrijević, M.S., Popović, M.V., Konjević, N.: 1977, *Astron. Astrophys.*, **54**, 837.
Purić, J., Konjević, N.: 1972, *Z. Phys.*, **249**, 440.
Sahal-Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.*, **1**, 91.
Sahal-Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.*, **2**, 322.
Srećković, A., Bukvić, S., Djeniže, S., Dimitrijević, M.S.: 2004, *Astron. Astrophys.*, accepted.
Zhu, C., Krems, R., Dolgano, A. and Balakrishnan, N.: 2002, *Astrophys. J.*, **577**, 795.

Зборник радова конференције "Развој астрономије код Срба IV"
Београд 22-26. април 2006,
уредник М. С. Димитријевић
Публ. Астр. друш. "Руђер Бошковић" бр. 7, 2007, 247-256

НАЈВЕЋИ ВИЗАНТИЈСКИ АСТРОНОМ НИЋИФОР ГРИГОРА И СРБИ

ЕФСТРАТИОС ТЕОДОСИУ[1] , ВАСИЛИОС МАНИМАНИС[1],
МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ[2] и ЕМАНУЕЛ ДАНЕЗИС[1]

[1]*Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, School of Physics, University of Athens, Panepistimiopolis,Zografos 157 84, Athens, Greece*
e-mail: etheodos@phy.ua.gr
e-mail: vmanimanis@phy.ua.gr
e-mail: edanezis@phy.ua.gr

[2]*Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд, Србија*
e-mail: mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu

Резиме. Нићифора Григору (1295-1360) сматрају највећим астрономом Византије, а заједно са његовим учитељем Теодором Метохитом је међу најзначајнијим ученим људима ове империје. Григора је 1324. године први предложио поправке Пасхалног рачуна и реформу Јулијанског календара сличну оној, коју је 1582. извео папа Гргур XIII. Његоба чувена *Историја Византије* је посебно важан извор за истраживање средњовековне Србије. Такође је био у дипломатској мисији на двору краља Стефана Дечанског.

1. ЖИВОТ И ДЕЛА НИЋИФОРА ГРИГОРЕ

Највећи византијски астроном Нићифор Григора (1295-1360) рођен је у Хераклеји на Црном мору (Понт) где је добио основно образовање. Пошто су му родитељи умрли када је имао десет година, подигао га је ујак Јован (1249-1328), бискуп Хераклеје. Он је васпитавао и поучавао Нићифора и упознао га са делима старогрчких писаца, посебно са Платоном. Када је напунио двадесет година ујак га је послао у Константинопољ да продужи школовање. Патријарх Јован XIII (1315-1328) учио га је Аристотеловој логици. Отприлике у исто време, Нићифор се упознао са најеминентнијим филозофом платонистом и великим логотетом (нека врста председника владе) Византијске империје Теодором Метохитом (1260-1332), кога

сматрају највећом претечом Ренесансе у грчком свету. Метохит је Нићифора поучавао филозофији, астрономији и математици. Григора је показао да је достојан свога учитеља, са којим је имао и додатни заједнички интерес – политику.

Године 1320. Теодор Метохит је претставио свог сјајног ученика Андронику II Палеологу (1282-1328), који је, захваљујући својој вештини и интелигенцији задобио царево поверење.



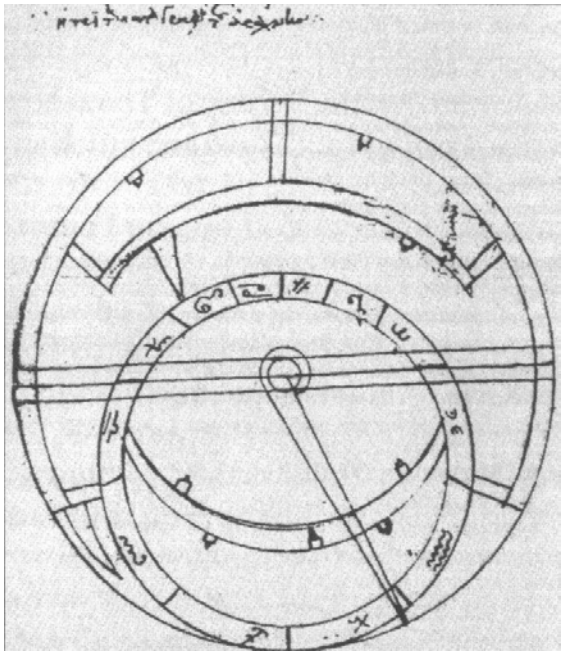
Слика 1. Цар Андроник II Палеолог.

Григора је основао «Моне тес Хорас» («Земаљски манастир»), изврсну школу где је започео да предаје филозофију, математику и астрономију већем броју византијских и европских студената. .

Његов велики опус покрива различите дисциплине као што су историја, теологија, филозофија, астрономија итд., готово све области византијске науке. Био је homo universalis свога доба. Његова *Историја Византије* (*Ρωμαϊκή Ιστορία*) у тридесет и седам књига-поглавља посебно је важна. У седам првих описани су догађаји од 1204. до 1320. док осталих тридесет детаљно покривају период од 1320. до 1359.

У Нићифоровим филозофским радовима, утицај учитеља Теодора Метохита је очигледан. Вероватно захваљујући својим студијама математике, Григори су били блиски Платонови погледи а не Аристотелови,

што је још један елемент различитости између учених људи Византије и западне Европе, Ипак, Григора је највеће домете достигао у астрономији. Допунио је дело Метохита *Елементи астрономске науке*



Слика 2. Из Ватиканског кодекса (Codex Vaticanus) група 318 лист 143n: Нићифор Григора «Како направити астролаб», дијаграм са потписом «треће бележење арахне (решетке).

(*Στοιχείωσις επί τη αστρονομική επιστήμη)*, који је у основи увод за Птолемејеву *Синтаксу*. Значајни су му радови: *О противницима астрономије* (*Περί των υβριζόντων τήν Αστρονομίαν)*, *Молбе за астрономију* (*Παρακλητική περί Αστρονομίας)*, *Како да се направи астролаб* (*Πώς δεί κατασκευάζειν αστρολάβον)*, и други. Његов посебно важан допринос је предлог за реформу Јулијанског календара и тачније одређивање датума Ускрса, који је дао цару Андронику другом 1324. године, више од двеста педесет година пре Гргура тринаестог. Као астроном превазилази све који су се у његово доба бавили овом науком на истоку и на западу.



Слика 3. Из Ватиканског кодекса (Codex Vaticanus) група 318 лист 146n-147r: Нићифор Григора *Како направити астролаб*.

Касније, после абдикације његовог заштитника Андроника другог 1328. године, Григора је пао у немилост, изгубио имање и повукао се из јавног живота. Патријарх Константинопоља Исаија (1323-1332) поставља 1330. године Григору, како због говорничке вештине тако и због теолошког знања, на чело делегације Православне цркве, послате да учествује у дијалогу о уједињењу са Католичком. Григора се суочио са делегатима папе Јована XXII (1316-1334) не уступајући ни стопу пред њиховим захтевима за папски примат.

Исте године почиње борбу против грчког јеретичког аристотелијанског филозофа и калуђера Варлаама (1290-1348). Из повученог живота се вратио 1331. године, јавном расправом са Варлаамом коју је добио. Нови цар Андроник трећи (1328-1341) поставио га је на дужност «великог учитеља империје».

После 1349, активно учествује у противљењу следбеницима Григорија Паламаса (1296-1360), који су тежили да постигну духовно испуњење путем непрекидних молитви и ћутањем. Отуда је назив покрета (hesychia = ћутање, тишина). Паламас је чак написао говор против Григоре под насловом *О Григорином лажном писању и безбожности (Περί τής του Γρηγορά ψευδογραφίας ομού και δυσσεβείας).* На његову несрећу Православна црква је усвојила Паламасово учење и канонизовала га. Пао је у немилост и Свети синод Влахерне је осудио 1351. године његове идеје, а цар

Јован Шести Кантакузен (1347-1355) га је ставио у «кућни притвор» у «Моне тес Хорас» («Земаљски манастир»), без могућности да буде у вези са својим следбеницима. То су биле плодне године када је написао *Историју Византије* и бројне радове из реторике, поезије и филозофије, поеме, говоре и сто шездесет и једно писмо. Био је ослобођен када се Јован Пети Палеолог поново вратио на престо 1355. године.

Нићифор Григора је преминуо почетком 1360. године не одустајући од својих погледа. Фанатична руља је оскрнавила тело покојника, пошто је оштра борба између људи различитих погледа, појачавала фанатизам а ограничила разум.


TRADITIO CATHOLICA.
SÆCULUM XIV. ANNUS 1340.

ΝΙΚΗΦΟΡΟΥ
ΤΟΥ ΓΡΗΓΟΡΑ
ΡΩΜΑΙΚΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ
ΛΟΓΟΙ ΛΖ'.

NICEPHORI GREGORÆ
BYZANTINÆ HISTORIÆ
LIBRI XXXVII,
POST HIERONYMI WOLFII, DU CANGII, JOANNIS BOIVINI, IMMANUELIS BEKKERI CURAS IN UNUM COLLECTI,

ACCURANTE ET DENUO RECOGNOSCENTE J.-P. MIGNE,
BIBLIOTHECÆ CLERI UNIVERSÆ,
SIVE
CURSUUM COMPLETORUM IN SINGULOS SCIENTIÆ ECCLESIASTICÆ RAMOS EDITORE.

PATROLOGIAE GRAECAE TOMUS 148

TURNHOLTI (BELGIUM)
TYPOGRAPHI BREPOLS EDITORES PONTIFICII

Слика 4. Насловна страна *Историје Византије* Нићифора Григоре.

2. ЗНАЧАЈ НИЋИФОРА ГРИГОРЕ ЗА СРБЕ

Капитално дело Нићифора Григоре *Историја Византије* (прештампана је у 148. и 149. тому серије *Patrologia Graeca*, Patrologiae cursus completus, series graeca, Migne, 1857–1866), је посебно значајан извор за српску средњовековну историју. У 37 књига писац описује догађаје од 1204. до 1359, убацујући и астрономске, географске и теолошке садржаје. Разматрани период се у Србији односи на време од Стефана Првовенчаног до почетка владавине цара Уроша Петог. Посебан значај *Историје* је што је написао савременик и учесник у догађајима, који је био и на двору краља Стефана Уроша Трећег Дечанског и његовог сина, «младог краља», будућег цара Срба и Грка Стефана Душана.



Слика 5. Динар Стефана Душана, цара Срба и Грка, из збирке Сергија Димитријевића (Димитријевић, 2001). На овом такозваном крунидбеном динару, кованом после крунисања Стефана Душана за цара Срба и Грка (Imperator Rascianorum et Romaiorum или Cbtjmfvt !lbj!bvuplsbuxs !Tfscjbt!lbj Sxnbojbt*16. априла 1346. у Скопљу, виде се два анђела која му на главу стављају царску круну (стема). Ћирилички натпис је С[ТЕ]Ф[АН]Ь Ц[А]Р.



Слика 6. Динар краља Стефана Уроша Трећег Дечанског, из збирке Сергија Димитријевића (Димитријевић, 2001). Ћирилички натпис је СТЕФАНЬ ОУРОШЬ ТРНТН (Стефан Урош трећи - Н се у то време читало као грчко слово i).

Од посебног интереса за астрономију је Григорин опис битке на Велбужду, 28. јула 1330, између српске војске под вођством краља Стефана Дечанског и бугарске коју је предводио цар Михаил Шишман. У овом делу своје *Историје* он даје детаљан опис помрачења Сунца од 16. јула исте године (види нпр. Ћирковић и Ферјанчић, 1968, стр. 208-209), датирајући прецизно битку уз помоћ астрономских чињеница.

У пролеће 1327. Григора учествује у дипломатској мисији на двору краља Стефана Уроша Трећег Дечанског, са следећим задатком. Друга краљева супруга, са којом се венчао 1324, била је Марија Палеолог, ћерка Јована



ΝΙΚΗΦΟΡΟΥ ΤΟΥ ΓΡΗΓΟΡΑ, ΡΩΜΑΙΚΗΣ ἱστορίας βιβλίον πρῶτον.

ΚΕΦΑΛΑΙΑ ΒΙΒΛΙΟΥ α.

Προοίμιον, ἐν ᾧ καὶ δημηγορία τοῦ βασιλέως ἀνδρονίκου τοῦ παλαιολόγου.

Ἀρχὴ τῆς ἱστορίας, διαλαμβάνουσα τὰ μετὰ τὴν ἅλωσιν τῆς Κωνσταντίνου πόλεως.

Βασιλεία θεοδώρου τοῦ λάσκαρι τοῦ πρώτου.

Περὶ τοῦ ἀσὰν ἰωάννου, τοῦ τῶν βουλγάρων ἄρχοντος.

Περὶ ἀλεξίου τοῦ βασιλέως, τοῦ ἐκπεσόντος τῆς βασιλείας.

Περὶ τοῦ πολέμου τοῦ βασιλέως θεοδώρου τοῦ λάσκαρι, μετὰ τοῦ ἀσάν.

ΒΙΒΛΙΟΝ Α.

NICEPHORI GREGORAE HISTORIAE ROmanæ Liber primus.

CAPITA PRIMI LIBRI.

Proœmium, quo & concio Imperatoris Andronici Palæologi continetur.

Initiũ historiæ, qua res ab Vrbe capta exponuntur.

Imperium Theodori Lascaris primi.

De Ioanne Asane, Bulgarorum principe.

De Alexio Imperatore, post amissum imperium.

De bello ab Imperatore Theodoro Lascari cum Asane gesto.

LIBER I.

Слика 7. Двојезични (грчки и латински) текст *Историје Византије* Нићифора Григоре у библиотеци у Базелу.

Палеолога, братанца цара Андроника Другог, и Ирине, ћерке Теодора Метохита. Заједно са својим зетом, српским краљем, Јован Палеолог је започео борбу против Андроника Другог и умро у Скопљу крајем 1326. или почетком 1327. Његова удовица Ирина, ћерка великог логотета Теодора Метохита, одбила је да се врати у Константинопољ. Он је замолио цара да пошаље Григору, Иринину учитеља, у дипломатску мисију на двор Стефана Дечанског у Скопљу, са задатком да је убеди да се врати у Константинопољ. Григора је то успешно урадио и детаљно је описао пут у Србију у писму Андронику Зариди (види нпр. Ћирковић и Ферјанчић, 1968, стр. 147), које је готово у целости укључено у *Историју Византије*.

Григора астроном лако се може препознати у следећем пасажу из описа његовог путовања: *«...И носили смо се као неке планете, поверивши се Богу и нејасним надањима. При том се спусти ноћ; «смири се Сунце и на путеве спусти се тама»* [Хомерова *Одисеја*, II, 388] *а Месеца није било. Пошто је претходно био пун, сада је Месец био изван центра у односу на Земљу и према Сунцу се налазио у четвороугаоном положају и није нам почетком ноћи уопште поклањао зраке. Због тога смо ишли кроз густи мрак, као они за које кажу да су силазили поред Тенара у Хад, или за оне који су ишли по подземна пророштва Трофонија* [Код Тенара на југу Пелопонеза био је мит-ски улаз у Хад а подземно пророчиште Трофонија било је у Беотији]. *Овој ноћи без месечине придружила се и сенка околних брда. Она су толико висо-ка да су нам закривала само небо тако да није било могуће, према изреци, да звездама усмеримо правилно ово несрећно путовање* [Радошевић, 1968].

Нићифор Григора је био изузетна личност, веома значајан византијски научник и плодан писац, који има значај и за српску историју и историју српске астрономије, заједно са својим учитељем Теодором Метохитом (види нпр. Vlahakos, 2003; Wolf, 1877).

Захвалница

Овај рад је урађен у оквиру пројекта 146022 *Историја и епистемологија природних наука*, код Министарства за науку и заштиту животне средине Републике Србије.

Литература

Vlahakos, P.: 2003, *Nicephoros Gregoras*, Zetros editions, Thessaloniki (in Greek).

Димитријевић, Сергије: 2001, *Каталог српског средњовековног новца*, Српска академија наука и уметности и Завод за уџбенике и наставна средства, Београд.

Migne, J.-P.: 1857-1866, *Patrologia Graeca* (P.G.), Patrologiae cursus completus, series graeca, Turnholti, Belgium. Typographi Brepols Editores Pontificii, **148**, 149.

Радошевић, Никола: 1968, "Нићифор Григора учествује у посланству у Србију", *Византијски извори за историју народа Југославије*, **VI**, 620.

Ћирковић, Сима, Ферјанчић, Божидар: 1968, "Нићифор Григора", *Византијски извори за историју народа Југославије*, **VI**, 145.

Wolf, R.: 1877, *Geschichte der Astronomie*, München, pp. 162-166

ЕФСТРАТИОС ТЕОДОСИУ , ВАСИЛИОС МАНИМАНИС, МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ и ЕМАНУЕЛ ДАНЕЗИС

THE GREATEST BYZANTINE ASTRONOMER NICEPHOROS GREGORAS AND SERBS

Nicephoros Gregoras (1295-1360) is considered along with his teacher, Theodoros Metochites, as the most significant scholar and the greatest astronomer of Byzantium. Gregoras was the first to propose, in 1324, a correction to the calculation of the Easter, and the reform of the Julian calendar similar to the one adopted later, in 1582, by the Pope Gregory XIII. His famous book *Byzantine history* is an important source for the researches on medieval Serbia. He was also in a diplomatic mission on the court of serbian king Stefan Dečanski.

Зборник радова конференције "Развој астрономије код Срба IV"
Београд 22-26. април 2006,
уредник М. С. Димитријевић
Публ. Астр. друш. "Руђер Бошковић" бр. 7, 2007, 453-460

КОСМОЛОГИЈА У «БЕСЕДАМА НА ШЕСТОДНЕВ» ВАСИЛИЈА ВЕЛИКОГ И УТИЦАЈ ОВОГ ДЕЛА КОД СРБА

ЕМАНУЕЛ ДАНЕЗИС[1], ЕФСТРАТИОС ТЕОДОСИУ[1] и
МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ[2]

[1]*Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, School of Physics, University of Athens, Panepistimiopolis,Zografos 157 84, Athens, Greece*
e-mail: edanezis@phy.ua.gr
e-mail: etheodos@phy.ua.gr

[2]*Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд, Србија*
e-mail: mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu

Резиме. Анализирају се космолошки погледи у време Св. Василија Великог (330 – 379) на основу једног од његових најзначајнијих дела «Беседе на шестоднев», које је превођено у средњем веку на српски језик и утицало на астрономске садржаје у српским средњовековним рукописима. Посебно је анализирано: (а) шта је постојало пре настанка спознајног Универзума; (б) време пре настанка света; (в) време као мера старења; (г) безвремено стварање; (д) постојање више Универзума; и (ђ) Универзум без почетка

1. УВОД

Једно од најзначајнијих дела Василија Великог, архиепископа Цезареје и светитеља Православне и Католичке Цркве (330 - 379) је девет «Беседа на шестоднев» у којима, користећи научна сазнања свога времена, покушава да докаже истинитост космолошких догађаја описаних у библијској књизи Постања. Ако ово дело размотримо са становишта историје науке оно је један од најважнијих извора о доминантним астрономским и уопште научним погледима тога времена. Осим тога, у средњем веку је превођено на српски и његов утицај је значајан када се анализира присуство астрономских садржаја у средњовековним српским рукописима. Овде се дискутују космолошки погледи у време Св. Василија Великог на основу његовог дела.

2. ВАСИЛИЈЕ ВЕЛИКИ И ЊЕГОВО ОБРАЗОВАЊЕ

Василије Велики рођен је у Неоцезареји на Црном мору у богатој породици интелектуалаца. Отац му је био имућни адвокат и учитељ говорништва, док су му двојица од седморо браће, Григорије и Петар постали епископи у Ниси и Севастеји.

Свети Василије је започео образовање у Неоцезареји а продужио га у Цезареји у Кападокији где је постао близак пријатељ Григорија Теолога. У Цезареји вероватно упознаје Јулијана, касније императора Источног римског царства. Студије је завршио у Константинопољу, где је био ученик чувеног говорника Леванијуса.

Када је имао 21 годину Василије долази у Атину, главни центар универзитетских студија, где су чувене филозофске школе које су отворили Платон и Аристотел још радиле. У њима су предавали истакнути софисти тога времена Емеријус и Проерезијус. У Атини Василије учи реторику, граматику, филозофију, дијалектику, астрономију, геометрију, аритметику и, у мањој мери, медицину. Пошто је за четири године завршио овај циклус студија, враћа се, 356. године, у Цезареју.

Из образовних и духовних разлога, 357. године је направио велико и дуготрајно путовање по Сирији, Палестини, Месопотамији и Египту. Пошто је завршио и овај нови образовни циклус, вратио се у отаџбину 358. године.

После повратка у Кападокију и петогодишње аскетске изолације и промишљања, постао је 364. свештеник а после смрти Еузебија, архиепископ Цезареје.

Због великих моралних и духовних врлина, као и због његових дела, Хришћанска црква га је канонизовала.

3. «БЕСЕДЕ НА ШЕСТОДНЕВ» ВАСИЛИЈА ВЕЛИКОГ И СРБИ

Јанковић (1989) наглашава значај који као извор за проучавање астрономских знања код Срба имају црквена дела у којима се коментарише библијска књига Постања. Међу најзначајнија дела ове врсте убраја «Беседе на шестоднев» Василија Великог, које је преведено на српски језик. Најстарији превод, из 1400. године, је у хиландарском рукопису број 405, а даје га и рукопис Никона Јерусалимца из 1440, рукопис манастира Савине број 21, рукопис Владислава Граматика из 1469, рукопис број 42 Народне библиотеке из прве половине XIV века, и рукопис Гаврила Стефановића Венцловића из 1734, који се налази у Српској академији наука и уметности као рукопис број 135. Епископ Гаврило га је превео на савремени језик и штампао у Београду 1868.

Ово дело имало је велики утицај на Србе који су у средњем веку писали о космолошким темама у различитим коментарима прве Мојсијеве књиге Постања, о чему је Јанковић (1989) детаљније писао. Овде бисмо истакли да најстарији сачувани астрономски рукопис на српском језику, који помиње

Јанковић (1989), «Шестоднев» Теодора Граматика сачињен 1263. у Хиландару, представља превод манускрипта који је на старословенском, за бугарског цара Симеона, написао у X веку, под великим утицајем књиге Св. Василија Великог, извесни Јован. Да би то показао, Јанковић (1989) детаљно напоредо анализира одломке оба текста.

3. НЕКА КОСМОЛОШКА ПИТАЊА У «БЕСЕДАМА НА ШЕСТОДНЕВ» ВАСИЛИЈА ВЕЛИКОГ

Када је у питању наука, а посебно астрономија онога времена, погледи изложени у првој као и у свим осталим «Беседама на шестоднев» могу се сматрати као хармонична мешавина астрономских и уопште научних схватања старих Грка, Вавилонаца и Египћана, што се такође може наћи и у древним јеврејским списима. Овакви ставови су преовлађивали на блиском истоку и у Месопотамији, областима које је Свети Василије посетио на крају свога образовања, да би га употпунио.

Према погледима изнетим у «Шестодневу», Василије Велики је убеђен да је Земља округла и он идентификује северни и јужни географски пол. Такође зна за циклусе појављивања звезда на небу, за појмове географске ширине и дужине, деклинације, и времена потребна да свака планета изведе свој пуни обилазак.

Занимљиво је његово оправдавање Аристотеловског погледа оног времена да је Земља у средишту Универзума:

Земља је, кажу, у средишту свега и пошто је једнако удаљена од свих спољашњих тачака и пошто нема места где би се нагнула, неопходно је да остане на своме месту, пошто ова сличност свуда око ње чини немогућим нагињање ка некој посебној тачки. Овакав централни положај, кажу, Земља нема случајно или неким деловањем већ је то за њу природан и основан положај. Пошто небо има крајњи положај навише, предпоставићемо, кажу, да оно што има тежину пада одозго из свих праваца и да ће се сакупити у средини, те да је очигледно да ће се у тачки ка којој су сви делови управљени, кондензовати цео скуп. Ако сада, камење и дрво и све што долази са Земље тежи ка доле, ту ће бити прави положај целе Земље...

Зато не показуј чуђење што се Земља никуда не нагиње, пошто је њен природни положај у средини. Пошто је неизбежна потреба Земље да остане на своме месту и да га не напусти, нарушавајући законе природе (Basil the Great, 1990).

У богатству информација које можемо извести из прве «Беседе на шестоднев», овде ћемо размотрити шест одломака који се односе на космологију и природу времена.

Напомињемо да изнети погледи нису лични закључци, него научна мисао у време Василија Великог, коју представља дубоки познавалац астрономије

и физике оног доба. Овакав став се може подкрепити чињеницом да у свим беседама Свети Василије почиње излагање научних погледа користећи фразу «кажу».

3.1 Шта је постојало пре настанка спознајног Универзума?

Према Светом Василију:

Привидно, пре овога света било је нешто што наш ум може спознати теоријски, али што је остало изван овог излагања пошто није погодно за људе који још уче и детињасти су у знању. Било је стање старије од стварања света, које одговара силама ван света, стање изван времена, вечно, које увек траје. И у томе стању, Творац и стваралац свега начинио је своје дело... (Basil the Great, 1990).

Видимо да према Светом Василију Универзум није настао из ничега, него је рођен из «нечега» што је постојало пре његовог стварања. Али одакле му такви погледи?

1. Василије Велики је живео и делао током четвртог века, када су били доступни египатски Оксиринкус (Oxyrhynchus) папируси, како се данас зову бројни исписани свитци нађени од 1897. до данас у овом изузетно значајном археолошком налазишту у Египту. У папирусу бр. 2390, насталом у другом веку, тако да је био у прилици да се упозна са њим, налазе се текстови спартанског песника и мислиоца Алкмана, који је деловао у седмом веку пре наше ере, а дошао је на Пелопонез из Сарда у Лидији. Свети Василије је био у прилици да сазна Алкманове космогонијске погледе, саопштене у овим текстовима, пошто је, после завршетка студија, путовао по тим крајевима годину дана. Према Алкману, Универзум је настао од нечега што је постојало раније (Данезис и Теодосију, 1999).

2. Према спису (Кордатос, 1975) Тертулијана "Adversus Hermogenem", његов савременик Хермоген, који је дошао из северне Африке, ширио је доминантна схватања оног времена, када су постојале три теорије о односу Бога и Универзума. Према првој, Бог је стрворио свет из ничега, према другој из своје сопствене супстанце, док је према трећој у Њему постојала вечна материја из које је створио свет.

Свети Василије, који је вероватно познавао ове теорије, прихватио је треће мишљење, мада је Тертулијан, сходно његовим делима "Adversus Hermogenem", "De Censu Animae" и "De Anima",био против тога.

Напоменимо да је Хермоген одбацио прве две теорије после детаљне анализе све три користећи метод *reductio ad absurdum*. Подржавао је гледиште да душа човека има почетак и порекло у вечној материји која је постојала пре стварања света (Кордатос, 1975).

Укажимо овде, да су идеје противне хришћанској доктрини стварања *ex nihilo* у то време присутне, пошто још није било у потпуности кодификовано

и прихваћено Никејско учење. Мада је оно делимично формулисано, како му име каже, на васељенском сабору у Никеји, 325. године, пре него што је Свети Василије био рођен, коначну форму је добило на сабору у Халкедону 451. године, после његове смрти. Сходно томе, није изненађујуће да у то време Свети Василије Велики, Хермоген и александријски Оци (посебно Ориген), нису увек прихватали ову доктрину и имали различите погледе.

3.2 Време пре стварања света

Наведена реченица: «*…Било је стање старије од стварања света, које одговара силама ван света, стање изван времена, вечно, које увек траје.»*, (Basile de Césarée, 1968) посебно је занимљива.

Видимо да Свети Василије у првој «Беседи», пре Светог Августина (Aurelius Augustinus, 354-430 A.D.), износи мишљење да је стање пре стварања света изван људског, мерљивог или Њутновог времена, вечно и бескрајно.

Свети Августин, бискуп Хипоа у северној Африци, један од највећих хришћанских филозофа и отац религиозних схватања западног света, такође је разматрао суштину и структуру времена, често са погледима сличним као код Светог Василија. Његова схватања имају за полазну основу Платонове и Аристотелове ставове о времену. Књига 11 "Исповести" (поглавља 14-37), садржи бриљантну анализу протока времена. Његово основно питање било је: «Шта је Бог радио пре стварања света?». Одговор Светог Августина је да је такво питање бесмислено, пошто пре стварања света није било никаквог осећаја «супстанце коју људи зову време». Време и «векови векова» су резултат свеукупног Стварања. За Бога не постоји време него вечност у смислу безвременског постојања, где појмови прошлости, садашњости и будућности немају значаја.

Ови ставови Светог Августина, савременика Василија Великог (када је Свети Василије умро, Свети Августин је имао 25 година), имали су порекло у доминирајућим схватањима онога доба, у области где је он деловао. Не треба сметнути с ума да је Свети Августин, бискуп у северној Африци, вероватно знао за погледе Хермогена и Светог Василија.

3.3 Време као мера старења

У другом одломку прве «Беседе на шестоднев», Свети Василије дефинише време као меру старења, подвлачећи да оно има различито значење за људе и за Бога:

… проток времена, увек у журби, одлази и никада не прекида кретање. Зар време није такво? Прошлост је ишчезла, будућност још није дошла а садашњост измиче нашој спознаји, пре него што је схватимо... Дакле време је потребно за тела животиња и биљака, која су неком потребом везана за

његов проток и држана заједно кретањем које води у стварање или разарање, одређено природом времена која има посебан аспекат у односу на променљиве ствари (Basil the Great, 1990).

Видимо да је Свети Василије пре Светог Августина дошао до закључка да време није идентично са кретањем, већ изазива и ефекте разарања, односно старења, којима може да се мери.

3.4 Ванвременско (ахроно) Стварање

За појам опажања и природе времена, такође је важан и следећи одломак из прве «Беседе»:

… Или се можда каже «у почетку Бог створи» пошто је Стварање изведено тренутно и без утицаја времена. Он је створио, пошто почетак нема ни делове ни димензије, јер почетак пута још није пут а почетак куће није кућа, нити је почетак времена време па ни његов најмањи део. Ако неко има примедбе и подржава мишљење да је почетак времена време, ставите му на знање да ће бити приморан да подели тај почетак на делове времена који су почетак, средина и крај. Али пронаћи почетак времена је потпуно смешно и онај ко дели почетак направиће два почетка уместо једног, или боље бесконачно много, пошто штагод да подели може се и даље делити ad infinitum (Basil the Great, 1990).

Видимо да је Свети Василије сматрао да је Универзум створен ахроно, односно да је време последица Стварања спознајног света. То је слично Алкмановом мишљењу, описаном у Оксиринкус папирусу бр. 2390 (Данезис и Теодосиу, 1999, стр. 125).

Као што смо већ напоменули, Свети Августин је изнео сличан став мало касније, пошто је закључио да услед те чињенице питање, шта је Бог радио пре стварања света, нема смисла.

3.5 Мноштво Универзума

Пети коментар може се дати на основу следећих одломака прве «Беседе»: *«Дакле уверењем да су Универзуми без вођења и неуправљани путују случајно, они су обманути својим безбожништвом које носе у себи»* (Basile de Césarée, 1968). И даље: «*…Његова стваралачка снага није ограничена мерама једног света, него је бесконачно већа*» (Basile de Césarée, 1968).

У овим одломцима Свети Василије разматра питање: Да ли је наш Универзум јединствен?

Занимљив одговор који се нуди, није у сагласности са теолошким схватањима. Има бесконачно много Универзума сличних нашем.

Скрећемо пажњу да данашња космолошка разматрања, као она Андреја Линдеа Џејента Нарликара (Jayant Narlikar), претпостављају постојање Мултиверзума, који се састоји од одвојених Универзума, што је Свети Василије понудио као могућност стварања много Универзума у контексту шире Креације од оне која је доступна нашој спознаји.

3.6 Универзум који има почетак

На крају, шести одломак прве «Беседе» разматра Универзум који има почетак. У њему се каже:

Дакле, човек не може да замисли да све што видите нема почетак, а пошто тела која се крећу небом имају кружне путање – иако обичним погледом не можемо лако да спознамо почетак круга – не мисли да тела која се крећу кружно природно немају почетак...

… не буди у заблуди да свет није вођен и вечно трајући (без почетка и краја) због чињенице да је њихово кретање правилно и ништа га не прекида…

*…што је почело у неком тренутку времена, неопходно је да се у неком другом завр*ши. *Ако има почетак не сумњај о његовом крају* (Basile de Césarée, 1968).

Сходно претходним разматрањима Светог Василија, заснованим на научним сазнањима тога времена, пошто је Стварање које спознајемо имало почетак, сигурно ће имати и крај. То значи да ни трајање Универзума ни његова старост нису бесконачни. Тако је много пре Александра Александровича Фридмана (1888 – 1925) и опата Жоржа Едуара Леметра (Georges Eduard Lemaître 1894 – 1966), визија Универзума коначног у простору и времену постојала у Медитеранским културама, како је саопштио Свети Василије Велики. На философски и теолошки елегантан начин он промишља Универзум са почетком, постојање нашег спознајног, као и бесконачно мноштво других светова – Универзума.

Захвалница

Овај рад је урађен у оквиру пројекта 146022 *Историја и епистемологија природних наука*, код Министарства за науку и заштиту животне средине Републике Србије.

Литература

Basile de Césarée: 1968, Homelies sur l' Hexameron. 2e éd. Paris: Stanislas Giet, Sources Chrétiennes 26bis, pp. 86-522.

Basil the Great: 1990, Homilies on Hexameron. (in Greek), Athens: Polytypo, Trans. Ignatios Sacalis. Philosophical Speech 5.

Danezis Emanuel; Theodossiou Efstratios: 1999, A presocratic Cosmological proposal. *Journal of Astronomical History and Heritage*, **2** (2): 125-130.

Јанковић Ненад: 1989, Астрономија у старим српским рукописима, Српска академија наука, Посебна издања, књ. DXC, Одељење природно-математичких наука, књ. 64, Београд.

Kordatos Giannis: 1975, Jesus Christ and Christianity. (in Greek), Athens: Bukumanis Publications. Vol. II., pp. 226-263.

COSMOLOGY IN THE "HOMILIES ON HEXAMERON" OF SAINT BASIL THE GREAT AND INFLUENCE OF THIS WORK AT SERBS

One of the most important works of Basil the Great, Archbishop of Caesarea and Saint of the Eastern and Western Christian Church (330-379 A.D.), consists of his nine "Speeches on Hexameron", where, using the scientific knowledge of his time, accompanied by a brilliant theological justification, he tries to prove the truth of cosmological events, described in the biblical book of Genesis.

This work has been translated several times on Serbian and influenced on astronomical contents in medieval serbian manuscripts

Considering the "Speeches on Hexameron" of Saint Basil from the point of view of the history of science, this work is one of the most important sources of knowledge concerning the dominant astronomical, and general scientific, views of that epoch.

In the present work, cosmological ideas during the time of Saint Basil were analyzed on the basis of "Hexameron". Particularly were considered the questions: (a) what existed before the Creation of the perceivable Universe? (b) Time before the Creation of the world. (c) Time as the measure of aging. (d) The achronal Creation. (e) The multiple Universes. (f) The Universe with a beginning.

Зборник радова конференције "Развој астрономије код Срба IV"
Београд 22-26. април 2006,
уредник М. С. Димитријевић
Публ. Астр. друш. "Руђер Бошковић" бр. 7, 2007, 461-476

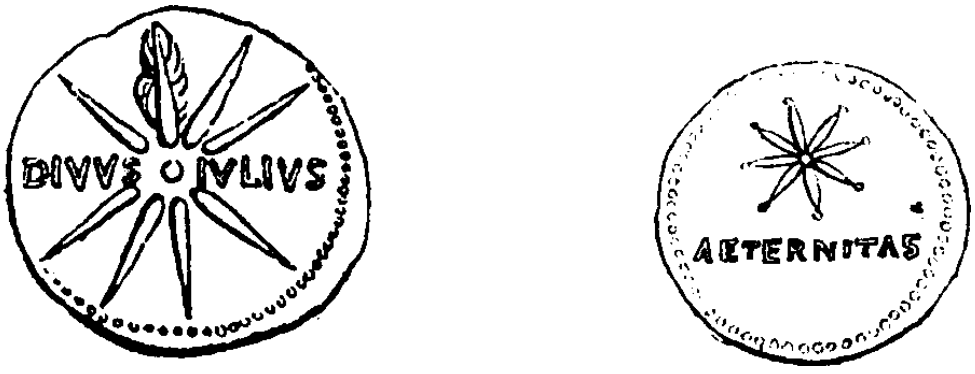
КОСМИЧКИ МОТИВИ У СРПСКОЈ СРЕДЊОВЕКОВНОЈ НУМИЗМАТИЦИ

МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ

Астрономско друштво "Руђер Бошковић", 11000 Београд, Србија

Резиме. Учињен је покушај да се из веома обимног материјала, систематизују, организују, учине прегледнијем и представе астрономској јавности, космички симболи и мотиви у српској средњовековној нумизматици, као и да се назначе елементи могућег методолошког приступа за овакву анализу. Акценат је стављен на појаву звезда, Сунца и полумесеца, у настојању да се дочара целовитија представа о астрономским и космичким прожимањима и узајамним преплитањима са нумизматичком науком, и укаже на још један аспекат интердисциплинарности астрономије. Основа за ово истраживање био је *Каталог српског средњовековног новца* Сегија Димитријевића и остали његови нумизматички радови.

Једно од подручја где су присутни космички мотиви, а што код нас није било посебно проучавано, је и нумизматика. То додатно указује на многоструки и интердисциплинарни значај астрономије, која својим утицајем прожима и инспирише многе области људске делатности, не само у науци него и у култури, уметности, музици, архитектури па и у новчарству.



Слика 1-2. Лево: денар Октавијана Августа (27. пре н.е. – 14) на коме се види комета, са наптисом DIVUS IULIUS - божански Јулије (Цезар). Десно. Денар Фаустине Сениор, жене Антонинуса Пијуса (138-161) са осмокраком звездом.



Слика 3-4. Лево: Двоструки сестерцијус Трајана Децијa (249 – 251). Одевена биста окренута десно. Натпис IMP.C.M.Q.TRAIANUS DECIUS AVG. На глави круна бога Хелиоса са радијалним зрацима. Десно: Антонинијан Емилијанове (252-253) жене Корнелије Супере. Одевена биста, са дијадемом, окренута десно, на полумесецу. Натпис C.CORNEL SUPERA AVG.

Тако се на пример, на новцу античке Грчке јављају Сунце, Месец, звезде, Зодијак и други небески знаци и симболи (Ambrosoli, Gnecchi 1922).

На римском денару Октавијана Августа, кованом у спомен на његовог великог претходника Јулија Цезара, види се комета (Сл. 1), која се над Римом појавила после његовог убиства, и по легенди представља Цезарову душу на путу ка звездама. Звезде и полумесец честа су појава на римском новцу. Усамљена звезда, попут оне представљене на новцу Фаустине Сениор на Сл. 2, често се среће, а последњи пример је на сребрном новцу императора Јулијана Одступника (Апостата) (Sears 1970). Небеско значење није увек очигледно. Тако су се за обележавање двоструке вредности новца у Риму користили симболи Сунца и Месеца. Цар на новцу двоструке вредности има круну са радијалним зрацима попут бога Сунца, Хелиоса, а ако је новац царичин, њена биста лежи на полумесецу. Царица је наиме, као Месец лишен властите светлости и само је одраз свога супруга, чији сјај распростире.

И у нашој средњовековној нумизматици, културно-историјском наслеђу Српског народа, које по лепоти и значају, како је говорио мој отац Сергије Димитријевић, допуњава уметничко богатство наших средњовековних фресака, икона, стећака и илуминираних рукописа, присутна је космичка симболика. Њену анализу олакшава Каталог Димитријевићеве збирке (Димитријевић 2001), највеће приватне збирке оваквог новца која се сада, као његов легат, налази у САНУ. Он ће и нама овде послужити као основа.

Звезде су космички симбол далеко најчешћи на српском средњовековном новцу, по броју и разноликости предсрављања у потпуној несразмери са свим осталим таквим мотивима, као што су Сунце и полумесец. У даљим

разматрањима осврнућемо се и на њих. Звезде се јављају усамљено или више њих, а број крака мења се од четири до осам.



Слика 5-6. Динари краља Уроша Првог (1243-1276) из збирке С. Димитријевића (Димитријевић, 2001, лево Д 5,54, десно Д 5,62. Примерак из збирке Сергија Димитријевића идентификован је у Каталогу збирке Д (Димитријевић, 2001) помоћу броја врсте. По потреби, после косе црте дат је број подврсте, иза кога следи зарез и број примерка у Д. Примерци из збирке Д представљени у овом раду увеличани су 2,5 пута, а редослед је као у Каталогу.).

Лево: Исус Христос са зрнастим нимбусом, у хитону са химатионом, седи на престолу са високим наслоном. Обема рукама држи јеванђеље украшено са пет драгих каменова. Испод левог лакта, шестокрака звезда. Натпис IC XC.

Десно: Краљ Урош Први, лево, и до њега св. Стефан стоје. Краљ без круне огрнут хаљином украшеном драгим камењем, држи у левој руци свитак – акакију, а десном прима крстати барјак. Светитељ са зрнастим нимбусом у стихару, са огртачем, левом руком држи на грудима јеванђеље украшено са пет драгих каменова, а десном пружа барјак. Поред дршке од барјака, у дну са светитељеве стране, шестокрака звезда. Натпис VROSIVS SSTEFAII.

У средњовековној традицији, звезде су пре свега извор светлости. Оне дају небеско значење цркви на чијем су своду приказане и симболизују сукоб између духовних снага или светлости и материјалних снага или мрака.

Chevalier и Gheerbrant (1987, стр. 813) наводе да је петокрака звезда симбол људског микрокосмоса. Благословена је када горњи крак показује навише, а у супротном случају је симбол црне магије. Шестокрака симболизује обухватање духа и материје, активног и пасивног принципа, закон еволуције. Она је магични печат краља Соломона и Давидов штит (Бидерман 2004). Седмокрака је сродна симболици броја седам, сједињује



Слика 7-8. Динари краља Драгутина (1276-1316) и краља Милутина (1282-1321) из збирке С. Димитријевића (Димитријевић, 2001, примерак лево Д 12/2,49, примерак десно Д 20/5,18).

Лево: Краљ Драгутин, без круне, у дугачкој хаљини, седи на престолу без наслона. У десној руци држи скиптар са крстом на врху а у левој мач положен на крилу. Изнад мача, код десног лакта, шестокрака звезда. Натпис MONETA REGI(S) STEF(AII).

Десно: Краљ Милутин, лево, и до њега св. Стефан, стоје. Краљ без круне огрнут хаљином украшеном драгим камењем, држи у левој руци свитак – акакију, а десном прима крстати барјак. Светитељ са зрнастим нимбусом у стихару, са огртачем, левом руком држи на грудима јеванђеље украшено са пет драгих каменова, а десном пружа барјак. Поред дршке од барјака, у дну са краљеве стране, петокрака звезда. Натпис SSTEFAN VROSIV REX.



Слика 9-10. Новац краља Душана (1331-1345) из збирке С. Димитријевића (Димитријевић, 2001, примерак лево Д 36,1, десно Д 37,3).

Лево: Шлем окренут лево, са челенком и перјаницом од три пера на врху. Вертикални зрнасти низ дели га на два поља. На четири угла јастука који је украшен низом тачака налазе се по три тачке. На јастуку ружица. Са обе стране шлема по једна шестокрака звезда. Натпис STE(FAII).+.RE.X.

Десно: Краљ Душан, лево, и до њега св. Стефан, стоје. Краљ са рачвастом круном, огрнут хаљином украшеном драгим камењем, држи у левој руци свитак – акакију, а десном прима високи двоструки крст. Светитељ са зрнастим нимбусом у стихару, са огртачем, левом руком држи на грудима јеванђеље украшено са пет драгих каменова, а десном пружа двоструки крст. У његовом подножју је обрнута петокрака звезда. Натпис STEPAN REX SSTEFAN.



Слика 11-12. Новац Стефана Душана из збирке С. Димитријевића (Димитријевић, 2001, примерак лево Д 41/КМ, 106, десно Д 52/1,25).

Лево: Шлем са челенком и перјаницом од три пера на врху, окренут лево. Вертикални зрнасти низ дели га на два поља. На четири угла јастука украси од три груписане тачке. Под шлемом штит са шестокраком звездом. Натпис STEFANUS DEIGRA:RX.

Десно: Исус Христос са зрнастим нимбусом у хитону са химатионом, стоји у мандорли. Левом руком држи јеванђеље украшено са пет драгих каменова, а десном благосиља. У мандорли лево четири а десно пет шестокраких звезда. До мандорле лево L десно A. Натпис IC-IC.

четвороугао и троугао, представља «космичку лиру, музику сфера, склад света, седмобојну дугу, седам планетарних зона...»

У Библији, Данијел (12:3) симболом звезде означава вечни живот праведника, вазнесење у стање небеских звезда. У Апокалипси, Христ држи седам звезда у руци (1:16-20,2:1,3:1) а помињу се и седам цркава што све указује на седам планета. Звезда се сматра и представом лика и имена очекиваног Месије. Симбол Христа је сјајна звезда Даница, а Витлејемска звезда се најчешће приказује са осам кракова.



Слика 13-14. Новац цара Душана из збирке С. Димитријевића (Димитријевић, 2001, примерак лево Д 72/7,157, десно 81/5,277).

Лево: Цар Душан са куполастом круном, лево и царица Јелена са рачвастом круном, десно, стоје. Обоје између себе једном руком држе високи двоструки крст, другом скиптар са крстом на врху. У подножју крста велика осмокрака звезда, или можда Сунце.

Десно: Лево цар Душан, десно царица Јелена (?), са рачвастим крунама, у дивитисионима, седе представљени у профилу на престолу без наслона. Између њих, у врху, полумесец.



Слика 15-16. Новац цара Душана из збирке С. Димитријевића (Димитријевић, 2001, примерак лево Д 82/2,283, десно Д 83/5,309).

Лево: Цар Душан са куполастом круном у дивитисиону седи на престолу са ниским наслоном. У десној руци држи скиптар са крстом на врху. Под ногама супеданеум. До цара, десно, полумесец.

Десно: Цар Душан са куполастом круном, лево и царица Јелена са рачвастом круном, десно, у дивитисионима, седе на престолу без наслона. Оба скиптра које држе су са крстом на врху. Између цара и царице, у врху, полумесец.




Слика 17-18. Заједнички новац деспота Јована Оливера (средина XIV века) и Вукашина Мрњавчевића из збирке Cabinet de Medailles у Паризу (Димитријевић, 2001, Д 93, 1 фото).

На аверсу крст чији се краци завршавају кратким дебелим попречним цртама. Из њих полазе два рељефна листа која се завршавају са три дела. Листови се савијају на супротне стране. Између кракова натпис ДЕС/ПОТ IO/AN ВЛР/КА ШН.У средини крста петокрака звезда. Димитријевић (2005, стр. 14) наглашава изузетну перспективу у четири плана која се опажа на овом новцу (позадина, рељефно израђени попречни део крста, преко њега положен вертикални део, и најзад звезда).

На реверсу, цар (Душан ?) са круном од које висе препендулије са два зрна на крајевима и зрнастим нимбусом. Владар стоји обучен у дивитисион са манијаком и лоросом и доњом украшеном бордуром (обьтоки). У дну хаљине са обе стране наставци који вероватно представљају делове јастука (Димитријевић, 2005, стр. 15) на коме стоји. У десној руци скиптар са крстом. Преко леве руке којом се подбочио виси лорос и завршава се украсом у виду три груписане тачке. До владара, лево и десно, петокрака звезда.

У *Каталогу српског средњовековног новца* (Димитријевић 2001), усамљена звезда се први пут појављује на врсти Д 5 краља Уроша I. На овим динарима, јављају се различите словне ознаке и знаци, а међу њима и шестокрака звезда. Марић (1956, стр. 261) напомиње да је закупац ковнице «означен шестокраком звездом испод левог лакта Исуса», а Димитријевић (1957, стр.113) истиче да се овакве ознаке «везују за закупце ковница, надзорнике ковница, резаче калупа и златаре који кују новац.»

Са разлогом, шестокрака звезда се први пут јавља поред Христа (Сл. 5, Д 5, 54) а када је на предњој страни новца (аверсу), онда је поред светог Стефана (Сл. 6, Д 5, 62). Касније, налазимо је и поред владара (Сл. 7, Д 12/2, 49). На динарима краља Милутина по први пут се, на новцима где му заставу предаје свети Стефан, звезда јавља на краљевој страни, али као петокрака (Сл. 8, Д 20/5, 18), симбол људског микрокосмоса.



Слика 19-20. Новац Марка Вукашиновића и деспота Стефана Лазаревића (1402-1427) из збирке С. Димитријевића (Димитријевић, 2001, примерак лево Д 153,1, десно Д 247,8).

Лево: Христ са са зрнастим нимбусом, у хитону са химатионом, стоји испред супеданеума. Левом руком држи јеванђеље украшено са пет драгих каменова, десном благосиља. У супеданеуму, лево и десно петокрака. Лево од њега три а десно четири такве звезде.

Десно: Христ са зрнастим нимбусом, у хитону са химатионом, седи на престолу са високим наслоном. Левом руком држи јеванђеље украшено са пет драгих каменова, десном благосиља. Лево и десно по два детаља, који унеколико изгледају као облачићи.



Слика 21-22. Новац деспота Стефана Лазаревића из збирке С. Димитријевића (Димитријевић, 2001, примерак Д 243,7).

На аверсу, деспот Стефан Лазаревић, гологлав, у властеоској хаљини, стоји. Десном руком држи скиптар са двоструким крстом. Код левог лакта шестокрака звезда. Натпис ДЕСПОТС/ТЕФАN.

На реверсу Исус Христос са зрнастим нимбусом у хитону са химатионом, стоји у мандорли. Левом руком држи јеванђеље украшено са пет драгих каменова, десном благосиља. Са обе стране, унутар мандорле, по три шестокраке звезде.



Слика 23-24. Новац деспота Стефана Лазаревића из збирке С. Димитријевића (Димитријевић, 2001, примерак лево Д 256,19, десно 265,31).

Лево: Натпис у четири реда ГНЬ/ДЕСПО/ТСТЕФ/АНЬ. Са леве и десне стране речи Г[ОСПОДИ]НЬ, по једна шестокрака звезда.

Десно: Натпис у три реда ДЕ/СПО/ТЬ. Као украс, у првом и задњем реду, пре почетка и краја текста, шестокрака звезда (прва лево се не види). У средњем реду по један крин.



Слика 25-26. Новац деспота Стефана Лазаревића (Димитријевић, 2001, примерак 272,2 фото).

На аверсу шестокрака звезда, са натписом ДЕСПОТ у крацима.

На реверсу, шлем са волујским роговима окренут десно. До шлема лево Д, десно Е. Изнад рогова украс од четири тачке. Лево и десно и испод слова Д по једна петокрака звезда; доле, Сунце.

У доцнијем периоду, број звезда почиње да се увећава. Код Стефана Дечанског, на примерку Д 32/16, 28 по први пут се виде две шестокраке звезде, у Исусовом престолу, лево и десно. Код Душана, уместо богобојажљиво коришћеног симбола, оне постају декоративни елемент са обе стране чекркли челенке (Сл. 9, Д 36, 1). Занимљив је и особен примерак новца краља Душана (Сл. 10, Д 37,3), где се у подножју великог двоструког




Слика 27-28. Новац деспота Стефана Лазаревића (лево Д 281, 2 фото, десно Д 283, 1 фото).

Лево: Шестокрака звезда (Димитријевић, 2005, стр. 315).

Десно: Равнокраки крст преко четвороугаоне структуре. У четири поља по две групе са по три тачке; између њих шестокрака звезда.




Слика 29-30. Новац деспота Стефана Лазаревића из збирке С. Димитријевића (Димитријевић, 2001, примерак лево Д 283,51, десно Д 284, 53).

Лево: Крст, међу крацима четири шестокраке звезде.

Десно: Три петокраке звезде поређане у облику троугла.




Слика 31-32. Новац деспота Ђурђа Бранковића (1427-1456) из збирке С. Димитријевића (Димитријевић, 2001, примерак лево Д 294,1, десно Д 300,14).

Лево: Глава деспота Ђурђа окренута лицем; около натпис ГЮ*Ь*РЬ*Г*, са четири шестокраке звезде.

Десно: Лав корача, окренут на лево. Около, у прстену натпис. Лево до лава петокрака звезда.




Слика 33-34. Новац деспота Ђурђа Бранковића (1427-1456) из збирке С. Димитријевића (Димитријевић, 2001, примерак лево Д 308,21, десно Д 315/1,54).

Лево: Лав корача окренут на лево. Натпис ГNД(Е)СПОТГЮРГ. Около, у прстену оивиченом тачкама, шестокраке звезде и цветови.

Десно: Натпис у три реда ГNЬ/ДЕСПО/ТЬГ. На почетку и крају првог и трећег реда шестокрака звезда у шестокракој звезди.




Слика 35-36. Новац деспота Ђурђа Бранковића (1427-1456) из збирке С. Димитријевића (Димитријевић, 2001, примерак Д 309,27).

На аверсу стилизовани натпис ГЮРГЬ. Са леве и десне стране по један крин. Горе, лево и десно, по једна шестокрака звезда. Доле, седмокрака звезда или Сунце.

На реверсу натпис ДЕСПОТ у облику ребуса Са леве и десне стране по један крин. Горе, лево и десно, по једна шестокрака звезда. Доле седмокрака звезда или Сунце.



Слика 37-38. Лево новац Котора, под мађарском влашћу Лудовика Првог (1370-1382), десно новац босанског краља Стевана Томашевића (1461-1463) из збирке С. Димитријевића (Димитријевић, 2001, примерак лево Д 372/1,17, десно Д 420,3).

Лево: Свети Трифун са зрнастим нимбусом у хаљини стоји. У десној руци држи палмову гранчицу. Натпис .S.TRIPON.CATAREN. До светитеља, лево три, десно четири петокраке звезде. Испод ногу, цвет или Сунце.

Десно: Шлем са рачвастом круном на врху, окренут на лево. До шлема десно петокрака звезда уписана у петокраку звезду.

крста, кога свети Стефан даје владару, налази наопако окренута петокрака звезда, постављена као симбол црне магије. Да ли је резач калупа хтео да дочара како свети Стефан крстом уништава и побеђује силе мрака, или је тим чином желео да искаже неко своје лично незадовољство, стављајући знак демонских сила на новац, или пак да га припреми за неки магијски обред, можемо само да претпостављамо, гледајући овај јединствени примерак у нашем средњовековном новчарству.

Упадљив је и примерак Д 41/КМ, 106 (Сл. 11) из збирке Сергија Димитријевића, где је шестокрака звезда присутна као хералдички знак, на штиту.

На српском средњовековном новцу, Христ је често представљен не само са ореолом око главе (нимбус) већ и око целог тела (мандорла). На раном Душановом царском новцу, поред спољашње, јавља се и унутрашња мандорла, коју чине више шестокраких звезда са обе стране (види Сл. 12, Д 52/1, 25), што касније постаје често коришћени мотив (види нпр. Сл. 22, Д 243,7), који описује и Јовановић (2001). У Католичкој цркви, Богородица се понекада приказује са ореолом – нимбусом од звезда, које је красе попут звездане круне. Петокраке звезде што окружују Христа као ореол – мандорла можемо видети и на новцу Марка Вукашиновића – Краљевића Марка, из народних песама (Сл. 19, Д 153, 1) а на новцу Котора под влашћу мађарског краља Лудовика Првог, свети Трифун има звездану мандорлу (Сл. 37, Д372/1, 17).

После Душана, шестокраку звезду на новцу све чешће замењује петокрака. Тако су звезде на новцу цара Уроша у почетку, на врстама Д 95, 1; Д 95, 2 и Д 97, 1 фото, шестокраке а касније (Д 115, Д 119 и Д 122 до 126), преовлађују петокраке. На посебно лепом, јединственом заједничком примерку динара деспота Јована Оливера и Вукашина (Сл. 17-18), чију је перспективност у четири нивоа Димитријевић (2005, стр. 14) посебно истицао, петокрака краси средину «расцветалог» крста а на наличју (реверс) се налази са обе стране владара.

Након пропасти царства, на новцу великаша, преовлађују петокраке. Управо је тако на динарима краља Вукашина Мрњавчевића, његове удовице, краљице Јелене, Марка Вукашиновића, севаста Стевана, Николе Алтомановића, Драгаша Дејановића, кнеза Лазара и Вука Бранковића.

Осмокрака «Витлејемска звезда», јавља се у престолу, лево и десно од Христа на новцу краљице Јелене (Д 152, 1фото), а код Андреаша Вукашиновића (Д 157), Христа краси мандорла од звезда са по седам и осам кракова. Код врсте Д 296, 4 Ђурђа Бранковића, звезде су четворокраке, петокраке и шестокраке. Шестокраке звезде јављају се и на новцу деспота Стефана Лазаревића (Сл. 21, Д 243, 7; Сл. 26, Д 272, 2 фото), где су често само украсни мотив (Сл. 23, Д 256, 19; Сл. 24, Д 265, 31), као и код деспота Ђурђа Бранковића (Сл. 31, Д 294, 1). Ово је нарочито наглашено приказивањем звезде у звезди на Ђурђевом (Сл. 364, Д 315/1, 54) и новцу босанског краља Стевана Томашевића (Сл. 38, Д 420, 3).

Посебну пажњу привлаче три новчића деспота Стефана Лазаревића, на којима је на предњој страни (аверсу) главни мотив звезда. На једноме (Сл. 30, Д 284, 53) налазе се три петокраке, а на друга два (Сл. 25, Д 272, 2 фото, Сл. 27, Д 281, 2 фото) је велика шестокрака звезда. Унеколико, својом величином и централним изгледом који доминира, потсећа на денар Октавијана Августа на Сл. 1, на коме је приказана комета. То је мога оца Сергија навело на помисао да је узрок оваквоме изгледу нека «небеска прилика» над Србијом, па је помно проучавао радове Ненада Јанковића о кометама и другим астрономским појавама у то време. Тако ми је мајка Надежда – Нада Димитријевић предала фотокопирани Јанковићев рад о кометама у српским записима и летописима (Јанковић, 1954-1955), који се нашао у његовој заоставштини.

Новац деспота Стевана Лазаревића са великом звездом (Сл. 25-26) привлачи нарочиту пажњу јер се на његовом наличју (реверсу), осим две петокраке звезде, испод шлема са волујским роговима, налази и Сунце. Оно се можда налази као украс и на новцу деспота Ђурђа Бранковића (Сл. 35-36). Ту, и на лицу и на наличју, изнад стилизованог натписа, налазе се две шестокраке звезде, а доле седмокраки и мало већи звездолики облик. Могуће је да се мотив Сунца јавља још у доба царства. Наиме, у подножју великог двоструког крста, који држе цар и царица, на примерку Д 72/7, 157 (Сл. 13) Душановог царског новца, јавља се осмокрака звезда или Сунце.

Можда је то и симбол Христа, сјајна звезда Даница – Венера, из које «израста» крст?

Уочљиво је да су представе Сунца веома ретке на српском средњовековном новцу у односу на ликове звезда, упркос чињеници да у хришћанској традицији оно симболизује самог Христа «сунце правде, Бога оца, владара свемира који зрачи светлост и љубав» (Купер 1986, стр. 160), «врховну васељенску моћ, свевидеће божанство и његову моћ, срце васељене, око света и око дана» (Миловановић и Гавриħ 1994, стр. 456). Могуће је да се Сунце јавља и на врстама Д 202 и Д 204 Вука Бранковића, на којима је велика тачка окружена малим, како су га у преисторијско време претстављали на пећинским цртежима. У прилог томе је и примерак Д 202, 40, код кога од круга мањих тачака полазе радијални зраци, а такав мотив присутан је и на новцу Влатка Хранотића.

На Душановом царском новцу, по први пут у нашој средњовековној нумизматици, јавља се полумесец (види Сл. 14 – 16, Д 81/5, 277, Д 82/2, 283, Д83/5, 309). У већини традиција, Сунце је универзални отац, а Месец, који, лишен властите светлости, сјаји као одраз одбијајући његову, мајка. Пролазак кроз мене симболизује периодичност и обнову, али и зависност и женски принцип. Да ли је на његову појаву на Душановом новцу утицала појава Турака, који 1352. године, на позив Јована VI Кантакузена, долазе на Балканско полуострво да би му помогли у борби против Јована V Палеолога и ту остају доносећи овај симбол? Ћоровић (1993, стр. 210) пише да «Душан намисли да турске чете или примами на своју страну или да их одврати од помагања Византије. Стога шаље султану своје посланство у Бурсу и, по Кантакузинову примеру, нуди султану ништа мање него своју кћер за жену».

У сваком случају, после Душана, полумесец се појављује само још на једном примерку малог новца деспота Стефана Лазаревића, у збирци Народне банке, описаном од Димитријевића (2005, стр. 216), на коме се појављује равнокраки крст а у четири поља су четири полумесеца окренута према споља. Димитријевић (2005, стр. 220) напомиње «да је ова орнаментална комбинација била уобичајена у средњовековној српској држави па чак била сматрана и неком врстом српског грба». У његовој збирци налази се и новац Стевана Лазаревића на коме су уместо полумесеца, у четири поља равнокраког крста шестокраке звезде (Сл. 29, Д 283, 51), а овакав мотив је китњастије разрађен и на примерку приказаном на Сл. 28 (Д283, 1 фото). Димитријевић (2005, стр. 219) подвлачи, да се мотив крста са четири звезде јавља и на ситном новцу влашког војводе Радуа I (1377-1383).

Пажњу нам је привукао и динар деспота Стефана Лазаревића (Сл. 20), на коме детаљи са обе стране Христовог престола и његови рукохвати унеколико подсећају на облачиће, тако да се чини као да је Исус на небу.

Из приказаних примера космичке симболике у српској средњовековној нумизматици, запажа се да се са нарастајућом опасношћу и ближењем коначне пропасти, мотиви умножавају а уметничка осмишљеност расте. У

прилог томе сведочи прекрасни реалистични портрет деспота Ђурђа (Сл. 31) и китњасти натписи, често у облику ребуса на његовом новцу (Сл. 35 – 36).

Основа за ово истраживање био је Каталог збирке Сергија Димитријевића (2001) и његова друга дела из ове области (нпр. Димитријевић, 1997, 2005, 2006а,б), која приближавају свима лепоту и уметнички квалитет српског средњовековног новца чијем је изучавању и сакупљању посветио цео живот.

Приликом рада, за шта је било потребно прегледати ситне детаље на преко три хиљаде фотографија, имали смо у виду, и изразитије користили описе новца српских средњовековних владара, које је наш претходник, са стваралачким смислом уобличио, али смо при том, нужно морали да дескриптивне елементе прилагодимо нашим разматрањима, истичући космичке симболе. У методолошко-концепцијским назнакама, имали смо у виду Димитријевићеве приступе, прилагођавајући их природи и карактеру новијег сагледавања. Овај захват, омогућило нам је дугогодишње праћење токова и процеса у српској нумизматичкој науци, а посебно рад на припреми и приређивању више томова нумизматичких студијских радова Сергија Димитријевића, и појединих чланака из његове нумизматичке рукописне оставштине.

Овом приликом учинили смо покушај да из веома обимног материјала, систематизујемо, организујемо, назначимо елементе могућег методолошког приступа, и учинимо прегледнијом спознају о космичким мотивима у српском средњовековном новчарству. Акценат смо ставили на појаву звезда, Сунца и полумесеца, настојећи да дочарамо целовитију представу о астрономским и космичким прожимањима и узајамним преплитањима са нумизматичком науком.

Овај захват, један од првих такве врсте, отвара могућности за дубља, обухватнија и целовитија ликовно уметничка, визуелна, па донекле и поетска разматрања. Наша намера није била да залазимо у та суптилнија питања, већ да створимо основу за евентуална слична истраживања. Узгред, учинили смо скроман напор, да астрономској јавности и осталим заинтересованим истраживачима, скренемо пажњу на видове космичке симболике на српском средњовековном новцу, са намером да евентуално укажемо на отворене могућности истраживања сличних ликовно-уметничких, историјских, природно-научних и других аспеката, попут сагледавања појаве флоре и фауне, на одговарајућем нумизматичком материјалу. Напомињемо са понадањем, да се у овом смеру могу организовати одговарајућа студијско-аналитичка испитивања и компаративна интердисциплинарна сагледавања.

Захвалница

Овај рад је урађен у оквиру научног пројекта бр. 146022 *Историја и епистемологија природних наука* који финансира Министарство за науку и заштиту животне средине Републике Србије.

Литература

Ambrosoli S., Gnecchi F.: 1922, Manuale elementare di Numismatica, Ulrico Hoepli, Milano.

Бидерман Ханс: 2004, Речник симбола, Плато, Београд.

Димитријевић Сергије: 1957, Проблеми српске средњовековне нумизматике II, *Историски гласник*, 3-4, 104.

Димитријевић Сергије: 1997, Средњовековни српски новац, САНУ, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд.

Димитријевић Сергије: 2001, Каталог српског средњовековног новца, Завод за уџбенике и наставна средства, САНУ, Београд.

Димитријевић Сергије: 2005, Нове врсте српског средњовековног новца, приредили М. С. Димитријевић, Р. Мандић, Српско нумизматичко друштво, Београд.

Димитријевић Сергије: 2006а, Проблеми српске средњовековне нумизматике, приредио М. С. Димитријевић, Српско нумизматичко друштво, Београд.

Димитријевић Сергије: 2006б, Новац српских средњовековних владара, приредио М. С. Димитријевић, Српско нумизматичко друштво, Београд.

Јанковић Ненад: 1954-1955, Комете у српским записима и летописима, *Историски часопис*, 5.

Јовановић Мирослав: 2001, Српски средњовековни новац, издање М. Јовановић, Београд.

Купер Џ. Ф.: 1986, Илустрована енциклопедија традиционалних симбола, Просвета, Нолит, Београд.

Марић Растислав: 1956, Студије из српске нумизматике, САН, посебна издања **CCLIX,** Одељење друштвених наука **20**, Научна књига, Београд.

Миловановић Крсто, Гаврић Томислав: 1994, Речник симбола, Народно дело, Крагујевац.

Sears David R.: 1970, Roman coins and their value, Seaby, London.

Ћоровић Владимир: 1993, Историја Срба, БИГЗ, Београд.

Chevalier J., Gheerbrant A.: 1987, Rječnik simbola, Nakladni zavod, Zagreb

COSMICAL MOTIFS IN SERBIAN MEDIEVAL NUMISMATICS

An attempt has been made, to systematize, organize, make available and present to astronomical community, cosmical symbols and motifs in serbian medieval numismatics, as well as to provide elements of a possible methodological approach for such analysis. The accent was put on the appeareance of stars, Sun and crescent moon, in order to present astronomical and cosmical interactions with numismatical science and to point out on an additional aspect of the interdisciplinarity of astronomy. The basis for this research , was *Catalogue of serbian medieval coins* by Sergije Dimitrijević and his other numismatical works.

Зборник радова конференције "Развој астрономије код Срба IV"
Београд 22-26. април 2004,
уредник М. С. Димитријевић
Публ. Астр. друш. "Руђер Бошковић" бр. 7, 2007, 51-81

ИЗВЕШТАЈИ О РАДУ ВЕЛИКОГ И МАЛОГ РЕФРАКТОРА 1998-2002.

МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ

Астрономско друштво "Руђер Бошковић", 11000 Београд, Србија

Резиме. Представљени су извештаји о стању Великог и малог рефрактора Астрономске опсерваторије у Беогераду у периоду 1998-2002.

1. УВОД

У периоду 2000-2002, у кампањи која је вођена против мене, одређену улогу су имале оптужбе о стању Великог рефрактора Астрономске опсерваторије у Београду. Илустративан пример су радови о посматрању и микрометарском и CCD мерењу двојних и вишеструких звезданих система (Поповић и Павловић, 1997, 1998; Поповић, 2001; Зулевић, Поповић, Павловић, 2000).

У радовима Поповића и Павловића (1997, 1998) објављено је 50 мерења 24 звездана система односно 36 микрометарских и 35 CCD мерења 35 система, уз напомену да је претходна 49. серија у штампи у Astronomy and Astrophysics Supplement Series.

У раду Зулевића, Поповића и Павловића (2000) у коме су објављени резултати 71 мерења од којих су 30 извели Поповић и Павловић после посматрања у раду из 1998, а 41 покојни Зулевић у периоду 1990-1998, пише да су од лета 1995. године посматрања на Великом рефрактору постала веома нерегуларна услед различитих електричарских радова, реконструкција и поправки у куполи инструмента, као и да чак и сада инструмент нема раније перформансе. Даље се наводи да су само спорадична мерења могла бити изведена у кратким интервалима током целог овог периода када је инструмент могао бити прихватљиво коришћен.[1]

[1] *It is to be noted that from the summer 1995 on, the observations with our Large Refractor have become largely irregular in consequence of various electric, reconstruction and repair works in the dome of this instrument. Even at present the instrument has not reached its earlier performance In 1999 there were additional misfortune – damage in flicted by the NATO agression.*

Only sporadic measurements could be performed over short intervals throughout this period when the instrument could be tolerably used (Zulević, Popović, Pavlović, 2000).

У своме раду који је био примљен јуна 2001. а штампан септембра исте године у јеку најжешће кампање против мене (Поповић, 2001), а у коме су објављени резултати 38 мерења, написано је да је Велики рефрактор Београдске опсерваторије још ван употребе и да су мерења двојних звезда прекинута. Када сам као главни и одговорни уредник часописа иронично ставио примедбу да су онда за објављивање понуђени резултати вероватно измишљени, било је додато да је садашња кратка серија мерења резултат покушаја да се тестирају могућности инструмента под текућим веома отежавајућим околностима .[2]

Интересантно је да ни данас, четири године пошто сам отишао са руководећег положаја и «престао да сметам», у *Serbian Astronomical Journal* нема бројних нових посматрања ове групе на Великом рефрактору. Уместо тога појављује се чланак Павловића и других (2005) о 27 мерења двоструких и вишеструких звезданих система, изведено помоћу CCD камере на 2-метарском телескопу на НАО Рожен опсерваторији у Бугарској и то за једну ноћ, 17/18. октобра 2004.

Будући истраживачи ће са историјске дистанце размотрити да ли је до смањивања и прекида посматрања дошло из разлога који су изношени у кампањи против мене или због напретка науке и технике услед чега су добијени резултати постајали све мање конкурентни, због све тежих услова живота у време санкција, хиперинфлације и бомбардовања Београда, као и због приближавања пензије и других разлога. У оквиру кампање таква тврђења су могла да буду не само од користи него и да представљају одлично оправдање за постигнуте резултате.

Да би будући посленици на пољу историје науке и други заинтересовани имали при руци архивски материјал о томе како се о Великом рефрактору бринуло у периоду 1998 – 2002, овде су понуђени извештаји људи које сам специјално задужио да се брину о њему, као и о Малом рефрактору. О њима су се у разматраном периоду старали: Александар Кубичела, кога сам задужио решењем бр. 548/1 од 28. новембра 1997, а који је ову дужност обављао до 3. новембра 2000, када сам решењем бр. 582/1 одредио Иштвана Винцеа, а од 2001. године и Љубишу Спасића. Извештаји дају јасну слику у каквом сам стању, као директор, затекао Велики рефрактор, колико је бриге било потребно да ради инструмент стар више од седамдесет година, где се стално нешто ново кварило, при чему за веће инвестиције, за његову модернизацију, није било одговарајућих могућности с обзиром на стање у земљи. Извештаји показују осим тога, да стање, ма да веома компликовано и тешко, није било баш онакво како је претстављено у цитираним радовима. Уз велике муке и напоре за оправку кварова који су се стално дешавали оба

[2] *Belgrade Observatory's Zeiss Refractor 65/1055 cm is still out of use, whereby the measurementnts of double stars had to be stopped. The present short series of measurements, following the ones published in Popović and Pavlović (1998) and Zulević et al. (2000), is a result of an attempt to test the instrument's capabilities under the current very aggravated circumstances* (Popović, 2001).

инструмента су, како на пример каже Александар Кубичела у извештају бр. 418/1 од 30. септембра 1999, тада била употребљива. Тако на пример и Љубиша Спасић у извештају од 8. октобра 2001. каже «Сви предвиђени радови на Великом рефрактору урађени су и може се користити.». Скрећем пажњу и на разлику у извештајима Александра Кубичеле и Љубише Спасића са једне стране и мога докторанта Иштвана Винцеа са друге. У својим извештајима је указивао само на проблеме, никада не помињући, за разлику од осталих да је инструмент било када радио. Можда се то не би уклапало у брижљиво грађену слику. Анализу понуђених извештаја не жели да да аутор овог прилога, јер она треба да буде дата са историјске дистанце а не од учесника у догађајима. При томе ће о времену и условима у којима смо радили и бризи коју смо посветили овом проблему и његовом решавању са могућностима и средствима којима смо располагали, сведочити ови извештаји.

2. ИЗВЕШТАЈИ О РАДУ ВЕЛИКОГ И МАЛОГ РЕФРАКТОРА

АО 38/1, 2. 02. 1998.

ДИРЕКТОРУ АСТРОНОМСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ
Београд

У вези са Вашим решењем бр. 548/1 од 28.11.1997, подносим следећи извештај.

Радници М. Павловића заузимали су инструмент и зграду Великог рефрактора од средине 1995. до 9.12.1997. Они су радили на промени електричних инсталација, на хидроизолацији, на обнови делова фасаде, на бојењу зидова, врата и металних оквира (прозори, ограде, степеништа), на обнови бетонског прилаза и тротоара око зграде, на застакљивању прозора, на хобловању и лакирању паркета. Астрономска посматрања у том периоду вршена су спорадично - само кад је било неопходно. Инструмент технички није био одржаван. Била су примећена три акутна квара: распадање једног зупчаника у редуктору мотора за погон куполе, прегоревање мотора за фино кретање у часовном углу и лом микрометра на тражиоцу. Прва два поправљена су у оквиру аранжмана са М. Павловићем, а трећи је санирала Техничка служба Опсерваторије. Приликом реновирања електричне инсталације инструмента, унета је једна корисна новина: уграђени су тајмери који онемогућују да се промена смера при ротацији куполе врши нагло. Овим се спречава евентуално механичко преоптерећење у систему за погон куполе.

Даље током децембра 1997. и јануара 1998. више пута смо се договарали о стању Великог и Малог рефрактора, а 23.12.97, на Вашу иницијативу, једна ad hoc комисија (М. Димитријевић, И. Винце, ing. Мића[1] и ја) обишла је оба екваторијала и детаљно се упознала са ситуацијом на терену. Овде дајем преглед стања поменутих инструмената до краја јануара ове године.

Стање Великог рефрактора у јануару 1998.

Инструмент функционише и употребљив је - пар пута је и употребљаван - за посматрање уз следеће недостатке.

1) Не ради грубо кретање у часовном углу, тј. мотор ради али негде у трансмисији постоји прекид. То је стари квар и, по тврђењу Ч. Шапоње, не може се поправити без већег расклапања екваторијалне главе (централног зглоба) инструмента. Ово кретање би посматрачима олакшало пребацивање тубуса инструмента са источне на западну страну стуба.

2) Инструмент је чишћен и подмазан пре 3 или нешто више година. За време Павловићевих радова наталожило се много прашине на цео инструмент а нарочито на делове механизма за кретање (зупчаници, осовине, лежишта). Покретање телескопа руком сада је теже него икад раније. Прашина и вода која капље са куполе чини да су тубус и ручице инструмента нарочито прљави. И на објективу је било доста прашине. То смо И. Винце и ја очистили. Неопходно је да неки механичар, уз В. Савковића, покуша да очисти инструмент и подмаже бар главне покретне делове.

3) Мотор за фино кретање у деклинацији ради али се цев рефрактора у задње време не помера. Посматрачи то привремено надокнађују одговарајућом ручном командом. Претпостављам да је квар у механизму који се налази поред цеви и приступачан је за преглед и механичке интервенције. Верујем да се то може поправити у организацији Техничке службе.

4) Два огледала перископа за читање скале часовног угла померена су из правилног радног положаја. То се дешавало и раније. Стрпљивим "штимовањем" два посматрача, можда уз В. Савковића, то би могли да отклоне за 2 или 3 сата заједничког рада.

5) Од постојеће поларимеријске опреме у Великом рефрактору, оштећен је писач "Servogor". Он је сада у рукама В.[ладе] Савковића ради оправке.

Стање зграде Великог рефрактора у јануару 1998.

6) Изгледа да је у најтежем стању купола. Као да прокишњава све више. Можда ће то средити акција уговорена са Мићом. До сада је постављен само део скеле потребне за прилаз куполи. (У скелу је уграђено 4 велике и 5 малих

[1] Мића Стојковић

цеви и 10 или 12 спојница које су су налазиле поред зграде већ пре него што су дошли Мићини радници.)

7) Има знакова да прети тежи квар око шине по којој се крећу врата куполе при отварању и затварању. За сада се види да се купола тешко отвара. Раније је сличне симптоме отклањала Техничка служба појачавајући трење у фрикционом делу трансмисије, после које следи низ карданских зглобова до носећих точкова на врху куполе. Ч. Шапоња тврди да се тако не може у недоглед јер ће почети да пуцају кардански зглобови. По њему, узрок је у трошењу шине по којој се крећу доњи носећи точкови врата куполе. Врата почињу да стружу по гредама које носе цео терет покретних делова на куполи. Тешко је проценити када би овај проблем могао да постане критичан. Свакако би требало са неким машинским стручњаком размотрити могућност поправке овог квара. Осим тога, за прегледање и одржавање куполе са западне терасе било би потребно да Опсерваторија има једне лаке мердевине за силажење са отвора куполе на терасу.

8) Прокишњавање на источној тераси је поново почело. Очигледно је да обичан бетонски слој преко постојећег равног крова није било добро решење. Можда неки ниски кров? Или можда нека нагнута бетонска плоча (али армирани бетон !) која би вршила функцију ниског крова?

9) Распаднута врата источне терасе такође пропуштају воду на унутрашње степениште и галерије. С. Пилиповићу је објашњено то да уради. Више пута сам га на то подсећао, али још нема резултата. Уз врата, биће потребно да се направи и један бетонски праг висине неколико центиметара. Због (нове?) влаге са јужног дела источне терасе, већ почиње да отпада боја на унутрашњој страни зида у куполи.

10) Шест великих дрвених прозора на згради су заиста прилично оронули. Ако је тачна Павловићева тврдња да се при покушају отварања неких од њих ломе стакла, предлажем да се они чврсто и трајно затворе и да се њихово даље одржавање посебно ради споља, а посебно са унутрашње стране. Наредног лета би свакако требало обновити гитовање стакала и обавити бојење дрвених оквира - макар само споља. И овде би било добро имати једне или двоје посебних мердевина за прилажење прозорима при њиховом одржавању.

11) Електрична инсталација у згради функционише. И поред настојања, од Павловића нисмо добили етикете за 5 црних прекидача и 8 осигурача на разводној табли у кружном пролазу у приземљу куполе. Идентификацију ових елемената лако би могао да обави В. Савковић са још једним помоћником.

12) За функционисање електричне инсталације на дужи рок, потребно је да постоје резервни осигурачи и сијалице (220 V и 7 V). В. Савковићу је дата расподела осигурача по снази да би набавио резервне. Заједно смо сакупили неколико резервних сијалица од 7 V и неке уградили на скале рефрактора.

13) У подруму зграде такође има проблема. Један метални степеник на прилазном степеништу је поломљен. Врата која воде у подрумске просторије

испод источног крила зграде распадају се од влаге. Она су обојена само толико да мање упадају у очи људима који улазе у куполу. Уопште, тај источни део подрума је мемљив. Можда би требало размислити о сврси тих просторија и њиховом даљем одржавању (или егзистенцији?).

14) У неодређеној будућности чека нас пропадање челичних ужади покретног пода. Не можемо предвидети када ће ситуација постати критична.

15) Са В. Савковићем је договорено лепљење делова итисона на намештај који при раду клизи по паркету покретног пода.

16) Време је да се почне са редовним чишћењем павиљона. Вероватно би требало почети са чишћењем подова (плочица), намештаја и степеништа - усисивачем и, ако је потребно, благим прањем. Мића би требало да се обавеже да очисти прљавштину коју унесу његови радници.

Стање Малог рефрактора у јануару 1998.

1) Инструмент је нормално радио у 1997. Међутим, крајем прошле посматрачке сезоне механичко праћење дневног кретања почело је да се кочи. Интервенисала је Техничка служба. Остало је да праћење ради, али преспоро. И. Винце и ја трагали смо за узроком. Посао није завршен. Верујем да ћемо нас двојица, уз сарадњу В. Савковића, овај недостатак отклонити пре почетка наредне посматрачке сезоне.

2) Ради побољшања посматрачких услова, тј. ради боље видљивости спектра у окулару спектрографа требало би смањити осветљеност око инструмента за време рада. Као алтернатива предложеним тамним завесама, размотриће се исплативост замрачења прозора лесонитом. Цене би вероватно биле сличне. У некој каснијој фази (1999?) можда би се могла смањити и количина дифузне светлости која долази из правца зенита.

Стање зграде Малог рефрактора у јануару 1998.

Запажени су следећи недостаци:

1) Проширује се влага у зиду око јужног олука или тог дела терасе над улазом. Једно сијалично место је због овога искључено из употребе, а са зида отпада боја и на под се таложи много малтера и прашине.

2) Паркет је већ пре лакирања почео да се распада код источног прозора и код стуба рефрактора. Сада се пропадање паркета код стуба проширило и захватило и кружни дрвени оквир који носи водећу шину за степенице које обилазе око стуба (њима се прилази објективном крају тубуса инструмента и отвору куполе). Исти оквир носио је и два степеника који су омогућавали посматрачу да чита скалу часовног угла или да пребацује инструмент из источног у западни положај, и обрнуто. Ово би морао да поправи столар - Пилиповић или неки други.

3) Са источног и јужног прозора отпале су кваке за руковање прозорима.

4) Повремено се виде трагови прокишњавања, али тренутно није јасно да ли је то последица пропадања куполе, лошег затварања, или неке незгодне комбинације кише и ветра.

Наводи овог извештаја су једно субјективно виђење стања два екваторијала Опсерваторије. Но, верујем да могу послужити као тезе за даље разматрање ситуације и планирање будућег рационалног одржавања ових инструмената и зграда.

Београд,
31. 1. 1998.

С поштовањем,
Др. Александар Кубичела

АО 146/1, 16. 03. 1998.

ДИРЕКТОРУ АСТРОНОМСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ
Београд

Слободан сам да Вам поднесем следећи извештај о Великом и Малом рефрактору.

Велики рефрактор у фебруару 1998.

После извесног оклевања из метеоролошких, финансијских и организационих разлога (преговори са посматрачима око могућности посматрачког рада док је скела на западној тераси), екипа М. Стојковића почела је рад на хидроизолацији куполе у петак 13. фебруара. Наводно није било пропалих лимова већ је до продирања воде долазило на саставима куполе и носача двају хоризонталних кружних прстенова на спољашњој страни куполе. Било је и неколико рупа од метака испаљених из правца истока. То је брзо завршено и приступило се бојењу куполе, Слика 1. Бојење је завршено 23. фебруара.



Слика 1.

У међувремену је С. Пилиповић обновио спољашњу страну врата на источној тераси и поправио браву.

М. Павловић је 26. фебруара дозван због продирања влаге са источне терасе - нарочито око јужног олука. Он званичну рекламацију не признаје јер су ти радови били завршени у новембру 1995. Али: "ако не нађемо другог мајстора, можда ће једног дана и он (Павловић) да уради". Међутим, М. Стојковић је прихватио да поправи хидроизолацију терасе и боју на зиду у куполи. То долази у обзир кад се заврше послови у главној згради, а радило би се тако да се не омета посматрачки рад. Том приликом обојила би се и унутрашња страна врата на источној тераси.

В. Савковић је набавио извесну количину резервних осигурача за павиљон. Преузео је и обавезу да се обавести о потребном материјалу за чишћење и подмазивање механизма Великог рефрактора и главног кугличног лежаја куполе. Завршио је и оправку писача "Servogor".

Залепљени су комади итисона на намештај који се за време посматрања вуче по паркету. Непотребан намештај са покретног пода и са галерија пренет је у претсобље павиљона ради смештаја на неко друго место.

Последњег викенда у месецу, Јела [Пешић] и Милева [Благојевић] чистиле су: прашину са цеви и ручица инструмента, паркет, ограде, степенице (изузев мрља од боје које би требало чистити неким драстичним хемијским или механичким путем), подова на галерији, у приземљу, подруму и претсобљу. Уз веће напоре (HCl) чишћене су вертикалне плочице при дну зидова. Један човек из екипе М. Стојковића чистио је боју која је са куполе капала на паркет. Остало је нешто трагова разређивача на паркету. Остало је да се очисти стуб рефрактора и део постоља стуба и, можда, детаљније подрум - што може да се уради кад се почне редовно чишчење (можда месечно?).

Точкови и шина на врху куполе подмазани су после више година. Купола се лакше и без запињања отвара. Инструмент је (можда уз нешто неудобније читање скале часовног угла) употребљив за посматрање. Није ми познато да је у фебруару било остварених посматрања.

Мали рефрактор у фебруару 1998.

Са шефом Рачуноводства [Славица Павић] уговорена је куповина лесонита (као јефтинија варијанта) за замрачење прозора павиљона. Чека се повољан финансијски тренутак.

М. Стојковић има у виду да би један од приоритетних послова требало да буде заустављање продирања влаге са терасе павиљона.

За ову годину још нису почела посматрања Сунца.

Београд,
14. 3. 1998.

С поштовањем,
Др. Александар Кубичела

АО 223/1, 16. 04. 1998.

ДИРЕКТОРУ АСТРОНОМСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ
Београд

Слободан сам да Вам поднесем следећи извештај о Великом и Малом рефрактору.

Велики рефрактор у марту 1998.

У овом месецу није било грађевинских радова (изолација на источној тераси, бојење врата изнутра и бојење зида у куполи наспрам терасе). Мића је све време оклевао да се изјасни о почетку ових послова. Екипа му је била заузета у Централној згради, а помињао је и неке финансијске разлоге.

У два маха (23. III и 26. III) долазило је до прегоревања осигурача при покретању пода и куполе. То смо, В. Савковић и ја отклонили. Узрок је био немогућност да осигурачи од 25 А правилно легну на место где су пројектовани. За стално решење било би потребно да В. Савковић купи и на 6 места замени ограничаваче величине осигурача, тзв. "калибраторе". Он то "има у виду".

Перископ за читање скале часовног угла дотеран је ad hoc - у првој апроксимацији. Припремио сам план да се то уради систематски и темељито.

За В. Протић-Бенишек био је у припреми носач видео камере за Велики рефрактор али још није довршен.

Мали рефрактор у марту 1998.

Ни у павиљону Малог рефрактора није било никаквих радова.

Још важи договор са шефом Рачуноводства да се купи лесонит за замрачивање прозора павиљона. Међутим, из Рачуноводства још не стиже знак да је настао "повољан финансијски моменат".

Инструмент још није спреман за редовна посматрања Сунца.

Београд,
15. 4. 1998.

С поштовањем,
Др. Александар Кубичела

АО 290/1, 18. 05. 1998.

ДИРЕКТОРУ АСТРОНОМСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ
Београд

Слободан сам да Вам поднесем следећи извештај о Великом и Малом рефрактору.

Велики рефрактор у априлу 1998.

У априлу са Мићом није могло ништа да се договара о даљим радовима на изолацији зида код источне терасе.

Остали дугорочни послови стоје као у мом првом ивештају од 2.2.98.

Међутим, центриран је перископ за читање скале часовног угла. Пошто је то раније често рађено насумице, сад је фиксиран један логичан редослед операција и дат је у Прилогу I овог извештаја. Претпостављам да ће то некоме и у будућности користити. Исти текст биће дат и двема посматрачким групама и Техничкој служби.

На истом перископу могла би да се изврше и нека побољшања: 1) Појачање лупе A_1 (слика у Прилогу I), 2) Замена огледала B и D квалитетнијим и 3) Побољшање повећања дурбина G-H стављањем окулара краће жижне даљине. Неке од ових мера размотрићу конкретније у наредном периоду.

Мали рефрактор у априлу 1998.

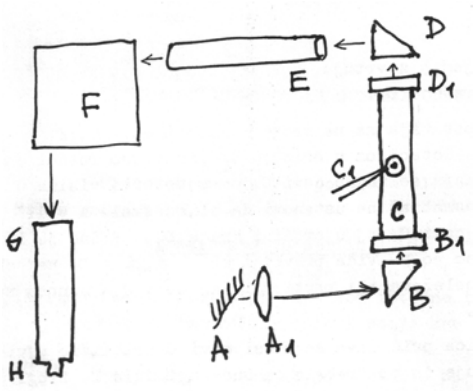
Отклонио сам сметњу (неку врсту блокаде) у часовном механизму Сунчаног спектрографа. Сада добро прати. О томе је обавештен И. Винце и посматрачка сезона могла би да почне.

Београд,
16. 5. 1998.

С поштовањем,
Др. Александар Кубичела

ПРИЛОГ I
ПЕРИСКОПСКИ СИСТЕМ ЗА ЧИТАЊЕ СКАЛЕ ЧАСОВНОГ УГЛА НА В.Р.

Елементи система:



Слика 2.

A = Скала часовног угла
A_1 = Лупа
B = Равно огледало у призматичној кутији са 3 завртња за причвршћивање за B_1 и 3 завртња за одржавање размака ("дистанцери")
B_1 = Обртни прстен, носач огледала B
C = Цев перископа
D_1 = Обртни прстен, носач огледала D
D = Равно огледало (као B)
C_1 = Носач цеви C
E = Отвор у деклинацијској оси рефрактора
F = Група огледала у тубусу B. P.
G = Објектив дурбина часовног угла
H = Окулар дурбина часовног угла

ПОСТУПАК ДОТЕРИВАЊА ПРАВЦА ВИЗУРЕ ПЕРИСКОПА ЗА ЧИТАЊЕ ЧАСОВНОГ УГЛА B. P.

1) Потпуним одвртањем 3 завртња, причвршћивача, одваја се кутија огледала D од прстена D_1.

2) Око посматрача поставља се на место D, у оси цеви C, и гледа се преко B ка A. Ротацијом у ослонцу C_1 (изузетно ротацијом целог ослонца C_1) мења се нагиб цеви C, по потреби и висина у односу на E, док посматрач не установи да слику скале A види што тачније на оси цеви C, тј. у средини круга D_1. Важно је и да се у посматрачевом пољу вида привидни кругови B_1 и D_1 не секу. У том положају се обележава или памти положај цеви C у односу на деклинацијску осу E.

3) Једна мала сијалица придржава се у оси цеви C приближно у висини где се очекује да би требало да буде огледало D. Други посматрач процењује кроз дурбин G-H да ли је лик сијалице у центру поља вида. Када се то померањем сијалице постигне (остајући у правцу осе цеви C), измери се висина сијалице изнад прстена D_1.

4) Три завртња "дистанцера" огледала D подешавају се на некој равној подлози на измерену висину (рачунајући од средине огледала до подлоге).

5) Помоћу 3 преостала завртња, причвршћивача, носач кутије огледала D провизорно се везује за прстен D_1.

6) Сад се сијалица поставља иза окулара H (или се H окреће ка осветљеном прозору). Постављајући око на правац A-B и гледајући ка B, посматрач манипулише завртњима између D и D_1 и настоји да лик сијалице доведе у средину прстена B_1 и D_1, тј. у осу цеви C. Сама цев C не сме да се помера. Такође је потребно да се при померању завртања "дистанцера" што мање одступи од изабраног размака D-D_1.

7) Завршно дотеривање остварују два посматрача: један рукује завртњима између D и D_1, а други у окулару H посматра померање лика скале и даје инструкције како би се он довео у средиште поља вида. У коначно изабраном положају огледала D, пажљиво се притежу 3 завртња причвршћивача.

АО 363/1, 15. 06. 1998.

ДИРЕКТОРУ АСТРОНОМСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ
Београд

Слободан сам да Вам поднесем следећи извештај о Великом и Малом рефрактору.

Велики рефратор у мају 1998.

Два пута у току месеца било је тешкоћа са обичним (топљивим) осигурачима који у серији са три стара аутоматска од 25 А обезбеђују струјно коло покретног пода. Коришћени су обични осигурачи од 20 А што, очигледно, није довољно. Влада је обавештен о ситуацији и планира да предузме набавку јачих осигурача.

Замењене су 3 сијалице које су биле прегореле. Једна, недостижно висока, у претсобљу није замењена. Тим поводом, у павиљону су потребне следеће мердевине: 1) за излажење на западну терасу, 2) за замену високих сијалица, 3) за одржавање (бојење и прање) великих прозора, посебно изнутра, а посебно споља- ако остану трајно затворени, и 4) за прилаз часовнику.

Влада и ја размотрили смо могућности за даље побољшање читања скале часовног угла. Долази у обзир да се у малој мери појача лупа пред самом скалом као и окулар дурбина за часовни угао. Трагамо за окуларом жижне даљине од 9 mm или 10 mm и обичним сочивом од +1 до +2 диоптрије.

Био је један инцидент са покретним подом. Једном, при крају спуштања, дошло је до знатног потреса платформе. Били смо опет присутни Влада и ја. Нашли смо једну кожну рукавицу (радничку) у ланцима који подижу покретни под. Сајле су добро издржале и механизам сад ради као и раније.

Мали рефрактор у мају 1998.

Купљен је лесонит и потребне боје за замрачење прозора у павиљону.
Инструмент функционише нормално.

Београд,
15. 6. 1998.

С поштовањем,
Др. Александар Кубичела

АО 404/1, 08. 07. 1998.

ДИРЕКТОРУ АСТРОНОМСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ
Београд

Слободан сам да Вам поднесем следећи извештај о Великом и Малом рефрактору.

Велики рефрактор у јуну 1998.

7. VI пренете су старе ствари из улазног хола павиљона у акумулаторницу. Биће потребно да се још неки инструменти који нису у употреби изнесу из павиљона (са доње и горње галерије).

Иштван је 17. VI саопштио да је при затварању куполе зупчаник мотора куполе искочио из захвата са (зупчастим) венцем куполе. Сутрадан, нашао сам комад старог гвожђа који је однекуд упао између зида куполе и кућишта редуктора брзине. Гвожђе сам извадио али се мотор није вратио у свој радни положај. 19. VI са Владом, а уз Драганову помоћ, подметнули смо дрвени клин у доње (еластично) лежиште мотора да се зупчаник врати у захват са венцем куполе. Испробано је кретање куполе (око два цела обрта) али без отварања.

20. VI пре доласка посетилаца БАВ-а, проверено је кретање куполе на сектору од око 45°. Међутим, приликом показивања ВР посетиоцима, зупчаник мотора је опет искочио из захвата са куполом. 22. VI Иштван и ја прегледали смо електрични стартер мотора. Он, на први поглед, ротира колико је и предвиђено. Дрвени клин био је нагњечен скоро до половине своје првобитне дебљине.

Затим сам нашао да је доњи ослонац мотора (који би требало да се еластично одупире о зид) искривљен.

25. VI тзв. "конзилијум на високом нивоу", Г. Поповић, Р. Павловић, И. Винце и ја, покушали смо исправљањем доњег ослонца мотора да вратимо мотор у захват са венцем куполе. Види приложену слику. Кад је овај ослонац био довољно исправљен, покретање куполе руком било је нормално. Када се укључи мотор, он одмах искаче из захвата са венцем куполе. Истовремено, поново се криви доњи еластични ослонац мотора.



Слика 3. Раде Павловић, Александар Кубичела, Георгије Поповић.

У тој фази смо одустали од даљих експеримената. Када се Влада врати са одмора, проценићемо још једном ситуацију и покушати да откријемо неку евентуално пропуштену финесу. Ако не успемо, биће потребна помоћ неког машинца ван Опсерваторије.

У погодној прилици, проценили смо да је за појачање лупе у перископу часовног угла потребно додати (купити) једно сочиво диоптрије +1.

Мали рефрактор у јуну 1998.

Купљено је 2 кг сиве боје и обојене су лесонитске плоче са спољње стране. Избушене су рупице потребне за причвршћивање лесонита за прозоре.

Замолио сам Степу[2] да пре замрачивања организује прање прозора, а и чишћење целог павиљона. То још чекамо.

Београд,
6. 07. 1998.

С поштовањем,
Др. Александар Кубичела

АО 468/1, 10. 08. 1998.

ДИРЕКТОРУ АСТРОНОМСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ
Београд

Слободан сам да Вам поднесем следећи извештај о Великом и Малом рефрактору.

Велики рефрактор у јулу 1998.

Р. Павловић је током јула довео једну екипу из "Пупина" да види проблем око мотора куполе и да предложи решење. Најавили су једну "слојевиту" понуду која би садржала варијанту минималне интервенције а и неке предлоге за модернизацију очитавања скала рефрактора.

До сада се покушало са новим завртњем за причвршћивање леве стране лучне шипке - доњег ослонца мотора. Први пут су погрешили пречник завртња. Други завртањ је добро урађен и омогућио је комотно дотеривање размака поменуте шипке и зида куполе.

Делимично антиципирајући следећи извештај, морам да кажем да је мотор (његов доњи ослонац) издржао да окреће куполу само за један круг. Дошло је до даљег кривљења шипке на коју се ослања доњи део мотора. Она је искривила и део новог завртња. Пупинци могу да наставе акцију кроз око десет дана. Због колективног одмора.

[2] Сретен Степановић, секретар Опсерваторије.

Војислава је опет предложила да доведе М. Бенишека да сагледа проблем и да нешто предложи.

Мали рефрактор у јулу 1998.

Мића је узео кључ павиљона да погледа каква је ситуација и да планира радове на спречавању продирања влаге на западном зиду куполе. Још се није изјаснио о почетку овог посла.

У међувремену обојена је купола.

Чишћење павиљона и замрачивање прозора одложено је док Мића не обави свој посао.

Београд,
8. 7. 1998.

С поштовањем,
Др. Александар Кубичела

АО 497/1, 07. 09. 1998.

ДИРЕКТОРУ АСТРОНОМСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ
Београд

Велики рефрактор у августу 1998.

Као што је већ било речено, екипа из Пупина покушала је да новим завртњем за учвршћивање доњег подупирача мотора куполе реши подешавање одстојања тог подупирача од зида куполе. Међутим, кривљење завртња указало је на потребу да сам подупирач мора да буде јачи. Пупинска екипа требало је да поново дође средином августа а затим око 25-ог. Није дошла.

Проблем је детаљно представљен и М. Бенишеку. Он је исто био резервисао неко време да нађе погодног мајстора.

Г. Поповић је довео Ч. Шапоњу. И њему смо објаснили проблем мотора. Дао је усмену понуду која Вам је саопштена истог дана.

Сутрадан, 27. VIII, написан је један ad hoc тендер (А.О. бр. 488/1). Одмах је упућен већ поменутим потенцијалним извођачима као и Мићи Стојковићу. Он је убзо довео свог човека који је са разумевањем сагледао проблем. Ако понуди повољну цену, можда би њему требало дати шансу. Међутим, Мића одлаже формалну понуду "до разговора са директором".

Бенишеков човек отишао је на (дужи?) годишњи одмор, али В. Протић-Бенишек довела је ноћу 3/4. IX једног могућег извођача да види проблем мотора куполе. Она га је упознала и са тзв. тендером.

Чекају се формалне понуде.

Мали рефрактор у августу 1998.

Мића на неодређено време одлаже радове на хидроизолацији. Током августа очишћени су подови у павиљону.

Посматрачки послови се редовно обављају.

Београд,
6. 9. 1998.

С поштовањем,
Др. Александар Кубичела

АО 537/1, 03. 10. 1998.

ДИРЕКТОРУ АСТРОНОМСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ
Београд

Велики рефрактор у септембру 1998.

Током овог месеца радило се на прикупљању понуда за поправку мотора куполе, изабран је извођач и започети су радови. Посао је поверен Мићи Стојковићу који је понудио најкраћи рок за поправку мотора и најдужу гаранцију за рад и делове.

Нови доњи подупирач мотора био је постављен већ 12. IX по подне. Међутим, мотор није могао бити проверен због једног кратког споја на једносмерној линији од 110 V. Када се Влада Савковић вратио на посао, а сећајући се једног таквог ранијег квара, брзо је отклонио кратки спој (24. IX).

Мотор је испробан 28. IX. Установљено је да зупчаник на неким местима гребе горњи део зупчастог прстена куполе. То ће бити отклоњено интервенцијом на самом зупчанику.

Проверен је и механизам за пребацивање ручног/моторног погона куполе. Главна полуга пребацивача је права (равна) и има довољан ход (отклоњене су сумње Ч. Шапоње), али на њеној вођици ван кућишта самог механизма било је штетног трења због искривљености вођице и слоја боје на клизним површинама. То је отклоњено и механизам је подмазан.

На доњем делу металних мердевина заварена су два граничника који омогућују употребу мердевина на било ком делу обима покретног пода. Међутим, за њихово безбедно коришћење при највишљем положају пода, биће потребно да се два таква граничника заваре и на доњем делу мердевина.

Мали рефрактор у септембру 1998.

Радови на паркету и на хидроизолацији зида су (привремено?) одложени.

Посматрања су се редовно обављала.

Приметио сам део искривљеног лима на отвору куполе, али сам нисам могао да изађем на терасу да то детаљније погледам. То ће бити урађено са Владом или Иштваном.

Београд, С поштовањем,
5. 10. 1998. Др. Александар Кубичела

АО 605/1, 06. 11. 1998.

ДИРЕКТОРУ АСТРОНОМСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ
Београд

Слободан сам да Вам поднесем следећи извештај о Великом и Малом рефрактору.

Велики рефрактор у октобру 1998.

Завршена је оправка мотора куполе: 1) Ојачани доњи подупирач мотора одмакнут је од зида тако да при обртању куполе не удара у зид, и 2) Обрађен је погонски зупчаник куполе да не гребе горњи део зупчастог прстена на куполи.

И на горњи део металних мердевина заварена су два граничника тако да се мердевине могу безбедно користити на свим азимутима и при највишљем положају покретног пода.

Група за двојне звезде вршила је посматрања.

Мали рефрактор у октобру 1998.

Није било промена у стању инструмента и павиљона. Вршена су вероватно последња посматрања Сунца за овогодишњу посматрачку сезону.

Београд, С поштовањем,
6. 11. 1998. Др. Александар Кубичела

АО 30/1, 02. 01. 1999.

ДИРЕКТОРУ АСТРОНОМСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ
Београд

Велики рефрактор у децембру 1998.

На инструменту и на згради није било промена.

Мали рефрактор у децембру 1998.

На инструменту и на згради није било промена.

СТАЊЕ НА ПОЧЕТКУ 1999. године

Оба инструмента и зграде су условно употребљиви. То значи да постоје неки накнадни или нови радови које би требало обавити. То су:

Велики рефрактор:

1) Подмазивање котрљајућих лежајева куполе,

2) Израда лаких мердевина за излажење на западну терасу,

3) Подмазивање доње шине и точкова отвора куполе,[3]

4) Бојење великих дрвених прозора. Ако се при отварању заиста ломе стакла - како је говорио М. Павловић - требало би их бојити затворене, можда само споља ради најнужније заштите од кише и снега. Прилаз прозорима би се морао остварити скелом или посебним мердевинама.

5) Чишћење и подмазивање екваторијалне главе и осталих механизама рефрактора,

6) Бојење цеви рефрактора,

7) Заустављање продирања влаге са источне терасе,

8) Повећање снаге (бар 30 А) три осигурача који се налазе у улазном холу и осигуравају погон покретног пода,

9) Идентификација и обележавање намене неколико осигурача који се налазе на јужном зиду кружног ходника у приземљу куполе,

10) Замена челичних сајли покретног пода,

11) Заваривање металног степеника на улазу у подрум,

12) Обнова врата у подруму која воде ка источним подрумским просторијама,

13) Бар за неколико процената побољшати читљивост скале часовног угла,

14) Институт ПУПИН је прошле године предложио две иновације: а) израду савременијег (solid state) резервног стартера трофазног мотора за погон куполе, и б) дигиталне енкодере угла за очитавање обе координате рефрактора. Понуде су код Радета Павловића. Верујем да постојећи стартер неће скоро отказати, те - ако се у догледно време ове иновације буду узимале у обзир - предлажем да се предност да овој другој: дигиталним енкодерима за скале деклинације и часовног угла. Они би посматрања Великим рефрактором учинили лакшим и ефикаснијим.

15) Само за репрезентацију или од туристичког значаја: обнова Сунчаног часовника на стази ка Малом рефрактору. Садашњи бројчаник требало би подићи на неку удобнију висину, нивелисати, оријентисати, уградити "светску осу" и можда оградити. Ако би се некуда премештао, то би требало

[3] уз ставку 3) за Велики рефрактор: радикалније и дугорочније решење би било подизање старе шине за пар центиметара или уградња нове.

да буде неко не мање осунчано место и туристички интересантно. Јер: "Sine sole sileo".

Мали рефрактор:

1) Спречити продирање влаге са терасе и око олука,

2) Обновити сијалично место и боју на зиду који је сада влажан,

3) Поправити пропадајући паркет. Поправити кваке на прозорима. И можда: замрачујућа крила на прозорима монтирати покретно (та варијанта се још разматра). Све ове ставке би могао да уради Б. Пилиповић - ако уклопи тај обим посла у компензацију са Опсерваторијом, а био би и рад да му Опсерваторија дотира један доо потрошног материјала. О томе ће, наводно, разговарати са директором.

4) Повећати стиропорске маске на правцу ка Сунцу и, евентуално, покушати да се смањи дневно светло из правца зенита,

5) Очистити и подмазати сам рефрактор и погон куполе.

6) Обојити цев рефрактора,

7) Исправити део лима који запиње при отварању куполе.

За оба инструмента:

Било би корисно да се устали сервисирање инструмента једном годишње (али: подмазивање доње шине и точкова отвора куполе Великог рефрактора два пута годишње - нарочито пред јесен и зиму, а горњих једном у 2 или 3 године). Корисно би било да се устали чишћење павиљона једнон месечно, у посматрачкој и туристичкој сезони, а једном у, можда, 2 месеца зими.

АО 418/1, 01. 10. 1999.

ДИРЕКТОРУ АСТРОНОМСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ
Београд

СТАЊЕ ДВА ЕКВАТОРИЈАЛА, ВЕЛИКОГ И МАЛОГ РЕФРАКТОРА, И ЊИХОВИХ ЗГРАДА У ПЕРИОДУ I-IX 1999.

Почетком године оба инструмента била су употребљива уз примедбе које су биле набројане у мом извештају од 20.1.99.

Даље је са С. Пилиповићем договарано око поправке паркета и прозора у Малом рефрактору, а са В. Савковићем и око израде потребних мердевина у Великом рефрактору (за излажење на западну терасу и за прилаз дигиталном часовнику).

22. III односно 24. III, Велики односно Мали рефрактор постављени су у "ратни положај" - тако да су им објективи спуштени и што више удаљени од прозора и спољашњих зидова. 31. V око 4 сата прозори на оба павиљона оштећени су јаким детонацијама на почетку Волгине улица: два окна на

прозорима Малог рефрактора и велики број стакала на јужним и другим прозорима зграде Великог рефрактора. Једна ad hoc комисија је истог дана установила величину ове штете. Окна на Малом рефрактору покрио сам фолијом ја, а на Великом Мића Стојковић.

Међутим, јаки ветрови у септембру покидали су велике делове пластичне фолије на прозорима Великог рефрактора. Ову заштиту је неопходно обновити пре киша и снегова ове јесени и претстојеће зиме!

Кампања за посматрање потпуног помрачења Сунца једно време била је скренула пажњу посматрача са ова два екваторијала. После 11.8.1999., Г. Поповић, В. Савковић и ја вратили смо Велики рефрактор у радни положај. Тада, а и касније када сам звао В. Савковића да поправи један квар на електричним колекторима деклинацијске осовине инструмента, установили смо да се купола приметно теже креће кроз неке азимуте. Кад је отвор куполе на југу-југоистоку и кад је зупчаник за отварање куполе у захвату са назубљеном шином на зиду куполе опет долази до напрезања доњег ослонца мотора за покретање куполе. Предложили смо посматрачима да се на тим азимутима купола не заустављa - сем кад је то неопходно због посматрања.

С. Пилиповић је почетком септембра поново прегледао (и премерио) дрвени део подножја Малог рефрактора, оштећени паркет и шта би требало урадити на прозорима овог павиљона. Наводно, разговараће са директором о уклапању овог посла у његов аранжман са Опсерваторијом.

С поштовањем,
А. Кубичела

АО 543/1, 11. 11. 1999.

ДИРЕКТОРУ АСТРОНОМСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ
Београд

Слободан сам да Вам поднесем следећи извештај о Великом и Малом рефрактору.

Велики рефрактор у октобру 1999.

Уз лупу за читање часовног угла инструмента додато је једно сочиво од +1 диоптрије. У пољу вида перископа, бројке и поделе скале крупније су за око 30%.

Мића је премерио сва разбијена и напукла стакла на прозорима павиљона да би их заменио. Наводно, прозори ће остати трајно затворени.

У току рада (Г. Поповић) нестало је струје у павиљону и на инструменту. Са В. Савковићем сам пар пута разговарао о потреби да се то поправи.

Мали рефрактор у октобру 1999.

Инструмент је редовно радио.
Обновио сам стиропорске маске на тубусмма (3) спектрографа.

Београд,
30. 10. 1999.

С поштовањем,
Др. Александар Кубичела

АО 95/1, 02. 03. 2001.

ДИРЕКТОРУ АСТРОНОМСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ
Београд

Извештај о стању Великог рефрактора и Малог рефрактора

На основу задужења која проистичу из Решења 01 бр. 582/1 од 3. 11. 2000. године подносим следећи извештај о стању Великог рефрактора и Малог рефрактора крајем 2000. и почетком 2001. године.

У Великом рефрактору остали су нерешени исти проблеми који су наведени у извештају др-а Александра Кубичеле који је заведен под бр. 3/1 од 11. 1. 2000. године. Претпоставка у вези воде која се појављује после кише на паркету покретног пода да она настаје услед ветра који уноси кишу кроз размак куполе и поклопца отвора на врху куполе је проверавана и дошло се до закључка да узрок уласка воде није само у ветру, јер се вода појављује и приликом кише коју не прати ветар. Мердевине за излажење на западну терасу (поменуте у наведеном извештају) још нису израђене. Прилази дигиталном дисплеју и великим прозорима нису решени. Мотор за окретање куполе и даље има веће вибрације него што је имао при нормалном раду, нарочито на неким положајима куполе.

Осим горе поменутих већ познатих проблема, у интервалу између задњег и овог извештаја појавио се и проблем отежаног отварања и затварања куполе. У неким случајевима морало се прибећи и ручном затварању, јер помоћу окретања куполе затварење се могло обавити само до око пола. Стање механизма за затварање је критично, јер постоји опасност да се при примени веће силе поломи неки од преноса и купола остане отворена. Због тога је препоручљиво да се купола не отвори док се сметње не отклоне. Такође постоји проблем отежаног кретања телескопа, који је вероватно везан за подмазивање лежајева деклинацијске и ректасцензијске осе. С обзиром да се утискивањем масти на местима за подмазивање проблем није отклонио, постоји сумња да су остаци старих стврднутих подмазних материјала, који су се у међувремену и помешали са прљавштином која се таложи на телескоп, узроци овог проблема.

Предлажем ангажовање стручњака за снимање потенцијалних места на којима се могу појавити такви проблеми и њихово отклањање.

31. јануара 2001. године са мр. Војиславом Протић-Бенишек и госп. Јованом Ранковићем, пословођом фирме Марчетинг, обишли смо Велики рефрактор. Указали смо на постојеће недостатке: лош рад механизма за окретање и отварање куполе, нестабилан рад генератора струје, тешко покретање телескопа и прокишњавање куполе. Закључено је да ће, кад временске прилике буду пријатније, стручњаци поменуте фирме погледати који су узроци набројаних недостатака и дати своје предлоге за њихово отклањање и понуду за извођење таквих радова.

У Малом рефрактору и даље постоји проблем прокишњавања. Вода највише продире до југозападног зида због чега фарба и малтер опадају са зида и стварају прашину што представља велике сметње при спектралним посматрањима. Прашина се таложи на заштитни прозор CCD камере, на улазни прорез спектрографа и на оптичке елементе, а највероватније и на оптичку решетку (она је неприступачна за проверу). Ово са своје стране доводи до повећања грешке мерења и отежава редукцију посматрања. Процењено је да су грешке мерења око десет пута веће него теоријске грешке које карактеришу такав спектрографски систем. Под таквим околностима сунчев спектрограф не може (нема сврхе) да ради. Осим тога, вероватно због сличних разлога као и код Великог рефрактора, телескоп се веома тешко окреће око својих оса. Окретање куполе је такође отежано. На неким положајима електромотор није у стању да окреће куполу, а ни ручно покретање куполе не ради. Овакво стање спречава посматрање на сунчевом спектрографу. Осим тога, може се десити да купола остане у неповољном положају тако да јачи удари ветра могу да је отворе.

31. јануара 2001. године са мр Војиславом Протић-Бенишек и госп. Јованом Ранковићем погледали смо и Мали рефрактор. Указао сам на проблеме прокишњавања крова терасе и отежаног померања телескопске цеви, нарочито у правцу ректасцензије и на остале недостатке. У вези Малог рефрактора том приликом је донет исти закључак као и код Великог рефрактора.

С обзиром на затечено лоше техничко и хигијенско стање и код Великог и код Малог рефрактора, и да до промене таквог стања нису довели досадашњи покушаји повремених интервенција ангажовањем разних извођача, предлажем да се у циљу непрестаног одржавања поменутих инструмената (а и других на Опсерваторији), као и у циљу унапређивања посматрачких прибора, запосли један радник струке прецизне механике или сродне. Неопходност сталног присуства радника такве струке се показује на лошем примеру досадашње праксе повремених ангажовања неких предузећа, као и на добром примеру из прошлости кад су на Опсерваторији били запослени такви радници и кад инструменти нису бивали ван употребе у дужем временском интервалу, као што је то данас случај са Великим рефрактором и као што ће се вероватно десити и са Малим рефрактором.

Београд,
2. 2. 2001.

Извештај је саставио:
Др. Иштван Винце

АО 265/1, 31. 05. 2001.

ДИРЕКТОРУ АСТРОНОМСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ
Београд

Извештај о стању Великог рефрактора и Малог рефрактора

На основу задужења као лица који врши надзор, а која проистичу из Решења 01 бр. 582/1 од 3. 11. 2000. године подносим следећи извештај о стању Великог рефрактора и Малог рефрактора крајем маја 2001. године.

Као резултат извршене процене потребних радова у Великом рефрактору од стране стручњака фирме Марчетинг, стигла нам је понуда за цену радова и материјала за поправку механичких елемената телескопа и куполе, као и за зграду павиљона. Слична понуда је стигла и за радове на Малом рефрактору. С обзиром да цене у понуди превазилазе наше финансијске могућности, са једне стране, а са друге стране [постоји] потреба да се телескопи и пратећа опрема оспособе за посматрање у што краћем року, одлучено је да се за поправљање и одржавање телескопа ангажује на одређено време госп. Љубиша Спасић.

У току априла и маја урађене су следеће поправке:

а) У Малом рефрактору:

- поскидане, очишћене, подмазане и напуњене машћу све мазалице на телескопу
- подмазани су сви зупчаници на телескопу
- очишћен и подмазан горњи лежај на часовној осовини
- извшено је балансирање телескопа
- инструмент је опран од масноће и прљавштине
- оспособљено светло за осветљавање часовног круга
- очишћени и подмазани су зупчаници и кадранска осовина куполе
- очишћени и подмазани су носећи лежајеви у кавезима за покретање куполе
- малтер одвојен од унутрашњег зида павиљона је обивен и оштећена површина је изравната длетом
- часовни механизамје очишћен и подмазан графитном машћу.

Са овим поправкама Мали рефрактор је оспособљен за посматрање.

Проблем чишћења Малог рефрактора и даље постоји. Можда би се тај проблем могао решити конкретним задужењем (преко налога за рад) чистачица за чишћење павиљона једном недељно. Без одржавања чистоће у павиљону суочавамо се са, већ у ранијим извештајима поменутим, проблемима у посматрању.

Код Великог рефрактора је пронађен узрок тешког окретања куполе. Наиме, приликом окретања куполе долази до испадања зуба из зупчасте (кружне) летве, што изазива велике вибрације на куполи. Узрок испадања зупчаника је поломљен део на вертикалном електромотору за покретање

куполе. Установљено је да су комплетан телескоп и купола у јако лошем стању, па ради избегавања већих оштећења Велики рефактор не треба користити за посматрање док се не изврши комплетна поправка.

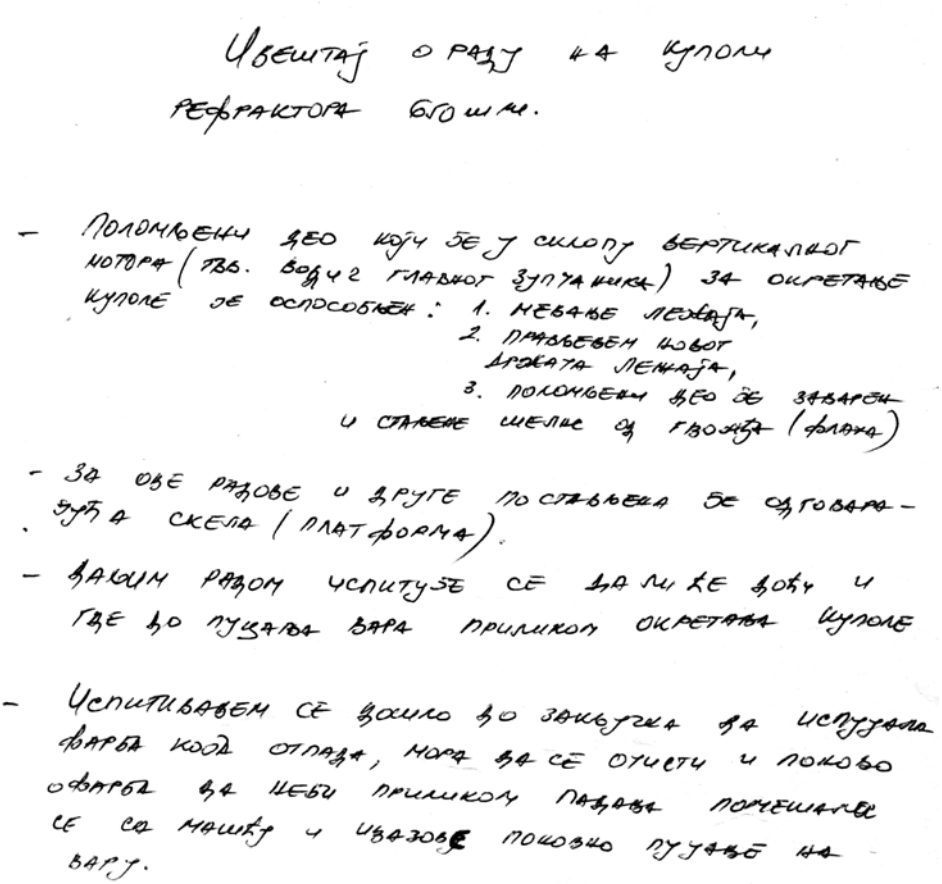
Сунчева камера за Велики рефрактор је нађена у неупотребљивом стању: један од сектора се није могао покретати, а други се веома тешко окретао. Установљено је да је поломљен један гусани прстен. Уместо тог прстена се прави нови од дуралуминијума.

Мердевине за излажење на западну терасу (поменуте у ранијим извештајима) још нису израђене. Прилази дигиталном дисплеју и великим прозорима нису решени.

У Малом рефрактору и даље постоји проблем прокишњавања. Вода највише продире до југозападног унутрашњег зида.

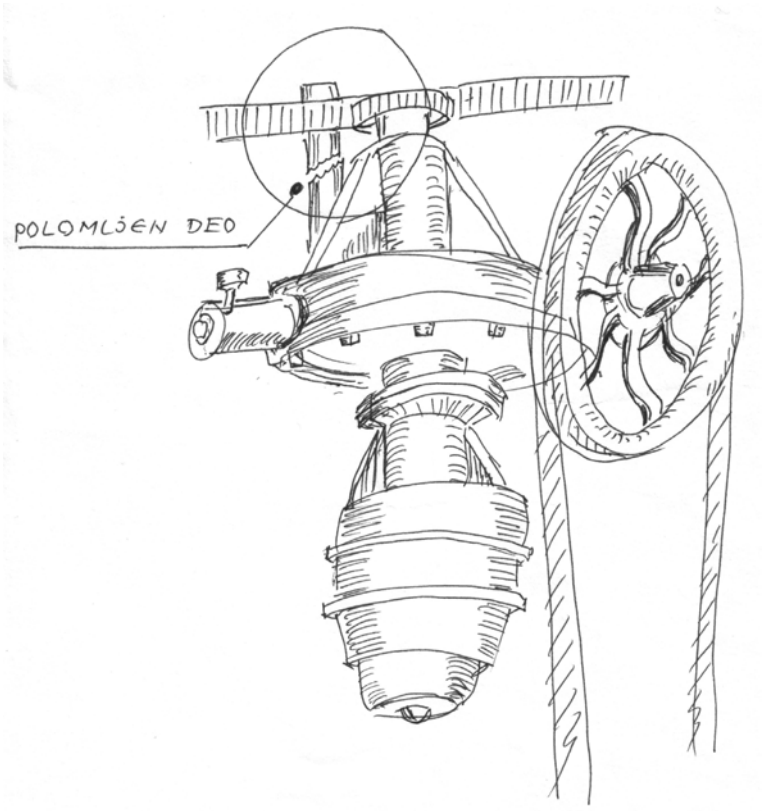
Београд,
29. 5. 2001.

Извештај је саставио:
Др. Иштван Винце



Извештај о раду на куполи рефрактора Бошми.

- Поломљени део који је у склопу вертикалног мотора (тзв. водиг главног зупчаника) за окретање куполе је оспособљен: 1. мевање лежаја, 2. прављењем новог дрожата лежаја, 3. поломљени део је заварен и стављене шелне од гвожђа (флаха)
- За ове радове и друге постављена је одговарајућа скела (платформа).
- Даљим радом испитује се да ли ће доћи и где до пуцања вара приликом окретања куполе
- Испитивањем се дошло до закључка да испуцала фарба која отпада, мора да се очисти и поново офарба да неби приликом падања помешала се са машћу и изазове поновно пуцање на вару.



Извештај о раду на куполи рефрактора 650 mm

– Поломљени део који је у склопу вертикалног мотора (тзв. водич главног зупчаника) за окретање куполе је оспособљен:

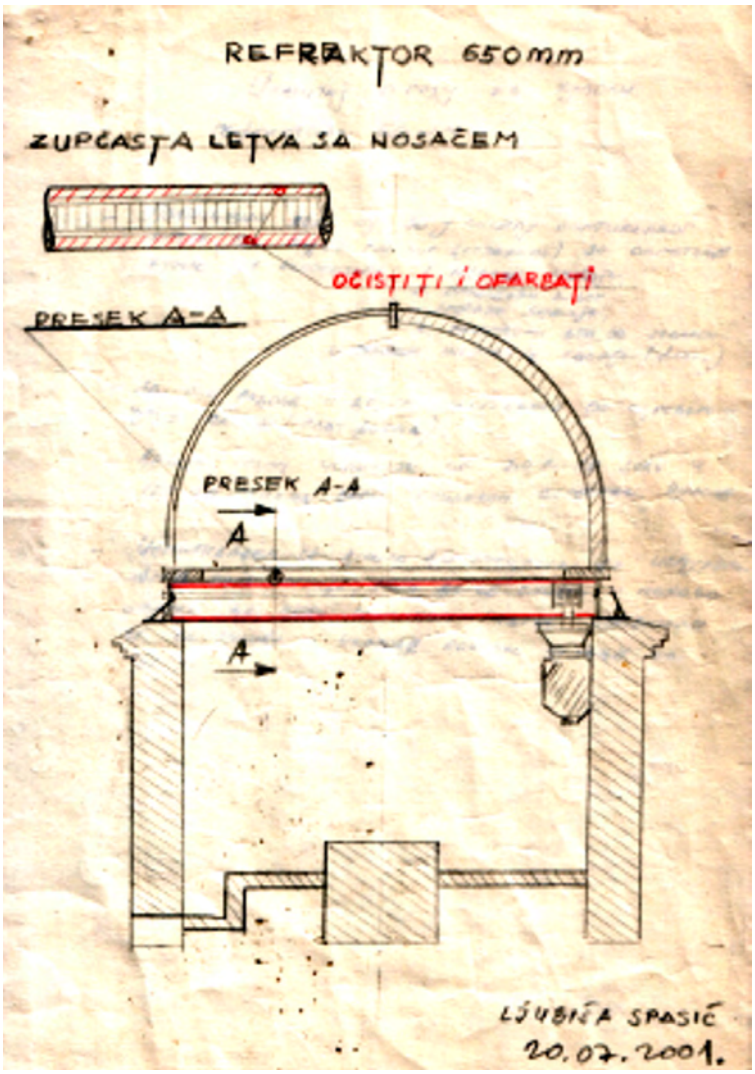
1. мењањем лежаја
2. прављењем новог држача лежаја
3. поломљени део је заварен и стављене шелне од гвожђа

За ове радове и друге постављена је одговарајућа скела (платформа).

– Даљим радом испитује се да ли ће доћи и где до пуцања вара приликом окретања куполе

– Испитивањем се дошло до закључка да испуцала фарба која отпада, мора да се очисти и поново офарба да се не би приликом падања помешала са машћу и изазвала поновно пуцање на вару.

20. 07. 2001. Љубиша Спасић



АО 348/1, 23. 07. 2001.

ДИРЕКТОРУ АСТРОНОМСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ У БЕОГРАДУ

Извештај о стању Великог рефрактора и Малог рефрактора

На основу задужења као лице који врши надзор, а која проистичу из Решења 01 бр. 582/1 од 3. 11. 2000. године подносим следећи извештај о стању Великог рефрактора и Малог рефрактора крајем јула 2001. године.

На Малом рефрактору врше се редовна посматрања.

Проблем чишћења Малог рефратора и даље постоји. Тај проблем би требало хитно решити редовним чишћењем павиљона једном недељно. Без одржавања чистоће у павиљону суочавамо се са већ у ранијим извештајима поменутим проблемима у посматрању. У Малом рефрактору и даље постоји

проблем прокишњавања. Очекује се поправка малих дрвених степеника и паркета, као и фарбање зидова, нарочито на делу где је извршено премалтерисање.

Код Великог рефрактора је отклоњен узрок тешког окретања куполе. Наиме, решен је проблем што приликом окретања куполе долази до испадања зуба из зупчасте (кружне) летве. Поломљени део на вертикалном електромотору за покретање куполе, који је био узрок испадања зупчаника, је заварен и посебно осигуран. Вариоцу није плаћено ништа, па би било ред да се то учини. Испитивањем висине зупчаника у односу на зупчасту летву је утврђено да на неким местима прелази дозвољену границу, па се предлаже утањење хоризонталног зупчаника. Установљено је да фарба са зупчасте летве и њене околине пада не зупчанике и да се меша са машћу што временом ствара велике проблеме у кретању куполе. Предлаже се да се та критична места очисте и офарбају. Сам телескоп је још увек у јако лошем стању. Потребно је генерално чишћење и подмазивање главе телескопа. Ради избегавања већих оштећења Велики рефактор не би требало користити за посматрање док се не изврши комплетна поправка.

Сунчева камера за Велики рефрактор је поправљена. Потребно је извршити пробно снимање.

Мердевине за излажење на западну терасу (поменуте у ранијим извештајима) још нису израђене. Прилази дигиталном дисплеју и великим прозорима нису решени.

Предлажем да се за наставак радова на поправци Великог рефрактора издвоје средства у висини од око 5000 динара. Спецификацију трошкова смо већ предали пре око месец дана. Без тих средстава радови се неће моћи наставити. Један део досадашњих издатака покрио је Госп. Љубиша Спасић из својих личних средстава, што свакако није у реду. Због тога би издвајање ових средстава требало ставити на листу приоритета.

Београд,
23. 7. 2001.

Извештај је саставио:
Др. Иштван Винце

Извештај о куполи рефрактора 650 mm

Дана 29. јула текуће године испробана је купола (укључењем мотора, као и ручно). Ручним испробавањем се испитивао рад куполе да не би дошло до поновног пуцања (лома) вара и зупчаника.

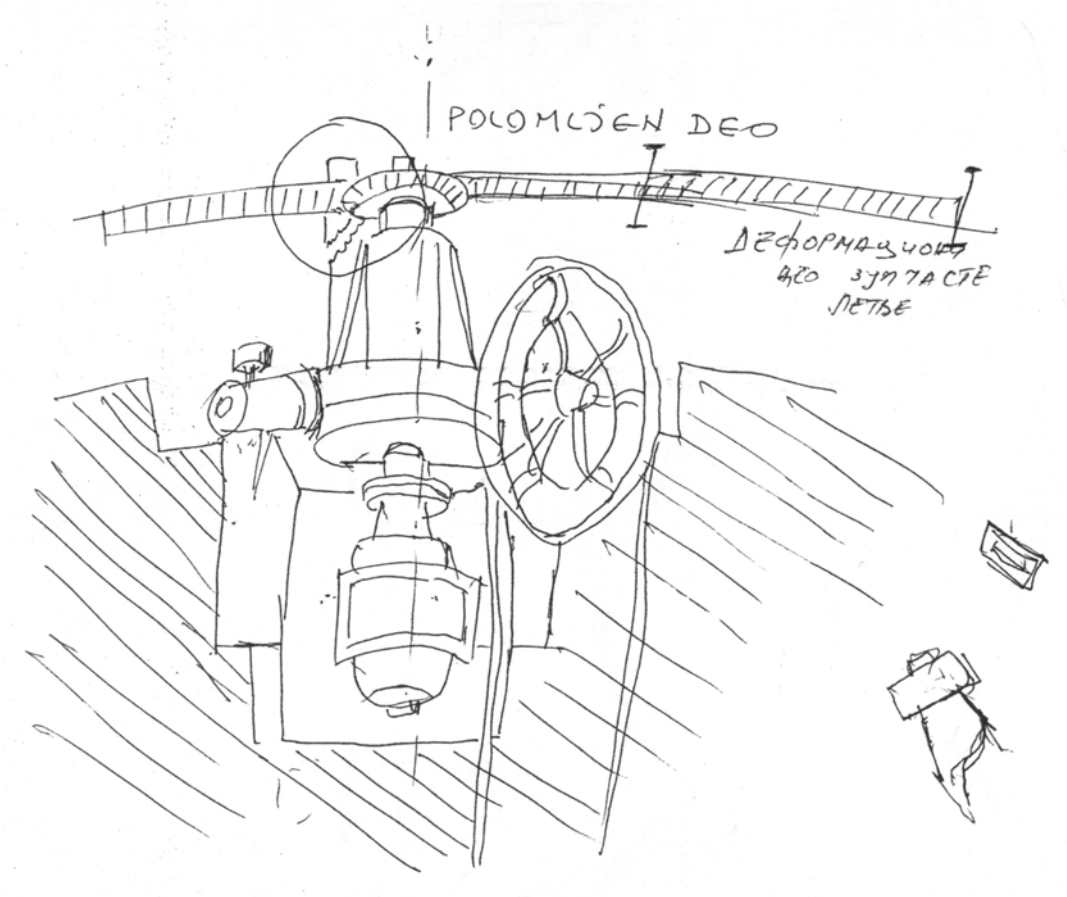
Укључењем мотора купола се окретала нормално без подрхтавања и трешења куполе.

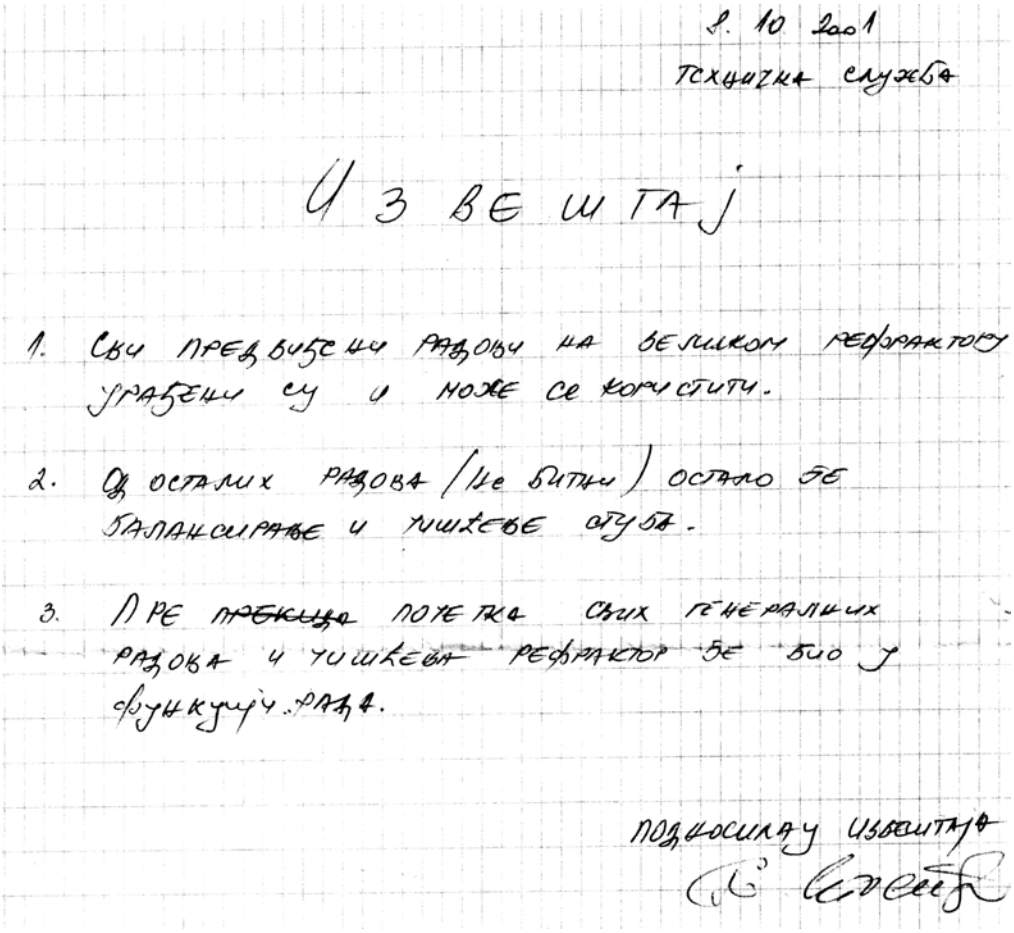
На једном делу зупчасте летве у дужини 4-5 m. установљено је да је из непознатог разлога дошло до деформације исте. Деформација датира још из ранијег периода.

Даљи рад на куполи захтева отклањање деформације на зупчастој летви, и рад на неколико кавеза који држе и окрећу куполу, и фарбање обода (унутрашњег) куполе изнад и испод зупчасте летве, као и подмазивање свих радних склопова.

Београд,
2. 8. 2001.

Извештај је саставио:
Спасић Љ.





8. 10. 2001.
Техничка служба

ИЗВЕШТАЈ

1. Сви предвиђени радови на великом рефрактору урађени су и може се користити.
2. Од осталих радова (небитни) остало је балансирање и чишћење стуба.
3. Пре почетка свих генералних радова и чишћења рефрактор је био у функцији рада

Подносилац извештаја
Љ. Спасић

АО 319/1, 17. 05. 2002.

Извештај о покретној платформи великог рефрактора

Услед преоптерећености или стајања више људи на једној страни долази до померања платформе ка степеницама.

При том, када је платформа у највећој висини враћањем у доњи положај (нижи) долази до ударања платформе на стубић степеница.

Да не би било оваквих опасних ситуација потребно је: 1. балансирати платформу помоћу три бурета. Балансирање се може урадити ако би се промениле сајле које држе бурад. Више пута наглим трзајима платформа је враћена, не удара више у степеник, али се не може користити под оптерећењем, већ само један астроном али са великом опрезношћу.

Из непознатих разлога померена је цев перископа за очитавање часовног круга. Потребно је и њега центрирати.

Да би се избегле опасне и стресне ситуације потребно је под хитно мењати сајле које држе платформу.

Тех. служба
Љ. Спасић

Захвалница

Овај рад је урађен у оквиру научног пројекта бр. 1471 *Историја астрономије код Срба* који финансира Министарство за науку и заштиту животне средине Републике Србије.

Литература

Popović, G. M., Pavlović, R.: 1997, "Micrometer measurements of double stars (series 50)", *Bulletin Astronomique de Belgrade*, **155**, 97.

Popović, G. M., Pavlović, R.: 1998, "Micrometer and CCD measurements of double stars (series 51)", *Bulletin Astronomique de Belgrade*, **158**, 35.

Zulević, D., Popović, G. M., Pavlović, R.: 2000, "Micrometer measurements of double stars (series 52)", *Serbian Astronomical Journal*, **161**, 25.

Popović, G. M.: 2001, "Micrometer measurements of double stars (series 53)", *Serbian Astronomical Journal*, **163**, 49.

Pavlović, R., Cvetković, Z., Olević, D., Strigachev, A., Popović, G. M., Novaković, B.: 2001, "CCD measurements of double and multiple stars at NAO Rozhen", *Serbian Astronomical Journal*, **171**, 49.

REPORTS ON THE WORK OF BIG AND SMALL REFRACTORS WITHIN 1988-2002 PERIOD

Reports on the work of Big and Small refractors of the Belgrade astronomical observatory within 1998-2002 periode, written by Aleksandar Kubičela, Ištvan Vince and Ljubiša Spasić to the author of this article, are presented.

Зборник радова конференције "Развој астрономије код Срба IV"
Београд 22-26. април 2006,
уредник М. С. Димитријевић
Публ. Астр. друш. "Руђер Бошковић" бр. 7, 2007, 83-131

АКТИВНОСТИ САРАДНИКА ПРОЈЕКТА 1195 "УТИЦАЈ СУДАРНИХ ПРОЦЕСА НА СПЕКТРЕ АСТРОФИЗИЧКЕ ПЛАЗМЕ" - 2002-2005

МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ

Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд 74, Србија
e-mail: mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu

Резиме. Приказане су активности на пројекту 1195 «Утицај сударних процеса на спектре астрофизичке плазме», који је Министарство за науку и заштиту животне средине финансирало од 1. јануара 2002. до 31. децембра 2005. године. Осим библиографије научних резултата, наведена су и друга достигнућа сарадника у научном раду, писању уџбеника, књижевном стваралаштву, организовању научних скупова, уређивачкој активности, педагошком раду итд.

Праћење и стављање на увид јавности научних резултата и других активности сарадника установе као што је Астрономска опсерваторија, веома је значајно за будуће истраживаче, као и оне који желе да се ближе упознају са активностима научника у оваквој институцији, дубоко утканој у историју не само науке већ и културе Српског народа. Нажалост, после мога текста «Београдска опсерваторија у 2001. години»,[1] за чије објављивање није било разумевања на Астрономској опсерваторији, овакве активности су замрле. С обзиром да пројекат «Утицај сударних процеса на спектре астрофизичке плазме» прихваћен од Министарства за науку и заштиту животне средине, који сам формулисао и водио покрива управо период 2002-2005,[2] приказ активности сарадника пројекта у овом периоду, попуниће бар делимично насталу историјску празнину.

У оквиру пројекта се истраживала плазма у астрофизици, лабораторији и технологији и то моделирањем процеса у њој, оптичких особина и спектара,

[1] Милан С. Димитријевић: 2005, Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба III», уредник М. С. Димитријевић, *Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић»*, **6**, 185-219.
[2] Пројектни циклус код Министарства за науку и заштиту животне средине, који је започео 1. јануара 2002, завршен је 31. децембра 2005.

са посебним осврtом на улогу сударних процеса. Нарочита пажња посвећена је истраживању профила спектралних линија проширених сударима са наелектрисаним честима (Штарков ефекат), од значаја за дијагностику и моделирање звездане плазме, плазме у лабораторији и технолошке плазме. Коришћени су, испитивани и развијани семикласични пертурбациони и модификовани семиемпиријски формализми и примењивани за добијање параметара Штарковог ширења за велики број спектралних линија атома и јона у различитим степенима јонизације (Ag I, Ar I, Cd I, Ga I, Ge I, Kr I, Ne I, F II, In II, Ne II, Ti II, Be III, Cd III, Co III, Cu III, F III, S III, Si III, Zn III, Si IV), а добијени резултати су послужили за истраживање утицаја Штарковог ширења у звезданим атмосферама. Посебно је испитивана улога Штарковог ширења код хемијски нерегуларних звезда А типа (Ap звезде), као на пример Штарково ширење линија неутралног хрома у спектру хромом богате Ap звезде Бета CrB и линија неутралног силицијума у атмосфери roAp звезде 10 Aql. Изведен је ab initio прорачун Штарковог ширења спектралних линија Ne V, које су посматране космичким рендгенским телескопом «Чандра» уз помоћ SUPERSTRUCTURE програма и семикласичне пертурбационе теорије за Штарково ширење. Модификована семиемпиријска теорија је прилагођена да се могу уместо семиемпиријског Гаунт фактора, користити тачнији подаци о јачинама линије из литературе а тестирана је и примењена на Штарково ширење линија јонизованог кисеоника.

Посматрана је и моделирана, помоћу програма PHOENIX, велика ерупција у оптичком делу спектра на звезди AT Microscopii.

Истраживан је утицај процеса (n – n') мешања у сударима Ридбергових H* (n) атома са H(1s) у Сунчевој атмосфери, утицај симетричних хемијонизационих и хеми-рекомбинационих процеса у нискотемпературним слојевима DB белих патуљака богатих хелијумом, као и на насељеност Ридберговских нивоа водоника у атмосферама црвених патуљака M типа уз помоћ моделирања атмосфере помоћу програма PHOENIX.

Проучаване су вероватноће прелаза код Kr II, Ne II, Kr III.

Разматран је утицај Штарковог ширења ласерских спектралних линија Cd II, на мод у коме ће радити ласер на бази пражњења са шупљом катодом.

Експериментално је истраживан утицај притиска зрачења на поједина зрнца прашине микронских димензија. Такође су експериментално изучавани ротација и уређивање под дејством притиска зрачења, лабораторијских аналога зрнаца међузвездане прашине.

Моделирањем помоћу програма PHOENIX, истраживан је проблем литијума у атмосфери звезде GJ 117.

У оквиру пројекта развија се и потхрањује међународна база података БЕЛДАТА, у сарадњи са Французима, са циљем да се направе два мирор сајта, један у Паризу, у оквиру базе података МОЛАТ Париске опсерваторије, и један у Београду.

Сарадници пројекта објавили су 43 рада у водећим међународним часописима од којих је 29 везано за пројекат а 14 припада другим

проблематикама. Часописи у којима су објављени радови (са њиховим бројем датим у загради) су: Astronomy and Astrophysics (24), Astrophysical Journal (5), Astronomische Nachrichten (3), Physica Scripta (2), Astrophysical Journal Supplement Series (1), Physical Review E (1), Atomic Data and Nuclear Data Tables (1), European Physical Journal D (1), Journal of Geophysical Research: Space Physics (1), Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics (1), Applied Physics B: Lasers and Optics (1), Revista Mexicana de Astronomia y Astrofisica (1), Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (1).

У међународним часописима [Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplementi (17), Astronomical and Astrophysical Transaction (4), Журнал Прикладной Спектроскопии (2) и његовом енглеском преводу Journal of Applied Spectroscopy (2), High Temperature Material Processes (2), Journal of Aerosol Science (1), European Journal of Science and Theology (1)] публиковано је 29 библиографских јединица од којих су 19 везане за пројекат а 10 нису.

Наводимо остале резултате с тим што први број даје укупан број, а следе број радова везаних за пројекат и број оних који то нису. То су: Предавања по позиву на међународним конференцијама штампана у књигама међународних издавача (4-2-2), монографије националног значаја (4-2-2), прегледни текстови у публикацијама националног значаја (5-1-4), Научни радови у књигама међународних издавача (14-8-6), научни радови у националним часописима (11-1-10), предавања по позиву на међународним конференцијама штампана у целини (7-5-2), научни радови у зборницима међународних конференција штампани у целини (24-15-9), предавања на националним конференцијама штампана у целини (5-3-2), радови на националним конференцијама штампани у целини (25-12-13), предавања на међународним конференцијама штампана у изводу (9-5-4), саопштења на међународним конференцијама објављена у изводу (48-37-11), предавања на националним конференцијама штампана у изводу (25-14-11), саопштења у циркуларима (5-0-5), докторске дисертације (2-0-2) и магистарске тезе (1-1-0).

Укупно, сарадници пројекта објавили су 261 библиографску јединицу од којих су 154 везане за пројекат а 107 нису.

Поред описаних научних садржаја истраживања и резултата важни циљеви пројекта били су научно формирање и усавршавање млађих сарадника (једна одбрањена магистарска теза и рад на две докторске дисертације) и развој међународне научне сарадње са Француском, Русијом, Грчком, Бугарском, Украјином, Тунисом, Шпанијом, Мађарском, Енглеском, Немачком, Холандијом и САД. Напоменуо бих да је значајна пажња посвећивана и развоју сарадње са другим колегама у Србији који раде у овој области. У разматраном периоду, плодоносна сарадња остварена је са следећим српским научницима: Стеван Ђениже, Владимир Милосављевић, Љиљана Скуљан, Александар Срећковић, Срђан Буквић, Анатолиј А. Михајлов, Љубинко Игњатовић и Зоран Ђурић.

Схватајући значај научних конференција, како за развој научне сарадње, тако и за усавршавање младих сарадника, те стручну дискусију постигнутих резултата, велики напори су уложени у овај вид научне делатнасти. Сарадници пројекта не само што су допринели одржавању седамнаест научних скупова него су и сами организовали пет конференција, дајући и на тај начин допринос развоју научне сарадње. То су:

1. РАЗВОЈ АСТРОНОМИЈЕ КОД СРБА II, Београд 5-7. IV 2002, председник Научног организационог комитета и члан Почасног комитета М. С. Димитријевић, председник Локалног организационог комитета Е. Бон, чланови П. Јовановић, З. Симић.
2. IV SERBIAN CONFERENCE ON SPECTRAL LINE SHAPES, Arandjelovac, 10-15. X 2003, Co-Chairman of the Scientific organizing committee M. C. Димитријевић, Л. Ч. Поповић, Chairman of the Local organizing committee M. C. Димитријевић, members M. Дачић, Е. Бон, З. Цветковић, П. Јовановић, Н. Миловановић, З. Симић, Л. Ч. Поповић.
3. IV SERBIAN-BULGARIAN ASTRONOMICAL CONFERENCE, Belgrade, 21-24. IV 2004, Co-chairman of the Scientific Committee M. C. Димитријевић, members Л. Ч. Поповић, M. Дачић, Chairman of the Local Organizing Committee M. C. Димитријевић, members M. Дачић, Е. Бон, З. Цветковић, П. Јовановић, Н, Миловановић, З. Симић.
4. РАЗВОЈ АСТРОНОМИЈЕ КОД СРБА III, Београд 25-28. IV 2004, ко-председник Научног организационог комитета М. С. Димитријевић, чланови М. Дачић, Л. Ч. Поповић, председник Локалног организационог комитета М. С. Димитријевић, чланови Е. Бон, З. Цветковић, М. Дачић, П. Јовановић, Н. Миловановић, З. Симић.
5. 5th SERBIAN CONFERENCE ON SPECTRAL LINE SHAPES IN ASTROPHYSICS, Вршац, 6 – 10 јуни 2005, ко-председници Научног комитета М. С. Димитријевић, Л. Ч. Поповић, члан Д. Јевремовић, председник Локалног организационог комитета М. С. Димитријевић, чланови Е. Бон, В. Борка, М. Дачић, П. Јовановић, Н. Миловановић, З. Симић.

Од 2002. до 2004. године, на пројекту је било ангажовано 10 а током 2005. 7 истраживача, сви са Астрономске опсерваторије. Пројектом је од почетка до краја (1. јануар 2002 - 31. децембар 2005) руководио М. С. Димитријевић, а списак сарадника је:

1. ***Еди Бон***, (рођ. 1970) од 2002. до 2004. са укупно 6 истраживачких месеци (им)
2. ***Миодраг Дачић***, (рођ. 1946) од 2002. до 2005. са укупно 27 им
3. ***Милан С. Димитријевић***, (рођ. 1947) од 2002. до 2005. са укупно 37 им
4. ***Дарко Јевремовић***, (рођ. 1968) од 2002. до 2005. са укупно 2 им

5. ***Предраг Јовановић***, (рођ. 1968, АОБ) од 2002. до 2004. са укупно 6 им
6. ***Ненад Миловановић***, (рођ. 1979) од 2002. до 2005. са укупно 48 им
7. ***Лука Ч. Поповић***, (рођ. 1964) од 2002. до 2005. са укупно 8 им
8. ***Зоран Симић***, (рођ. 1967) од 2002. до 2005. са укупно 30 им
9. ***Драгана Танкосић***, (рођ. 1968) од 2002. до 2005. са укупно 48 им
10. ***Зорица Цветковић***, (рођ. 1958) од 2002. до 2004 са 15 им

За четири године, 10 учесника су остварила 227 истраживачка месеца, тј. 18.9 година. Просечно годиште истраживача било је 1963,5 или око 40 година.

Пројекат је Министарство за науку и заштиту животне средине Србије прихватило на конкурсу расписаном 2001. године, а финансијска средства која је доделило за рад на пројекту показана су ниже.

2005.	
• 1. Средства за рад истраживача	2.479.360 дин
• 3. Средства за режијске трошкове	1.363.373 дин
• 2. Средства за директне мат. трошкове	124.371 дин
Укупно	3.967.104 дин
2004.	
• 1. Средства за рад истраживача	1.867.936 дин
• 2. Средства за режијске трошкове	1.245.251 дин
• 3. Средства за директне мат. трошкове	207.285 дин
Укупно	3.320.472 дин
2003.	
• 1. Средства за рад истраживача	1.331.835 дин
• 2. Средства за режијске трошкове	1.219.571 дин
• 3. Средства за директне мат. трошкове	126.781 дин
Укупно	2.678.187 дин
2002.	
• 1. Средства за рад истраживача	1.286.294 дин
• 2. Средства за режијске трошкове	670.140 дин
• 3. Средства за директне мат. трошкове	89.397 дин
Укупно	2.045.831 дин
Укупно 2002. - 2005.	**12.011.594 дин**
(~160 000 ЕУР – 1ЕУР = 75 дин)	

Средствима за режијске трошкове располагао је директор Астрономске опсерваторије и коришћена су за администрацију и опште трошкове институције. Директни материјални трошкови пројекта су утрошени за службена путовања, међународну сарадњу и куповину репроматеријала и ситне опреме.

Истакао бих да је аутор овог текста добио награду за научни рад Астрономске опсерваторије за 2002. годину, а награда за научни рад младих додељена је 2003. Драгани Танкосић, 2004. Ненаду Миловановићу и 2005. Едију Бону.

На крају бих нагласио значај овог пројекта, чији бројни резултати доприносе присутности Србије у врхунским међународним часописима и њеном учествовању у заједничком напору читавог човечанства да се стално развијају фундаменталне науке као основа за даљи напредак.

А. БИБЛИОГРАФИЈА НАУЧНИХ РАДОВА САРАДНИКА ПРОЈЕКТА 1195 У ПЕРИОДУ 2002-2005*

1. РАДОВИ У ВОДЕЋИМ МЕЂУНАРОДНИМ ЧАСОПИСИМА

1. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot: STARK BROADENING OF In II SPECTRAL LINES, Physica Scripta **65**, (2002), 83-95.
2. S. Djeniže, V. Milosavljević, M. S. Dimitrijević: STARK SHIFTS AND TRANSITION PROBABILITIES IN THE Ne II SPECTRUM, Astron. Astrophys. **382**, (2002), 359-367.
3. M. S. Dimitrijević, Lj. Skuljan, S. Djeniže: STARK BROADENING OF THE Ar I SPECTRAL LINES 763.51, 738.39 AND 696.54 nm, Physica Scripta **66**, (2002), 77-81.

4.* M. S. Dimitrijević: MILUTIN MILANKOVIĆ (1879-1958) AND HIS CONTRIBUTION TO EUROPEAN ASTRONOMY, Astronomische Nachrichten **323**, (2002), 570-573.

5. S. Djeniže, M. S. Dimitrijević, A. Srećković, S. Bukvić: STARK SHIFTS AND TRANSITION PROBABILITIES IN Si III AND Si IV SPECTRA, Astron. Astrophys. **396**, (2002), 331-336.
6. D. Garcia-Alvarez, D. Jevremović, J. G. Doyle, C. J. Butler, OBSERVATIONS AND MODELLING OF A LARGE OPTICAL FLARE ON AT MICRO-SCOPII, Astronomy and Astrophys ics **383**, (2002), 548-557.

7.* L. Č. Popović, E. G. Mediavilla, A. Kubičela, P. Jovanović: BALMER LINES EMISSION REGION IN NGC 3516: KINEMATICAL AND PHYSICAL PROPERTIES, Astronomy and Astrophysics **390**, (2002), 473-480.

8.* E. Bon, M. M. Ćirković, I. Milosavljević: A NEW PROPOSITION FOR REDATING THE MITHRAIC TAUROCTONY SCENE, Astronomische Nachrichten **323**, (2002), 579-580.

9.* C. Abajas, E. Mediavilla, L. Č. Popović, A. Oscoz: THE INFLUENCE OF GRAVITATIONAL MICROLENSING ON THE BROAD EMISSION LINES OF QUASARS, Astrophysical Journal **576**, (2002), 640-652.

* Звездицом су обележени радови сарадника, који не улазе у резултате пројекта.

10. D. Tankosić, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: THE ELECTRON-IMPACT BROADENING PARAMETERS FOR Co III SPECTRAL LINES, Astron. Astrophys. **399**, (2003), 795-797.
11. M. S. Dimitrijević, M. Dačić, Z. Cvetković, S. Sahal-Bréchot: STARK BROADENING OF MULTICHARGED IONS OF ASTROPHYSICAL INTEREST. XXIII Be III, Astron. Astrophys. **400,** (2003), 791-793.
12. A. Srećković, M. S. Dimitrijević, S. Djeniže, S. Bukvić: STARK BROADENING PARAMETERS IN THE S III SPECTRUM, Astron. Astrophys. **400,** (2003), 1155-1159.
13. A. A. Mihajlov, D. Jevremović, P. Hauschildt, M. S. Dimitrijević, Lj. M. Ignjatović, F. Alard: INFLUENCE OF CHEMI-IONIZATION AND CHEMI-RECOMBINATION PROCESSES ON THE POPULATION OF HYDROGEN RYDBERG STATES IN ATMOSPHERES OF LATE TYPE DWARFS, Astron. Astrophys. **403**, (2003), 787-791.
14. M. S. Dimitrijević, T. Ryabchikova, L. Č. Popović, D. Shulyak, V. Tsymbal: ON THE INFLUENCE OF STARK BROADENING ON Si I LINES IN STELLAR ATMOSPHERES, Astron. Astrophys. **404**, (2003), 1099-1106.
15. A. A. Mihajlov, Lj. M. Ignjatović, M. S. Dimitrijević, Z. Djurić: SYMMETRICAL CHEMI-IONIZATION AND CHEMI-RECOMBINATION PROCESSES IN LOW-TEMPERATURE LAYERS OF HELIUM-RICH DB WHITE DWARF ATMOSPHERES, Astrophys. J. Suppl. Series **147**, (2003), 369-377.
16. V. Milosavljević, S. Djeniže, M. S. Dimitrijević: EXPERIMENTAL AND CALCULATED STARK WIDTHS WITHIN THE Kr I SPECTRUM, Phys. Rev. E **68**, (2003), 016402-1-8.
17. M. S. Dimitrijević, P. Jovanović, Z. Simić: STARK BROADENING OF NEUTRAL GERMANIUM SPECTRAL LINES, Astron. Astrophys. **410**, (2003), 735-739.
18. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot: STARK BROADENING OF Ag I SPECTRAL LINES, Atomic Data and Nuclear Data Tables **85**, (2003), 269-290.
19. S. Djeniže, V. Milosavljević, M. S. Dimitrijević: TRANSITION PROBABILITIES IN Kr II AND Kr III SPECTRA, European Physical Journal D **27**, (2003), 209-213.
20.* L. Č. Popović, E.G. Mediavilla, P. Jovanović, J. A. Muñoz: THE INFLUENCE OF MICROLENSING ON THE SHAPE OF THE AGN FE Kα LINE, Astronomy and Astrophysics **398**, (2003), 975-982.
21.* L. Č. Popović: 2003, BALMER LINES AS DIAGNOSTICS OF PHYSICAL CONDITIONS IN ACTIVE GALACTIC NUCLEI BROAD EMISSION LINE REGIONS, Astrophysical Journal 599, (2003), 140-146.
22.* L. Č. Popović, E. Mediavilla, E. Bon, N. Stanić, A. Kubičela: THE LINE EMISSION REGION IN III ZW 2: KINEMATICS AND VARIABILITY, Astrophysical Journal **599**, (2003), 185-192.

23. N. Milovanović, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Z. Simić,: IMPORTANCE OF COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES FOR STELLAR UV LINE SHAPES: Cd III, Astronomy and Astrophysics **417**, (2004), 375-380.
24. M. M. Abbas, P. D. Craven, J. F. Spann, W. K. Witherow, E. A. West, D. L. Gallagher, M. L. Adrian, G. J. Fishman, D. Tankosić, A. LeClair, R. Sheldon, R., E. D. Thomas: RADIATION PRESSURE MEASUREMENTS ON MICRON-SIZE INDIVIDUAL DUST GRAINS, Journal of Geophysical Research: Space Physics, **108**, (2003) SSH 2-1.
25. N. Milovanović, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Z. Simić,: IMPORTANCE OF COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES FOR STELLAR UV LINE SHAPES: Cd III, Astronomy and Astrophysics **417**, (2004), 375-380.
26. M. S. Dimitrijević, M. Dačić, Z. Cvetković, Z. Simić: STARK BROADENING OF Ga I SPECTRAL LINES, Astronomy and Astrophysics **425**, (2004), 1147-1152.
27. A. Srećković, S. Bukvić, S. Djeniže, M. S. Dimitrijević: STARK BROADENING PARAMETERS IN SINGLY AND DOUBLY IONIZED FLUORINE SPECTRA, Astronomy and Astrophysics **420**, (2004), 769-774.
28. V. Milosavljević, S. Djeniže, M. S. Dimitrijević: ELECTRON AND ION CONTRIBUTIONS TO THE Ne I SPECTRAL LINE BROADENING, Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics **37**, (2004), 2713-2724.
29. L. Csillag, M. S. Dimitrijević: ON THE STARK BROADENING OF THE 537.8 nm AND 441.6 nm Cd^+ LINES EXCITED IN A HOLLOW CATHODE LASER DISCHARGE, Applied Physics B: Lasers and Optics **78**, (2004), 221-223.
30. N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot: STARK BROADENING OF THE FOUR TIME IONIZED SILICON SPECTRAL LINES, Astronomy and Astrophysics **423**, (2004), 397-400.
31. M. M. Abbas, P. D. Craven, J. F. Spann, D. Tankosić, A. Le Clair, D. L. Gallagher, E. A. West, J. C. Weingartner, W. K. Witherow, A. G. G. M. Tielens: LABORATORY EXPERIMENTS ON ROTATION AND ALIGNMENT OF THE ANALOGS OF INTERSTELLAR DUST GRAINS BY RADIATION, Astrophysical Journal **614**, (2004), 781-795.
32.* D. Olević, Z. Cvetković: ORBITS OF 10 INTERFEROMETRIC BINARY SYSTEMS CALCULATED BY USING THE IMPROVED KOVAL'SKIJ METHOD, Astronomy and Astrophysics **415**, (2004), 259-264.
33.* F. Zakharov, L. Č. Popović, P. Jovanović: ON THE CONTRIBUTION OF MICROLENSING TO X-RAY VARIABILITY OF HIGH-RED-SHIFTED QSOS, Astronomy and Astrophysics **420**, (2004) 881-888.
34.* L. Christensen, S. F. Sanchez, K. Jahnke, T. Becker, L. Wisotzki, A. Kelz, L. Č. Popović, M. M. Roth: INTEGRAL FIELD SPECTROSCOPY OF

EXTENDED Lyα EMISSION FROM THE DLA GALAXY IN Q 2233+31, Astronomy and Astrophysics **417**, (2004) 487-497

35.* L. Č. Popović, E. Mediavilla, E. Bon, D. Ilić: CONTRIBUTION OF THE DISK EMISSION TO THE BROAD EMISSION LINES IN AGNS: TWO-COMPONENT MODEL, Astronomy and Astrophysics **423**, (2004) 909-918.

36.* L. Č. Popović, E. G. Mediavilla, E. Bon, D. Ilić, G. Richter: H II EMISSION LINE REGION IN LEDA 212995, A SMALL NEIGHBORING GALAXY OF Mrk 1040, Astronomische Nachrichten **325**, (2004) 376-379.

37. M. S. Dimitrijević, T. Ryabchikova, L. Č. Popović, D. Shulyak, S. Kan: ON THE INFLUENCE OF STARK BROADENING ON Cr I LINES IN STELLAR ATMOSPHERES, Astronomy and Astrophysics **435**, (2005), 1191-1198

38. W. F. Mahmoudi, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević: MODIFIED SEMIEMPIRICAL ELECTRON WIDTH CALCULATIONS OF SINGLY- IONIZED OXYGEN SPECTRAL LINES, Astronomy and Astrophysics **434**, (2005), 773-778.

39. A. A. Mihajlov, Lj. Ignjatović, M. S. Dimitrijević: PROCESSES OF (n - n')-MIXING IN COLLISIONS OF RYDBERG H*(n) ATOMS WITH H(1s) IN THE SOLAR ATMOSPHERE Astronomy and Astrophysics **437**, (2005), 1023-1027.

40. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, N. Milovanović, S. Sahal-Bréchot: STARK BROADENING OF Cd I SPECTRAL LINES, Astronomy and Astrophysics **441**, (2005), 391-393.

41. D. J. Christian, M. Mathioudakis, D. Jevremović, P. H. Hauschildt, E. Baron: ^{6}Li IN THE ATMOSPHERE OF GJ 117, Astrophysical Journal **632**, (2005), L127-L130.

42.* D. Olević, Z. Cvetković: ORBITS OF SIX BINARY STARS, Revista Mexicana de Astronomia y Astrofisica, **41**, (2005), 17-24.

43.* L. Č. Popović, G. Chartas: THE INFLUENCE OF GRAVITATIONAL LENSING ON THE SPECTRA OF LENSED QUASI-STELLAR OBJECTS, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society **357,** (2005), 135-144.

2. РАДОВИ У МЕЂУНАРОДНИМ ЧАСОПИСИМА

1.* M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: THE CALENDAR OF THE GREEK ORTODOX CHURCH, Astron. Astrophys. Transactions **21**, (2002), 145-147.

2. М. С. Димитриевич: ШТАРКОВСКОЕ УШИРЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ Ne II И Ne III, Ж. Прикл. Спектроск. **70**, (2003), 439-443.

3 M. S. Dimitrijević: STARK BROADENING IN ASTROPHYSICS (APPLICATIONS OF BELGRADE SCHOOL RESULTS AND COLLABO-

RATION WITH FORMER SOVIET REPUBLICS), Astronomy and Astrophysics Transactions **22**, (2003), 389-412.

4. A. A. Mihajlov, D. Jevremović, Lj. M. Ignjatović, P. Hauschildt, M. S. Dimitrijević: THE INFLUENCE OF CHEMICAL IONIZATION AND CHEMICAL RECOMBINATION PROCESSES ON THE PLASMA PARAMETERS IN LOW-TEMPERATURE LAYERS OF STELLAR ATMOSPHERES, Astronomy and Astrophysics Transactions **22**, (2003), 513-517.
5. M. S. Dimitrijević: STARK BROADENING OF Ne II AND Ne III SPECTRAL LINES, Journal of Applied Spectroscopy **70**, (2003), 493-497.
6. V. Milosavljević, M. S. Dimitrijević, S. Djeniže: MEASURED AND CALCULATED STARK BROADENING PARAMETERS FOR SEVERAL Ar I SPECTRAL LINES, High Temperature Material Processes **7**, (2003), 525-533.
7. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot: STARK BROADENING OF SPECTRAL LINE SHAPES (ON THE FRENCH-SERBIAN COLLABORATION), High Temperature Material Processes, An International Journal, **7**, (2003), 313-318.
8.* L. Č. Popović, P. Jovanović, E. G. Mediavilla, J. A. Muñoz: INFLUENCE OF MICROLENSING ON THE ACTIVE GALACTIC NUCLEUS Fe Kα LINE, Astron. Astrophys. Trans. **22**, (2003), 719-725.
9. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, M. Dačić: STARK BROADENING OF F III LINES IN LABORATORY AND STELLAR PLASMA, Ж. Прикл. Спектроск. **72**, (2005), 412-415.
10. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, M. Dačić: STARK BROADENING OF F III LINES IN LABORATORY AND STELLAR PLASMA, Journal of Applied Spectroscopy **72**, (2005), 443-446.
11.* E. Danezis, E. Theodossiou, I. Gonidakis, M. S. Dimitrijević: "UNTANGIBLE WORLD" AND MODERN PHYSICS European Journal for Science and Theology **1** (2005), 29-35.
12. M. Christova, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot: STARK BROADENING OF Ar I SPECTRAL LINES EMITTED IN SURFACE WAVE SUSTAINED DISCHARGES, Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplementi **7**, (2005), 238-241.
13. B. Zmerli, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević: TEMPERATURE DEPENDENCE OF NON HYDROGENIC ATOM-LINES STARK WIDTHS, Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplementi **7**, (2005), 242-243.
14. E. Danezis, D. Nikolaidis, E. Lyratzi, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou, A. Antoniou: A NEW MODELING APPROACH FOR DACs AND SACs REGIONS IN THE ATMOSPHERES OF HOT EMISSION STARS, Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplementi **7**, (2005), 107-113.

15. H. Elabidi, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević: ELECTRON IMPACT BROADENING OF MULTICHARGED NEON SPECTRAL LINES, Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplementi **7**, (2005), 213-216.
16. E. Lyratzi, E. Danezis, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou, A. Antoniou: A NEW APPROACH FOR THE STRUCTURE OF Hα REGIONS IN 120 Be-TYPE STARS, Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplementi **7**, (2005), 114-121.
17. M. S. Dimitrijević, T. Ryabchikova, L. Č. Popović, D. Shulyak, S. Kan: ON THE INFLUENCE OF STARK BROADENING OF Cr I LINES IN THE Cr-RICH Ap STAR β CrB ATMOSPHERE, Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplementi **7**, (2005), 126-127.
18. A. A. Mihajlov, Lj. Ignjatović, M. S. Dimitrijević: PROCESSES OF ATOM – ATOM (n - n') - MIXING INFLUENCE ON HYDROGEN ATOM RYDBERG STATES POPULATIONS IN STELLAR ATMOSPHERES, Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplementi **7**, (2005), 151-157.
19. W. F. Mahmoudi, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot: CONTRIBUTION TO THE SEMI – CLASSICAL AND MODIFIED SEMI – EMPIRICAL IMPACT STARK BROADENING CALCULATIONS OF SINGLY IONIZED CARBON AND OXYGEN SPECTRAL LINES, Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplementi **7**, (2005), 217-220.
20. Z. Simić, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, M. D. Dačić: STARK BROADENING PARAMETERS FOR Cu III AND Zn III SPECTRAL LINES, Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplementi **7**, (2005), 236-237.
21. N. Milovanović: THE STARK BROADENING EFFECT IN HOT STAR ATMOSPHERES: Ti II, Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplementi **7**, (2005), 132-135.
22. Z. Simić: INFLUENCE OF IMPACTS WITH CHARGED PARTICLES ON Cd I AND F III SPECTRAL LINES IN STELLAR PLASMA, Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplementi **7**, (2005), 122-125.
23. M. A. Jarzembski, D. V. Tankosić: DISCHARGE OF NEGATIVELY CHARGED MICROMETER SIZE PARTICLES IN AN ELECTRODYNAMIC BALANCE DUE TO RADIOACTIVITY, Journal of Aerosol Science **36**, (2005) 1023-1035.
24.* P. Jovanović: MICROLENSING EFFECT ON Fe Kα LINE AND X-RAY CONTINUUM IN THE CASE OF THREE GRAVITATIONALLY LENSED QUASARS: MG J0414+0534, QSO 2237+0305 AND H1413+117, Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplement **7**, (2005) 56-59.
25.* C. Abajas, E. Mediavilla, J. A. Muñoz, L. Č. Popović: GRAVITATIONAL MICROLENSING EFFECTS ON THE BROAD EMISSION LINES OF

QUASARS, Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplement **7,** (2005), 48-55.

26.* I. Chilingarian, Ph. Prugniel, L. Č. Popović: THE HISTORY AND DYNAMICS OF THE STELLAR POPULATION IN THE CENTRAL KPC OF ACTIVE GALAXIES, Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplement **7**, (2005), 42-43.

27.* D. Ilić, E. Bon, L. Č. Popović: KINEMATICS OF THE BLR AND NLR IN AGN Mrk 817, Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplement **7**, (2005) 30-33.

28.* E. Bon: THE DISK CONTRIBUTION TO THE SHAPE OF THE BALMER BROAD EMISSION LINES IN AGNs, Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplement **7**, (2005) 34-37.

29.* D. Ilić, L. Č. Popović, V. Borka: THE UV SPECTRAL PROPERTIES OF RADIO LOUD AND RADIO QUIET QSOs: THE RATIO OF NV/Lyα AND CIV1550/Lyα, Memorie della Societa Astronomica Italiana **7,** (2005), 51-52.

30.* L. Č. Popović: CONNECTION BETWEEN THE X-RAY, UV AND OPTICAL EMISSION LINE REGIONS OF AGN, Memorie della Societa Astronomica Italiana **7**, (2005) 43-46.

3. ПРЕДАВАЊА ПО ПОЗИВУ НА МЕЂУНАРОДНИМ КОНФЕРЕНЦИЈАМА ШТАМПАНА У ОКВИРУ КЊИГА МЕЂУНАРОДНИХ ИЗДАВАЧА

1. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, N. Milovanović, S. Simić, Z. Simić, P. Jovanović: APPLICATIONS OF THE MODIFIED SEMIEMPIRICAL METHOD FOR STELLAR PLASMA INVESTIGATIONS, 21th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, 21th SPIG, The Physics of ionized Gases, Invited Lectures, Topical Invited Lectures and Progress Reports, eds. N. Bibić, T. Grozdanov, M. K. Radović, M. S. Jovanović, Vinča Institute of Nuclear Sciences, Belgrade (2003), 413-424.
2. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Mediavilla, E. Danezis, E. Lyratzi, E. Bon, D. Ilić, P. Jovanović, E. Theodossiou, M. Dačić: SOME SPECTROSCOPIC METHODS FOR ASTROPHYSICAL PLASMA RESEARCH, in: "The Physics of Ionized Gases", 22nd Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, Invited Lerctures, Topical Invited Lectures and Progress Reports, eds. Lj. Hadžievski, T. Grozdanov, N. Bibić, American Institute of Physics Conference Proceedings **740**, (2004), 497-508.

3.* S. Simić, L. Č. Popović: SPECTRAL DEPENDENCE OF THE GRB LIGHT CURVE PULSE, in: "The Physics of Ionized Gases", 22nd Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, Invited Lerctures, Topical Invited Lectures and Progress Reports, eds. Lj.

Hadžievski, T. Grozdanov, N. Bibić, American Institute of Physics Conference Proceedings **740**, (2004).

4.* L. Č. Popović: PHYSICAL AND KINEMATICAL PROPERTIES IN CENTRAL PART OF ACTIVE GALAXIES: FROM NARROW TO BROAD EMISSION LINES, Proceedings of the 17th International Conference on Spectral Line Shapes, June 21-25, 2004 – Paris, France, ed. E. Dalimier, Editions FRONTIER GROUP – 2004, 257-264

4. МОНОГРАФИЈЕ НАЦИОНАЛНОГ ЗНАЧАЈА*

1. Ненад Миловановић: 2003, **УТИЦАЈ ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА НА СПЕКТРЕ СР ЗВЕЗДА**, библиотека ACADEMIA, бр. 114, Задужбина Андрејевић, Београд.
2.* Зорица Цветковић: 2003, **ПРЕЦИЗНО ОДРЕЂИВАЊЕ ЛОНГИТУДА И ЊЕГОВ ЗНАЧАЈ**, библиотека «Посебна издања», бр. 72, Задужбина Андрејевић, Београд.
3. Зоран Симић: 2005, **ШТАРКОВО ШИРЕЊЕ СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА Cd I и F III**, библиотека ACADEMIA, бр. 142, Задужбина Андрејевић, Београд.
4.* Милан С. Димитријевић: 2005, **СРПСКИ АСТРОНОМИ У ИНДЕКСУ НАУЧНИХ ЦИТАТА У XX ВЕКУ, SERBIAN ASTRONOMERS IN SCIENCE CITATION INDEX IN THE XX CENTURY**, библиотека INSPIRATIO, бр. 2, Задужбина Андрејевић, Београд 2005.

5. ПРЕГЛЕДНИ ЧЛАНЦИ У ПУБЛИКАЦИЈАМА НАЦИОНАЛНОГ ЗНАЧАЈА

1. Milan S. Dimitrijević: 2004, INFLUENCE OF ASTROPHYSICAL PLASMA ON SPECTRAL LINESHAPES, УТИЦАЈ АСТРОФИЗИЧКЕ ПЛАЗМЕ НА ОБЛИКЕ СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА, Допринос нелинеарним наукама, Advances in Nonlinear Sciences, уредник Вељко Вујичић, Академија нелинеарних наука, Београд 2004, 112-133.
2.* Милан С. Димитријевић: 2004, РАЗВОЈ АСТРОНОМИЈЕ У XX ВЕКУ, Наше стварање, Лесковац, бр. 3 , 2004, 304-313.
3.* Milan S. Dimitrijević: 2004, STIINTA SI RELIGIE: COMPLEMENTARI-TATE IN LUPA IMPOTRIVA ASTROLOGIEI, Noua representare a lumii, studii interdisciplinare. Nr. 3, Bucuresti 2004, 29-37.

* Масним словима означене су књиге.

4.* Милан С. Димитријевић: 2004, РАЗВОЈ АСТРОНОМИЈЕ У XX ВЕКУ, Улога и значај професора Живојина Ћулума у популаризацији науке, приредили Р. Халаши, И. П. Ћосић, Т. Ј. Халаши, Техничке науке – монографије, св. 11, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2004, 113-122.

5.* Лука Ч. Поповић: РЕЛАТИВИСТИЧКИ ОБЈЕКТИ И ВАСИОНА – РЕЛАТИВИСТИЧКИ ОБЈЕКТИ И ПОЈАВЕ, Поглавље у књизи «Сто година теорије релативности», Академија наука и уметности Републике Српске, Бања Лука, 2005.

6. НАУЧНИ РАДОВИ ШТАМПАНИ У КЊИГАМА МЕЂУНАРОДНИХ ИЗДАВАЧА

1. A. A. Mihajlov, Lj. Ignjatović, M. S. Dimitrijević, D. Jevremović, P. Hauschildt: 2003, RADIATION AND CHEMI-IONIZATION/ RECOMBINATION PROCESSES IN ATOM-ATOM AND ION-ATOM COLLISIONS IN THE MODELING OF LOW-TEMPERATURE STELLAR ATMOSPHERES, Proceedings of the 210th Symposium of the IAU, Uppsala, Sweden, 17-21 June 2002, eds. N. Piskunov, W. W. Weiss, D. F. Gray, Int. Astron. Union 2003, CD-rom, B2, 1-11.
2. M. S. Dimitrijević, S. Djeniže, A. Srećković, S. Bukvić: 2003, STARK SHIFTS AND TRANSITION PROBABILITIES IN Si III SPECTRUM, Proceedings of the 210th Symposium of the IAU, Uppsala, Sweden, 17-21 June 2002, eds. N. Piskunov, W. W. Weiss, D. F. Gray, Int. Astron. Union 2003, CD-rom, B9, 1-4.
3. W. F. Mahmoudi, N. Ben Nessib, S. Sahal – Bréchot, M. S. Dimitrijević: 2004, SEMI – CLASSICAL AND MODIFIED SEMI – EMPIRICAL IMPACT STARK BROADENING CALCULATIONS OF SINGLY IONIZED OXYGEN SPECTRAL LINES, Proceedings of the 17th International Conference on Spectral Line Shapes, June 21-25, 2004 – Paris, France, ed. E. Dalimier, Editions FRONTIER GROUP – 2004, 388 - 390 .
4. M. S. Dimitrijević, S. Sahal – Bréchot: 2004, FRENCH – SERBIAN COLLABORATION ON THE STARK BROADENING OF SPECTRAL LINE SHAPES, Proceedings of the 17th International Conference on Spectral Line Shapes, June 21-25, 2004 – Paris, France, ed. E. Dalimier, Editions FRONTIER GROUP – 2004, 397 - 399 .
5. N. Milovanović, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Z. Simić: 2004, IMPORTANCE OF COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES FOR STELLAR UV LINE SHAPES: Cd III, Proceedings of the 17th International Conference on Spectral Line Shapes, June 21-25, 2004 – Paris, France, ed. E. Dalimier, Editions FRONTIER GROUP – 2004, 504 - 506 .
6. E. Lyratzi, E. Danezis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou, D. Nikolaidis, A. Antoniou, A. Soulikias: 2004, THE COMPLEX

STRUCTURE OF THE Mg II λλ 2795.523, 2802.698 A REGIONS OF 64 Be STARS, Proceedings of the 17th International Conference on Spectral Line Shapes, June 21-25, 2004 – Paris, France, ed. E. Dalimier, Editions FRONTIER GROUP – 2004, 507 - 509 .

7. E. Lyratzi, E. Danezis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou, D. Nikolaidis, A. Antoniou, A. Soulikias: 2004, THE COMPLEX STRUCTURE OF THE Si IV λλ 1393.755, 1402.73 A REGIONS OF 42 BeV, Proceedings of the 17th International Conference on Spectral Line Shapes, June 21-25, 2004 – Paris, France, ed. E. Dalimier, Editions FRONTIER GROUP – 2004, 510 - 512 .
8. N. Milovanović, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević: 2004, COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES FOR STELLAR FOUR TIMES IONIZED SILLICON LINE SHAPES, Proceedings of the 17th International Conference on Spectral Line Shapes, June 21-25, 2004 – Paris, France, ed. E. Dalimier, Editions FRONTIER GROUP – 2004, 513 - 515 .
9.* D. Ilić, L. Č. Popović, E. Bon: COMPLEX EMISSION LINE SHAPES OF Mrk 817: KINEMATICS OF BROAD AND NARROW LINE REGIONS, Proceedings of the 17th International Conference on Spectral Line Shapes, June 21-25, 2004 – Paris, France, ed. E. Dalimier, Editions FRONTIER GROUP – 2004, 516-518.
10.* L. Č. Popović: DIAGNOSTIC OF PLASMA PROPERTIES IN BROAD LINE REGION OF AGNs, Proc. of 'Plasmas in the Laboratory and in the Universe', eds. G. Bertin, D. Farina, R. Pozzoli, AIP Conf. Proc. Series **703**, (2004), 330-333.
11.* L. Č. Popović, E. Mediavilla, E. Bon, D. Ilić: EMISSION LINE REGION IN A SAMPLE OF 12 ACTIVE GALACTIC NUCLEI, in: "The Interplay among Black Holes, Stars and ISM in Galactic Nuclei", IAU Symposium **222**, eds. T. Storchi-Bergmann, L. C. Ho, and Henrique R. Schmitt. Cambridge UK, Cambridge University Press, 2004, 355-356.
12.* E. Bon, D. Ilić, L. Č. Popović, E. Mediavilla, V. Čelebonović, G. Pavičić: THE NARROW LINE REGION OF AN AGN SAMPLE, in: "Equation-of-State and Phase-Transition in Models of Ordinary Astrophysical Matter", Proceedings of the conference held 2-11 June 2004 in Leiden (The Netherlands), eds. Vladan Čelebonović, Douglas Gough, and Werner Däppen, AIP Conf. Proc. Series **731**, (2004), 291-294.
13.* A. F. Zakharov, L. Č. Popović, P. Jovanović: CONTRIBUTION OF MICRO-LENSING TO X-RAY VARIABILITY OF DISTANT QSOs, in: "Gravitational Lensing Impact on Cosmology", IAU Symposium **225**, eds. Yannick Mellier and Georges Meylan, Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2005, 363-369
14.* S. Simić, M. I. Andersen, L. Č. Popović, L. Christensen: A MODEL FOR TEMPORAL VARIABILITY OF THE GRB LIGHT CURVE, in: "Astrophysical Sources of High Energy Particles and Radiation", AIP Conf. Proc. Series **801**, (2005) 139-140.

7. НАУЧНИ РАДОВИ У НАЦИОНАЛНИМ ЧАСОПИСИМА

1.* M. S. Dimitrijević: MILUTIN MILANKOVIĆ (1879-1958) AND HIS CONTRIBUTION TO EUROPEAN ASTRONOMY, in Alte und neue probleme der physik und geophysig (Physics and geophysics), ed. Wilfried Schroeder, Beitraege zur Geschite der Geophysik und Kosmichen Physik, Band IV (2003), Heft 1, Zugleich: Interdivisional Commission on History of the IAGA, European Section, Newsletters of the Interd. Comm. History, **46**, Wilfried Schroeder Science Edition, Bremen, Potsdam 2003, 98-108.

2. M. S. Dimitrijević, M. Dačić, Z. Cvetković, S. Sahal-Brechot: STARK BROADENING PARAMETER TABLES FOR Be III, Serb. Astron. J. **165**, (2002), 67-88.

3.* M. S. Dimitrijević: LIFE AND ACTIVITIES OF DANILO ZULEVIĆ, Serb. Astron. J. **165**, (2002), 89-104.

4.* D. Olević, G. M. Popović, R. Pavlović, Z. Cvetković, ORBITS, MASSES AND DYNAMICAL PARALLAXES OF 12 VISUAL BINARY SYSTEMS, Serb. Astron. J. **166**, (2003), 43-50.

5.* D. Olević, G. M. Popović, R. Pavlović, Z. Cvetković, Errata: ORBITS, MASSES AND DYNAMICAL PARALLAXES OF 12 VISUAL BINARY SYSTEMS, Serb. Astron. J. **167**, (2004), 111.

6.* G. M. Popović, R. Pavlović, Z. Cvetković, S. Ninković, AN IMPORTANT FEATURE OF THE ORBITAL-PLANE ORIENTATIONS FOR BINARIES, Serb. Astron. J. **167**, (2004), 21-26.

7.* D. Olević, Z. Cvetković, DYNAMICS OF QUADRUPOLE SYSTEM FINSEN 332 = ADS 11640 = Hip 92027 = WDS, Serb. Astron. J. **167**, (2004), 63-68.

8.* D. Olević, Z. Cvetković, ORBITS OF 6 BINARIES, Serb. Astron. J. **168**, (2004), 25-36.

9.* D. Olević, Z. Cvetković, ORBITAL ELEMENTS, DYNAMICAL MASSES AND PARALLAXES FOR FOUR DOUBLE AND ONE TRIPLE SYSTEMS, Serb. Astron. J. **168**, (2004), 25-36.

10.* M. S. Dimitrijević: DEVELOPMENT OF ASTRONOMY AT SERBS FROM THE BEGINNING OF XVIII CENTURY UP TO THE FIRST WORLD WAR, Meteorological and Geophysical Fluid Dynamics (A book to commemorate the centenary of the birth of Hans Ertel), Collected and edited by Wilfried Schroeder, Arbeitskreis Geschichte der Geophysik und Kosmische Physik (2004), 205-223.

11.* M. S. Dimitrijević: MILUTIN MILANKOVIĆ AND THE ASTRONOMICAL SOLUTION OF THE ICE-AGES PROBLEM, in Historical events and people in aeronomy, geomagnetism and solar-terrestrial Physics, ed. Wilfried Schroeder, Beitraege zur Geschite der Geophysik und Kosmichen Physik, Band VII (2006), Heft 1, AKGGP/SHGCP Science Edition, Bremen, Potsdam 2003, 98-108.

8. ПРЕДАВАЊА ПО ПОЗИВУ НА МЕЂУНАРОДНИМ КОНФЕРЕНЦИЈАМА ШТАМПАНА У ЦЕЛИНИ

1. M. S. Dimitrijević: SOLAR PLASMA AND STARK BROADENING INVESTIGATIONS, Proceedings of the Regional meeting on Solar physics: Solar researches in the South-Eastern European countries: Present and perspectives, 24-28 April 2001, Bucharest, Romania, Observations Solaires (2002), 133-137.
2. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, M. Dačić, Z. Cvetković: APPROXIMATE METHODS FOR STARK BROADENING CALCULATIONS FOR ASTROPHYSICALLY IMPORTANT SPECTRAL LINES, Proc. 3rd Bulgarian-Serbian Astronomical Meeting, May 13-15, 2002, Gjolechitsa, Bulgaria, eds. G. Ivanov, M. S. Dimitrijević, P. Jovanović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **73**, 13-26.
3. L. Č. Popović, P. Jovanović, E. Bon, M. S. Dimitrijević: GRAVITATIONAL MICROLENSES IN ACTIVE GALACTIC NUCLEI, Proc. 3rd Bulgarian-Serbian Astronomical Meeting, May 13-15, 2002, Gjolechitsa, Bulgaria, eds. G. Ivanov, M. S. Dimitrijević, P. Jovanović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **73**, 49-65.
4. M. S. Dimitrijević, L. Csillag: 2004, ON THE STARK BROADENING OF THE Kr II 469.4 nm, Ar II 476.5 nm AND Ar II 480.6 nm LINES, Proceedings of the V symposium of Belarus, Serbia and Montenegro on Physics and Diagnostics of Laboratory and Astrophysical Plasmas (PDP-V'2004), September 20-23, Minsk, eds. V. S. Burakov, A. F. Chernyavskii, National Academy of Sciences of Belarus, Institute of Molecular and Atomic Physics, Minsk 2004, 40-43.
5. M. S. Dimitrijević: 2005, FULLERENES AND ASTRONOMY, Proceedings of the IV Serbian-Bulgarian Astronomical Conference, Belgrade 21-24 April 2004, eds. M. S. Dimitrijević, V. Golev, L. Č. Popović, M. Tsvetkov, Publications of the Astronomical Society "Ruđer Bošković", **5,** 51-58.

6.* M. Dačić: 2005, REDUCTION OF ASTROGEODETIC DETERMINATIONS ON THE UNIQUE SYSTEM, Proceedings of the IV Serbian-Bulgarian Astronomical Conference, Belgrade 21-24 April 2004, eds. M. S. Dimitrijević, V. Golev, L. Č. Popović, M. Tsvetkov, Publications of the Astronomical Society "Ruđer Bošković", **5,** 39-50.

7.* Z. Cvetković: 2005, EUROPEAN LONGITUDE NETWORK AND A PROJECT FOR BELGRADE INCLUSION, Proceedings of the IV Serbian-Bulgarian Astronomical Conference, Belgrade 21-24 April 2004, eds. M. S. Dimitrijević, V. Golev, L. Č. Popović, M. Tsvetkov, Publications of the Astronomical Society "Ruđer Bošković", **5,** 17-32.

9. НАУЧНИ РАДОВИ У ЗБОРНИЦИМА МЕЂУНАРОДНИХ КОНФЕРЕНЦИЈА ШТАМПАНИ У ЦЕЛИНИ

1. A. A. Mihajlov, M. S. Dimitrijević, L. Ignjatović: INFLUENCE OF CHEMI-IONIZATION AND CHEMI-RECOMBINATION PROCESSES ON THE PLASMA KINETICS IN THE SOLAR ATMOSPHERE, Proceedings of the Regional meeting on Solar physics: Solar researches in the South-Eastern European countries: Present and perspectives, 24-28 April 2001, Bucharest, Romania, Observations Solaires (2002), 156-159.
2. M. S. Dimitrijević, S. Djeniže, A. Srećković, S. Bukvić: STARK SHIFT IN THE Si IV SPECTRUM, Proc. 3rd Bulgarian-Serbian Astronomical Meeting, May 13-15, 2002, Gjolechitsa, Bulgaria, eds. G. Ivanov, M. S. Dimitrijević, P. Jovanović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **73**, (2002), 109-112.
3. M. S. Dimitrijević, V. Milosavljević, S. Djeniže: STARK SHIFT IN THE Ne II SPECTRUM, Proc. 3rd Bulgarian-Serbian Astronomical Meeting, May 13-15, 2002, Gjolechitsa, Bulgaria, eds. G. Ivanov, M. S. Dimitrijević, P. Jovanović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **73**, (2002), 113-119.
4. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, T. Ryabchikova: Si 6142 AND 6155 A LINES IN STELLAR ATMOSPHERES: STARK BROADENING EFFECT, Proc. 3rd Bulgarian-Serbian Astronomical Meeting, May 13-15, 2002, Gjolechitsa, Bulgaria, eds. G. Ivanov, M. S. Dimitrijević, P. Jovanović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **73**, (2002),121-124.
5. M. S. Dimitrijević, Z. Simić, N. Milovanović, L. Č. Popović: STARK BROADENING OF Cd III LINES, Proc. 3rd Bulgarian-Serbian Astronomical Meeting, May 13-15, 2002, Gjolechitsa, Bulgaria, eds. G. Ivanov, M. S. Dimitrijević, P. Jovanović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **73**, (2002), 125-129.
6. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, M. Dačić, A. Kubičela: THE PROBLEM OF THE Fe II TEMPLATE IN AGNs, Proc. 3rd Bulgarian-Serbian Astronomical Meeting, May 13-15, 2002, Gjolechitsa, Bulgaria, eds. G. Ivanov, M. S. Dimitrijević, P. Jovanović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **73**, (2002), 207-210.

7.* Z. Cvetković, G. Perović: INFLUENCE OF REFERENCE FRAMES ON THE DETERMINATION OF LONGITUDES AND LONGITUDE DIFFERENCES, Proc. 3rd Bulgarian-Serbian Astronomical Meeting, May 13-15, 2002, Gjolechitsa, Bulgaria, eds. G. Ivanov, M. S. Dimitrijević, P. Jovanović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **73**, (2002), 105-108.

8.* D. Olević, Z. Cvetković: IMPROVED KOVAL'SKIJ METHOD AND ITS NEW POSSIBILITIES, Proc. 3rd Bulgarian-Serbian Astronomical Meeting, May 13-15, 2002, Gjolechitsa, Bulgaria, eds. G. Ivanov, M. S. Dimitrijević, P. Jovanović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **73**, (2002), 237-240.

9.* L. Č. Popović, P. Jovanović: COULD THE SHAPE OF Mrk 205 Fe Kα LINE BE EXPLAINED BY MICROLENSING EFFECT?, Proceedings of the Third Bulgarian-Serbian Astronomical Meeting, May 13-15, 2002, Gjolechitsa, Bulgaria, Publ. Astron. Obs. Belgrade **73**, (2002) 215-218.

10.* L. Č. Popović, E. Bon, D. Ilić: THE SPECTRAL LINE SHAPES OF MRK 1040 AND SMALL NEIGHBORING GALAXY, Proceedings of the Third Bulgarian-Serbian Astronomical Meeting, May 13-15, 2002, Gjolechitsa, Bulgaria, Publ. Astron. Obs. Belgrade **73**, (2002) 211-214.

11. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot, N. Milovanović, Z. Cvetković: 2004, STARK BROADENING OF NEUTRAL CADMIUM SPECTRAL LINES, 22nd Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, SPIG 2004, Contributed papers & abstracts of invited lectures, topical invited lectures and progress reports, ed. Ljupčo Hadžievski, Vinča Institute of Nuclear Sciences Belgrade, Serbia and Montenegro, Belgrade 2004, 525-528.

12. N. Milovanović, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević, Z. Simić: COLLISION WITH CHARGED PARTICLES FOR STELLAR Si V LINES SHAPES, 22nd Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, SPIG 2004, Contributed papers & abstracts of invited lectures, topical invited lectures and progress reports, ed. Ljupčo Hadžievski, Vinča Institute of Nuclear Sciences Belgrade, Serbia and Montenegro, Belgrade 2004, 533-536.

13. M. S. Dimitrijević, T. Ryabchikova, L. Č. Popović, D. Shulyak, S. Kahn: ON THE STARK BROADENING OF Cr I LINES IN STELLAR ATMOSPHERES, Proceedings of the V symposium of Belarus, Serbia and Montenegro on Physics and Diagnostics of Laboratory and Astrophysical Plasmas (PDP-V'2004), September 20-23, Minsk, eds. V. S. Burakov, A. F. Chernyavskii, National Academy of Sciences of Belarus, Institute of Molecular and Atomic Physics, Minsk 2004, 109-112.

14.* P. Jovanović, L. Č. Popović: AMPLIFICATION OF THE Fe Kα SPECTRAL LINE AND THE X-RAY CONTINUUM DUE TO MICROLENSING, 22nd Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, SPIG 2004, Contributed papers & abstracts of invited lectures, topical invited lectures and progress reports, ed. Ljupčo Hadžievski, Vinča Institute of Nuclear Sciences Belgrade, Serbia and Montenegro, Belgrade 2004, 537-540.

15.* L. Č. Popović, K. Y. Stavrev, K. Tsvetkova, M. Tsvetkov, D. Ilić, S. F. Sanchez, G. M. Richter: Mrk 1040 AND ITS COMPANION LEDA 212995, Proc. of Balkan Astronomical Meeting, eds. K. Panov, L. Filipov, V. Golev, Aerospace Research in Bulgaria **20**, (2005), 126-130.

16.* P. Jovanović, L. Č. Popović: HOW MICROLENSING CAN CONTRIBUTE TO QSO VARIABILITY?, Proceedings of the IV Serbian-Bulgarian Astronomical Conference, Belgrade 21-24 April 2004, eds. M. S.

Dimitrijević, V. Golev, L. Č. Popović, M. Tsvetkov, Publications of the Astronomical Society "Ruđer Bošković" **5,** (2005), 195-200.

17.* S. Simić, L. Č. Popović, M. I. Andersen: TEMPORAL VARIABILITY OF THE GRB LIGHT CURVE, Proceedings of the IV Serbian-Bulgarian Astronomical Conference, Belgrade 21-24 April 2004, eds. M. S. Dimitrijević, V. Golev, L. Č. Popović, M. Tsvetkov, Publications of the Astronomical Society "Ruđer Bošković" **5,** (2005), 263-266.

18.* L. Č. Popović, K. Stavrev, K., Tsvetkova, M. Tsvetkov, D. Ilić, S. F. Sanchez, G. Richter, P. Böhm: OBSERVATIONS OF AGNs WITH THE 2m TELESCOPE OF ROZHEN OBSERVATORY: AIMS AND PRELIMINARY RESULTS, Proceedings of the IV Serbian-Bulgarian Astronomical Conference, Belgrade 21-24 April 2004, eds. M. S. Dimitrijević, V. Golev, L. Č. Popović, M. Tsvetkov, Publications of the Astronomical Society "Ruđer Bošković" **5,** (2005), 251-257.

19.* D. Ilić, K. Stavrev, K. Tsvetkova, M. Tsvetkov, L. Č. Popović: SPECTROPHOTOMETRIC OBSERVATIONS OF Mrk 817: Preliminary results, Proceedings of the IV Serbian-Bulgarian Astronomical Conference, Belgrade 21-24 April 2004, eds. M. S. Dimitrijević, V. Golev, L. Č. Popović, M. Tsvetkov, Publications of the Astronomical Society "Ruđer Bošković" **5,** (2005), 183-186.

20. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Bon, M. Dačić: 2005, THE FLUX RATIO OF [OIII] λλ 4959,5007 LINES IN Sy2: COMPARISON WITH THEORETICAL CALCULATIONS, Proceedings of the IV Serbian-Bulgarian Astronomical Conference, Belgrade 21-24 April 2004, eds. M. S. Dimitrijević, V. Golev, L. Č. Popović, M. Tsvetkov, Publications of the Astronomical Society "Ruđer Bošković" **5,** (2005), 247-250.

21. N. Popović, M. Simičić, Lj. Nikolić-Bujanović, V. Borka, A. Radenković, M. S. Dimitrijević: WATER IN ASTRONOMY AND PLASMA PHYSICS AND A PROJECT FOR RELATED RESEARCH, Proceedings of the IV Serbian-Bulgarian Astronomical Conference, Belgrade 21-24 April 2004, eds. M. S. Dimitrijević, V. Golev, L. Č. Popović, M. Tsvetkov, Publications of the Astronomical Society "Ruđer Bošković" **5,** (2005), 259-262.

22. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović: ON THE STARK BROADENING OF F III SPECTRAL LINES, Proceedings of the IV Serbian-Bulgarian Astronomical Conference, Belgrade 21-24 April 2004, eds. M. S. Dimitrijević, V. Golev, L. Č. Popović, M. Tsvetkov, Publications of the Astronomical Society "Ruđer Bošković" **5,** (2005), 267-270.

23. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot: ON THE STARK BROADENING OF Cd I LINES, Proceedings of the IV Serbian-Bulgarian Astronomical Conference, Belgrade 21-24 April 2004, eds. M. S. Dimitrijević, V. Golev, L. Č. Popović, M. Tsvetkov, Publications of the Astronomical Society "Ruđer Bošković" **5,** (2005), 271-274.

24. A. Srećković, S. Bukvić, S. Djeniže, M. S. Dimitrijević: ON THE EXPERIMENTAL AND THEORETICAL INVESTIGATIONS OF F II

STARK BROADENING, Proceedings of the IV Serbian-Bulgarian Astronomical Conference, Belgrade 21-24 April 2004, eds. M. S. Dimitrijević, V. Golev, L. Č. Popović, M. Tsvetkov, Publications of the Astronomical Society "Ruđer Bošković" **5,** (2005), 275-279.

10. ПРЕДАВАЊА ПО ПОЗИВУ НА НАЦИОНАЛНИМ КОНФЕРЕНЦИЈАМА ШТАМПАНА У ЦЕЛИНИ

1. Dimitrijević, M. S., Popović, L. Č.: DEVELOPMENT AND APPLICATION OF DATABASES, Applied physics in Serbia-APS, Contributed papers and invited lectures abstracts, eds S. Koički, N. Konjević, Z. Lj. Petrović, Dj. Bek-Uzarov, Scientific Meetings, **XCVIII**, Dept. of Math. Phys. and Geosciences Book 2/1, Serbian Academy of Sciences and Arts, Belgrade (2002), 37-38.
2. Milan S. Dimitrijević: 2002, SPECTRAL LINE SHAPES IN ASTROPHYSICS, Recent advances in Analytical dynamics – Control, Stability and Differential geometry: Proceedings, ed. Vladan Djordjević, Matematički institut SANU, Beograd 2002, 114-125.
3. Милан С. Димитријевић, Лука Ч. Поповић: 2003, РАЗВОЈ И ПРИМЕНА БАЗА ПОДАТАКА У АСТРОНОМИЈИ И ФИЗИЦИ, Примењена физика у Србији, Зборник предавања по позиву 27, 28. и 29. мај 2002, Уредници С. Коички, Н. Коњевић, З. Љ. Петровић, Ђ. Бек-Узаров, Српска академија наука и уметности, Научни скупови **CIV**, Одељење за математику, физику и гео-науке, **2/2**, Београд 2003, 373-381.
4.* Milan S. Dimitrijević: 2003, DEVELOPMENT OF ASTRONOMY AMONG SERBS FROM THE BEGINNING OF XVIII CENTURY UNTIL THE FIRST WORLD WAR, Proceedings of the 6th Hellenic Astronomical Society Conference, 15-17 September 2003, Penteli, Greece, 345-350.
5.* Luka Č. Popović: RELATIVNOST I VASIONA - RELATIVISTIČKI OBJEKTI I POJAVE, Konf. 'Sto godina teorije relativnosti', Akademija nauka i umetnosti Republike Srpske, Banja Luka 2005, 45 - 58.

11. НАУЧНИ РАДОВИ У ЗБОРНИЦИМА НАЦИОНАЛНИХ КОНФЕРЕНЦИЈА ШТАМПАНИ У ЦЕЛИНИ

1.* Милан С. Димитријевић: ПЕДЕСЕТ ГОДИНА "ВАСИОНЕ", Развој Астрономије код Срба II, Development of astronomy among Serbs II, edited by M. S. Dimitrijević, Publ. Astron. Obs. Belgrade **72**, (2002), 33-44.
2.* Милан С. Димитријевић: МИЛАН ПОПОВИЋ – ОД ЕКОНОМА АСТРОНОМСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ ДО ВЕЛИКАНА СРПСКОГ НАДРЕАЛИЗМА, Развој Астрономије код Срба II, Development of astronomy among Serbs II, edited by M. S. Dimitrijević, Publ. Astron. Obs. Belgrade **72**, (2002), 45-56.

3.* Милан С. Димитријевић: О ДОПРИНОСУ АСТРОНОМА ЂОРЂА СТАНОЈЕВИЋА РАЗВОЈУ ТЕКСТИЛНЕ ИНДУСТРИЈЕ ЛЕСКОВЦА, Развој Астрономије код Срба II, Development of astronomy among Serbs II, edited by M. S. Dimitrijević,1 Publ. Astron. Obs. Belgrade **72**, (2002), 57-70.

4.* Миодраг Дачић, Зорица Цветковић: АСТРОГЕОДЕТСКИ РАДОВИ СТЕВАНА П. БОШКОВИЋА, Развој Астрономије код Срба II, Development of astronomy among Serbs II, edited by M. S. Dimitrijević,1 Publ. Astron. Obs. Belgrade **72**, (2002), 25-32.

5. S. Djeniže, V. Milosavljević, M. S. Dimitrijević: TRANSITION PROBABILITIES IN Kr III SPECTRUM, OF INTEREST FOR HIGH RESOLUTION STELLAR SPECTRA ANALYSIS, XIII Nat. Conf. Yug. Astronomers, Belgrade 17-20 Oct. 2002, Absrtracts, ed. R. Pavlović, (2002), 26.

6. N. Milovanović, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Z. Simić: IMPORTANCE OF COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES FOR STELLAR UV LINE SHAPES: Cd III, IV Serbian Conference on Spectral Line Shapes, Arandjelovac, Serbia, 10-15 October 2003, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, N. Milovanović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **76**, (2003), 215-220.

7. P. Jovanović, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: CORRELATION BETWEEN X-RAY CONTINUUM AND Fe K alpha LINE VARIATION DUE TO MICROLENSING, IV Serbian Conference on Spectral Line Shapes, Arandjelovac, Serbia, 10-15 October 2003, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, N. Milovanović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **76**, (2003), 205-209.

8. M. S. Dimitrijević, M. Dačić, Z. Cvetković, Z. Simić: STARK BROADENING OF NEUTRAL GALLIUM SPECTRAL LINES IN ASTROPHYSICAL PLASMA, IV Serbian Conference on Spectral Line Shapes, Arandjelovac, Serbia, 10-15 October 2003, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, N. Milovanović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **76**, (2003), 191-195.

9. M. S. Dimitrijević, P. Jovanović, Z. Simić: ON THE STARK BROADENING OF NEUTRAL GERMANIUM SPECTRAL LINES, IV Serbian Conference on Spectral Line Shapes, Arandjelovac, Serbia, 10-15 October 2003, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, N. Milovanović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **76**, (2003), 185-189.

10. N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Brechot: ON THE STARK BROADENING OF THE FOUR TIMES IONIZED SILICON SPECTRAL LINES, IV Serbian Conference on Spectral Line Shapes, Arandjelovac, Serbia, 10-15 October 2003, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, N. Milovanović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **76**, (2003), 167-170.

11.* D. Ilić, E. Bon, E. G. Mediavilla, L. Č. Popović: THE EMISSION LINE SHAPES OF THE SEYFERT 1 GALAXY Mrk 817, IV Serbian Conference on Spectral Line Shapes, Arandjelovac, Serbia, 10-15 October 2003, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, N. Milovanović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **76**, (2003), 197-200.

12.* E. Bon, N. Stanić, D. Ilić, A. Kubicela, E. G. Mediavilla, L. Č. Popović: TWO-COMPONENT MODEL FOR III Zw 2 BROAD LINE REGION, IV Serbian Conference on Spectral Line Shapes, Arandjelovac, Serbia, 10-15 October 2003, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, N. Milovanović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **76**, (2003), 171 – 174.

13.* M. Dimitrijević, E. Theodossiou: CALENDAR OF THE GREEK ORTHODOX CHURCH, 5th Hellenic Astronomical Conference organized by the Hellenic Astronomical Society 20-22 September 2001, Fodele Crete, proceedings at http://astrophysics. Physics.uoc.gr/conf/proceedings.htm.

14. S. Djeniže, V. Milosavljević, M. S. Dimitrijević: TRANSITION PROBABILITIES IN Kr III SPECTRUM OF INTEREST FOR HIGH RESOLUTION STELLAR SPECTRA ANALYSIS, Proc. XIII National Conference of Yugoslav Astronomers, October 17-20, 2002, eds. J. Milogradov-Turin, G. M. Popović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **75**, (2003), 93-96.

15. M. S. Dimitrijević, V. Milosavljević, S. Djeniže: Kr II TRANSITION PROBABILITIES FOR ANALYSIS OF TRACE ELEMENT LINES IN HIGH RESOLUTION STELLAR SPECTRA, Proc. XIII National Conference of Yugoslav Astronomers, October 17-20, 2002, eds. J. Milogradov-Turin, G. M. Popović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **75**, (2003), 111-115.

16. M. S. Dimitrijević, P. Jovanović: STARK BROADENING OF NEUTRAL GERMANIUM SPECTRAL LINES IN ASTROPHYSICAL PLASMA, Proc. XIII National Conference of Yugoslav Astronomers, October 17-20, 2002, eds. J. Milogradov-Turin, G. M. Popović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **75**, (2003), 117-120.

17. M. S. Dimitrijević, M. Dačić, Z. Cvetković, S. Sahal-Brechot. INFLUENCE OF STARK BROADENING WITHIN Be III SPECTRAL SERIES, Proc. XIII National Conference of Yugoslav Astronomers, October 17-20, 2002, eds. J. Milogradov-Turin, G. M. Popović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **75**, (2003), 121-124.

18. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović: STARK BROADENING OF F III LINES IN STELLAR PLASMA, Proc. XIII National Conference of Yugoslav Astronomers, October 17-20, 2002, eds. J. Milogradov-Turin, G. M. Popović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **75**, (2003), 125-128.

19. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, E. Bon, V. Bajčeta, P. Jovanović, N. Milovanović: DATABASE BelData: PRESENT STATE AND PLANS FOR FUTURE DEVELOPMENT, Proc. XIII National Conference of Yugoslav Astronomers, October 17-20, 2002, eds. J. Milogradov-Turin, G. M. Popović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **75**, (2003), 129-133.

20.* Милан С. Димитријевић, Michael P. Seiler: 2005, НАША ПРЕПИСКА О АСТРОНОМСКОЈ ОПСЕРВАТОРИЈИ У 1941. И 1942. ГОДИНИ, Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба III», Београд, 25 – 28. април 2004, Уредник Милан С. Димитријевић,

Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић» Св. 6, Београд 2005, 47-54.

21.* Миодраг Дачић: 2005, МЕРИДИЈАНСКИ КРУГ БЕОГРАДСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ, Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба III», Београд, 25 – 28. април 2004, Уредник Милан С. Димитријевић, Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић» Св. 6, Београд 2005, 125-128.

22.* Милан С. Димитријевић: 2005, О ПОСЕТАМА СРПСКИХ АСТРОНОМА АСТРОНОМСКОЈ ОПСЕРВАТОРИЈИ У БУКУРЕШТУ, Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба III», Београд, 25 – 28. април 2004, Уредник Милан С. Димитријевић, Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић» Св. 6, Београд 2005, 177-184.

23.* Милан С. Димитријевић: 2005, БЕОГРАДСКА АСТРОНОМСКА ОПСЕРВАТОРИЈА У 2001. ГОДИНИ, Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба III», Београд, 25 – 28. април 2004, Уредник Милан С. Димитријевић, Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић» Св. 6, Београд 2005, 185-219.

24.* Милан С. Димитријевић, Лука Ч. Поповић, Зоран Симић, Предраг Јовановић, Ненад Миловановић, Еди Бон: 2005, ОГРАНАК «ЈУГОСЛАВИЈА» МЕЂУНАРОДНОГ АСТРОНОМСКОГ ИНСТИТУТА «ИСАК ЊУТН», Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба III», Београд, 25 – 28. април 2004, Уредник Милан С. Димитријевић, Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић» Св. 6, Београд 2005, 255-259.

25.* Милан С. Димитријевић: 2005, ДА ЛИ ЈЕ НОВОЈУЛИЈАНСКИ КАЛЕНДАР УСВОЈЕН У КОНСТАНТИНОПОЉУ 1923. ГОДИНЕ МИЛАНКОВИЋЕВ, МИЛАНКОВИЋ – ТРПКОВИЋЕВ ИЛИ ТРПКОВИЋ – МИЛАНКОВИЋЕВ?, Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба III», Београд, 25 – 28. април 2004, Уредник Милан С. Димитријевић, Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић» Св. 6, Београд 2005, 347-350.

12. ПРЕДАВАЊА ПО ПОЗИВУ НА МЕЂУНАРОДНИМ КОНФЕРЕНЦИЈАМА ШТАМПАНА У ИЗВОДУ

1. M. S. Dimitrijević: SPECTRAL LINE SHAPES IN ASTROPHYSICS, Международное сотрудничество в области астрономии: состояние и перспективы, 25 мая - 2 юня 2002, Москва АстрО 2002, 22.
2. Milan S. Dimitrijević, Sylvie Sahal-Bréchot: POSZERZENIE STARKA LINII SPEKTRALNYCH - L'ELARGISSEMENT STARK DES RAIES SPECTRALES, Quatrième séminaire Franco-Polonais sur les plasmas thérmiques dans l'éspace et en laboratoire, Czwarte seminarium Polsko-

Fracuskie: Plazma termiczna w przestrzeni kosmicznej i laboratorijum, Bourges 16-19 Juin 2003, 67.

3.* M. S. Dimitrijević: 2004, 70 YEARS OF ASTRONOMICAL SOCIETY "RUDJER BOŠKOVIĆ" – AN INTERESTING EXPERIENCE IN ASTRONOMICAL EDUCATION, POPULARIZATION AND ASTRONOMERS AMATEUR'S ORGANIZATION, The many scales in the Universe, Joint European and National Astronomical Meeting, 13-17 September 2004, Granada, 234-235.

4. M. S. Dimitrijević: 2004, FULLERENES IN ASTRONOMY, 4th Serbian – Bulgarian Astronomical Conference (IV SBGAC), 21-24 April 2004, Belgrade, Program and Abstracts, ed. M. S. Dimitrijević, Belgrade Astronomical Observatory, Astronomical Society "Rudjer Bošković", "INKA", Tikveška16, Belgrade 2004, 13.

5.* M. S. Dimitrijević: 2004, SERBIAN ASTRONOMY IN XVIII AND XIX CENTURY, International Conference "Contemporary aspects of astronomy, theoretical and gravitational physics", dedicated to Georgi Ivanov Manev (1884-1965), Professor in Theoretical Physics, May 20-22, 2004 Sofia, Programme and Abstracts, Sofia University "St. Kliment Ohridski", Bulgarian Academy of Sciences, Sofia 2004, 7.

6.* M. S. Dimitrijević: 2004, THE MOST DISTINGUISHED SERBIAN ASTRONOMER MILUTIN MILANKOVIĆ – ON THE OCCASION OF 125th ANIVERSARY OF HIS BIRTH, Тезисы докладов на Всероссийской астрономической конференции ВАК-2004 «Горизонты вселенной», К 250-летию Московского Государственного университета им. М. В. Ломоносова (1755-2005), Труды Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга **LXXV**, Москва 2004, 245.

7. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Mediavilla, E. Danezis, E. Lyratzi, E. Bon, D. Ilić, P. Jovanović, E. Theodossiou, M. Dačić: 2004, SOME SPECTROSCOPIC METHODS FOR ASTROPHYSICAL PLASMA RESEARCH, 22nd Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, SPIG 2004, Contributed papers & abstracts of invited lectures, topical invited lectures and progress reports, ed. Ljupčo Hadžievski, Vinča Institute of Nuclear Sciences Belgrade, Serbia and Montenegro, Belgrade 2004, 494.

8. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović: 2005, ACTIVITIES AT BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY ON COLLECTING OF DATA AND THEIR ORGANIZATION IN A DATABASE, iAstro MC Meeting & Workshop VIRTUAL OBSERVATORIES, Plate Content Digitization, Archive Mining, Image Sequence Processing, 27-30 April 2005, Sofia, Bulgaria, Programme & Abstracts, Heron Press, Sofia, 15.

9.* M. S. Dimitrijević: 2005, MILUTIN MILANKOVIĆ AND THE ASTRONOMICAL SOLUTION OF THE ICE – AGES PROBLEM, IAGA 2005, 10th Scientific Assembly of the International Association of

Geomagnetism and Aeronomy, Toulouse – France, July 18-29, 2005, Compact Disc, 1.

13. ПРИЛОЗИ У ЗБОРНИЦИМА МЕЂУНАРОДНИХ КОНФЕРЕНЦИЈА ШТАМПАНИ У ИЗВОДУ

1. A. A. Mihajlov, Lj. M. Ignjatović, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: THE INFLUENCE OF CHEMI-IONIZATION AND CHEMI-RECOMBINATION COLLISION PROCESSES ON THE CHARACTERISTICS OF PLASMA IN THE LOW TEMPERATURE LAYERS OF THE SOLAR ATMOSPHERE, Международное сотрудничество в области астрономии: состояние и перспективы, 25 мая - 2 юня 2002, Москва АстрО (2002), 46.
2. M. S. Dimitrijević, A. A. Mihajlov: CHEMI-IONIZATION/RECOMBINATION AND RADIATION PROCESSES IN ATOM-ATOM AND ION-ATOM COLLISIONS IN THE MODELING OF LOW-TEMPERATURE STELLAR ATMOSPHERES, IAU Symposium 210, Modeling of Stellar Atmospheres, ed. E. Stempels, Abstract book, Uppsala (2002), 52.
3. M. S. Dimitrijević, S. Djeniže, A. Srećković, S. Bukvić: STARK SHIFTS AND TRANSITION PROBABILITIES IN Si III SPECTRA, IAU Symposium 210, Modeling of Stellar Atmospheres, ed. E. Stempels, Abstract book, Uppsala (2002), 59.
4. A. Shavrina, N. Polosukhina, M. Hack, M. Dimitrievich, V. Gopka, Y. Pavlenko, J. Zverko, J. Žižnovsky, A. Yushchenko, P. Quinet: THE INVESTIGATION OF SPECTRUM ro Ap STAR HD101065 (Przybylsky's star) IN Li I 6708 A REGION, IAU Symposium 210, Modeling of Stellar Atmospheres, ed. E. Stempels, Abstract book, Uppsala (2002), 184.
5. M. S. Dimitrijević, A. Srećković, S. Djeniže: STARK WIDTHS IN THE S III SPECTRUM, IV Yugoslav - Belarussian Symposium on Physics & Diagnostics of Laboratory & Astrophysical Plasmas, Belgrade 2002, Faculty of Physics, University of Belgrade, Center for Science and Technology Development, Belgrade (2002), 15.
6. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, N. Milovanović, S. Simić, Z. Simić, P. Jovanović: APPLICATIONS OF THE MODIFIED SEMIEMPIRICAL METHOD FOR STELLAR PLASMA INVESTIGATIONS, 21th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, 21th SPIG, August 26-30, 2002, Sokobanja, Yugoslavia, Contributed Papers and abstracts of invited lectures, topical invited lectures and progress reports, eds. M. K. Radović, M. S. Jovanović, Department of Physics, Faculty of Sciences and Mathematics, University of Niš, Niš, Yugoslavia (2002), 547.
7. L. Č. Popović, E. G. Mediavilla, P. Jovanović, J. A. Munoz, M. S. Dimitrijević: THE MICROLENSING INFLUENCE ON AGN SPECTRAL LINE

SHAPES: FROM X-RAY TO THE OPTICAL WAVELENGTH RANGE, 21th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, 21th SPIG, August 26-30, 2002, Sokobanja, Yugoslavia, Contributed Papers and abstracts of invited lectures, topical invited lectures and progress reports, eds. M. K. Radović, M. S. Jovanović, Department of Physics, Faculty of Sciences and Mathematics, University of Niš, Niš, Yugoslavia (2002), 548.

8. M. S. Dimitrijević, A, Srećković, S. Djeniže, S. Bukvić: STARK BROADENING IN S III SPECTRUM OF INTEREST FOR STELLAR PLASMAS, II Int. Seminar of the South-Eastern Branch of the European Astronomical Society "New Results in Stellar Physics", 3-5. October 2002, Timisoara (2002), 7.
9. M. S. Dimitrijević, V. Milosavljević, S. Djeniže: TRANSITION PROBABILITIES IN Kr II SPECTRUM, OF INTEREST FOR HIGH RESOLUTION STELLAR SPECTRA ANALYSIS, II Int. Seminar of the South-Eastern Branch of the European Astronomical Society "New Results in Stellar Physics", 3-5. October 2002, Timisoara (2002), 8.
10. M. S. Dimitrijević: ON THE STARK BROADENING OF Ne III SPECTRAL LINES OF INTEREST FOR STELLAR ATMOSPHERES RESEARCH, II Int. Seminar of the South-Eastern Branch of the European Astronomical Society "New Results in Stellar Physics", 3-5. October 2002, Timisoara (2002), 8.
11. A. A. Mihajlov, M. S. Dimitrijević, L. Ignjatović: CHEMI-IONIZATION AND CHEMI-RECOMBINATION PROCESSES IN HELIUM RICH WHITE DWARF ATMOSPHERES, II Int. Seminar of the South-Eastern Branch of the European Astronomical Society "New Results in Stellar Physics", 3-5. October 2002, Timisoara (2002), 9.
12. Mian M. Abbas, Paul D. Craven, James F. Spann, Dragana Tankosić, A. Leclair, E. West, R. Sheldon, W. K. Witherow, D. L. Gallagher, M. L. Adrian, G. J. Fishman, J. D. Fix, M. Horayani, I. Mann, D. A. Mendis, J. A. Nuth, M. Rosenberg: LABORATORY STUDIES OF THE OPTICAL PROPERTIES AND CONDENSATION PROCESSES OF COSMIC DUST PARTICLES, NASA Laboratory Astrophysics Workshop, May 1-3 2002, NASA Ames Research Center, Moffett Field, California, ed. F. Salama, NASA/CP-2002-21186, 2002. p. 180.
13. D. J. Christian, M. Mathioudakis, D. Jevremović, D. J. Mullan, N. Lehner: LATE-TYPE STARS WITH CORONAE BUT NO CHROMOSPHE-RES?, American Astronomical Society Meeting 201, abstract #12.06, Bulletin of the American Astronomical Society, **34,** 113.
14.* L. Č. Popović, N. Stanić, E. Bon, A. Kubičela: THE EMISSION LINE SHAPES OF Ark 120: CONTRIBUTION OF JETS AND DISC EMISSION, JENAM 2002 - The Unsolved Universe: Challenges for Future; Abstract book, 2002, p. 364.

15. V. Milosavljević, S. Djeniže, M. S. Dimitrijević: POSZERZENIE STARKA LINII Ar I - L'ELARGISSEMENT STARK DANS LE SPECTRE DE Ar I, Quatrième séminaire Franco-Polonais sur les plasmas thérmiques dans l'éspace et en laboratoire, Czwarte seminarium Polsko-Fracuskie: Plazma termiczna w przestrzeni kosmicznej i laboratorijum, Bourges 16-19 Juin 2003, 127.
16. M. S. Dimitrijević, M. Dačić, Z. Cvetković, Z. Simić (грешком организатора потписано: D. S. Milan, D. Miodrag, C. Zorica, S. Zoran): BROADENING OF Ga I UV LINES DUE TO COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES, Joint European and National Astronomy Meeting JENAM-2003, New deal in European astronomy: Trends and Perspectives, 25-30 August 2003, Budapest, Abstracts, 125.
17. N. Milovanović, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Z. Simić: IMPORTANCE OF COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES FOR STELLAR UV LINE SHAPES: Cd III, Joint European and National Astronomy Meeting JENAM-2003, New deal in European astronomy: Trends and Perspectives, 25-30 August 2003, Budapest, Abstracts, 126.
18.* L. Č. Popović, P. Jovanović, E. G. Mediavilla, J. A. Muñoz: THE INFLUENCE OF MICROLENSING ON THE X-RAY RADIATION, Joint European and National Astronomy Meeting JENAM-2003, New deal in European astronomy: Trends and Perspectives, 25-30 August 2003, Budapest, Abstracts, 34.
19. M. M. Abbas, P. D. Craven, J. F. Spann, J. F. Spann, D. Tankosić, A. Leclair, W. K. Witherow, R. Camata, P. Gerakines: LABORATORY MEASUREMENTS OF OPTICAL PROPERTIES OF MICRON SIZE INDIVIDUAL DUST GRAINS, Astrophysics of Dust, Estes Park, Colorado, May 26 - 30, 2003. ed. A. N. Witt, meeting abstract.
20.* E. Bon, D. Ilić, E. Mediavilla, L. Č. Popović, 2003, COMPLEX STRUCTURE OF NARROW LINE REGION OF ACTIVE GALAXIES, Joint European and National Astronomical Meeting JENAM 2003, NEW DEAL IN EUROPEAN ASTRONOMY: Trends and Perspectives, in connection with the 12th European Meeting for Astronomy and Astrophysics, Abstracts, Budapest, 34.
21. A. Srećković, S. Bukvić, S. Djeniže, M. S. Dimitrijević: 2004, ON THE EXPERIMENTAL AND THEORETICAL INVESTIGATIONS OF F II STARK BROADENING, 4th Serbian – Bulgarian Astronomical Conference (IV SBGAC), 21-24 April 2004, Belgrade, Program and Abstracts, ed. M. S. Dimitrijević, Belgrade Astronomical Observatory, Astronomical Society ”Rudjer Bošković”, “INKA”, Tikveška16, Belgrade 2004, 34.
22. N. Popović, M. Simičić, J. Simić-Krstić, M. S. Dimitrijević: 2004, WATER IN ASTRONOMY AND PLASMA PHYSICS AND A PROJECT FOR RELATED RESEARCH, 4th Serbian – Bulgarian Astronomical Conference (IV SBGAC), 21-24 April 2004, Belgrade, Program and Abstracts, ed. M.

S. Dimitrijević, Belgrade Astronomical Observatory, Astronomical Society "Rudjer Bošković", "INKA", Tikveška16, Belgrade 2004, 32.

23. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović: 2004, ON THE STARK BROADENING OF F III LINES IN WHITE DWARF ATMOSPHERES, 4th Serbian – Bulgarian Astronomical Conference (IV SBGAC), 21-24 April 2004, Belgrade, Program and Abstracts, ed. M. S. Dimitrijević, Belgrade Astronomical Observatory, Astronomical Society "Rudjer Bošković", "INKA", Tikveška16, Belgrade 2004, 33.
24. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot: 2004, ON THE STARK BROADENING OF Cd I LINES, 4th Serbian – Bulgarian Astronomical Conference (IV SBGAC), 21-24 April 2004, Belgrade, Program and Abstracts, ed. M. S. Dimitrijević, Belgrade Astronomical Observatory, Astronomical Society "Rudjer Bošković", "INKA", Tikveška16, Belgrade 2004, 33.
25. L. Č. Popović, E. Danezis, V. Lyratzi, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: 2004, МОДЕЛЬ ДЛЯ ОБЛАСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ШИРОКИХ ЛИНИЙ ПОГЛОЩЕНИЯ В КВАЗАРАХ, Тезисы докладов на Всероссийской астрономической конференции ВАК-2004 «Горизонты вселенной», К 250-летию Московского Государственного университета им. М. В. Ломоносова (1755-2005), Труды Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга **LXXV**, Москва 2004, 109.
26. L. Č. Popović, P. Jovanović, M. S. Dimitrijević, M. D. Dačić: 2004, ON THE MICROLENSING INFLUENCE ON SPECTRA OF LENSED QSOs: THEORY AND OBSERVATIONS, Тезисы докладов на Всероссийской астрономической конференции ВАК-2004 «Горизонты вселенной», К 250-летию Московского Государственного университета им. М. В. Ломоносова (1755-2005), Труды Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга **LXXV**, Москва 2004, 119.
27.* М. Д. Дачич: 2004, ПУЛКОВСКИЙ ВЫПУСКНИК С. П. БОШКОВИЧ И ЕГО ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ, ШИРОТ И АЗИМУТА В СЕРБИИ В НАЧАЛЕ XX СТОЛЕТИЯ, Тезисы докладов на Всероссийской астрономической конференции ВАК-2004 «Горизонты вселенной», К 250-летию Московского Государственного университета им. М. В. Ломоносова (1755-2005), Труды Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга **LXXV**, Москва 2004, 245.
28. E. Danezis, A. Antoniou, L. Popović, M. Dimitrijević, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, A. Soulikias, E. Theodossiou: 2004, SATELLITE ABSORPTION COMPONENTS OF THE UV SPECTRAL LINES Si IV, C IV, N V AND N IV IN THE ATMOSPHERE OF THE Oe STAR HD 175754, The many scales in the Universe, Joint European and National Astronomical Meeting, 13-17 September 2004, Granada, 118.
29. E. Danezis, E. Lyratzi, L. Popović, M. Dimitrijević, G. Christou, A. Soulikias, A. Antoniou: 2004, SATELLITE ABSORPTION COMPONENTS OF

THE UV SPECTRAL LINES Si IV, C IV, N V AND N IV IN THE ATMOSPHERE OF THE Oe STAR HD 66811 (ζPUP), The many scales in the Universe, Joint European and National Astronomical Meeting, 13-17 September 2004, Granada, 119.

30. M. S. Dimitrijević, M. Dačić, Z. Cvetković, Z. Simić: 2004, ON THE CONTRIBUTION OF COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES TO THE Ga I LINE PROFILES IN CHEMICALLY PECULIAR STARS, The many scales in the Universe, Joint European and National Astronomical Meeting, 13-17 September 2004, Granada, 121-122.
31. E. Lyratzi, E. Danezis, L. Popović, M. Dimitrijević, D. Nikolaidis, A. Soulikias, A. Antoniou, M. Stathopoulou: 2004, THE COMPLEX STRUCTURE OF THE Mg II λλ 2795.523, 2802.698 A REGIONS OF 64 Be STARS, 17th International Conference on Spectral Line Shapes, Université Pierre et Marie Curie, Institut Henri Poincaré, Paris – France, 2004, 117.
32. E. Lyratzi, E. Danezis, L. Popović, M. Dimitrijević, D. Nikolaidis, A. Soulikias, A. Antoniou, M. Stathopoulou: 2004, THE COMPLEX STRUCTURE OF THE Si IV λλ 1393.73, 1402.73 A REGIONS OF 57 BeV STARS, 17th International Conference on Spectral Line Shapes, Université Pierre et Marie Curie, Institut Henri Poincaré, Paris – France, 2004, 118.
33. M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot: 2004, STARK BROADENING OF SPECTRAL LINE SHAPES (ON THE FRENCH-SERBIAN COLLABORATION), 17th International Conference on Spectral Line Shapes, Université Pierre et Marie Curie, Institut Henri Poincaré, Paris – France, 2004.
34. N. Milovanović, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Z. Simić: 2004, IMPORTANCE OF COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES FOR STELLAR UV LINE SHAPES: Cd III, 17th International Conference on Spectral Line Shapes, Université Pierre et Marie Curie, Institut Henri Poincaré, Paris – France, 2004, 116.
35. W. Mahmoudi, N. Ben Nessib, S. Sahal-Bréchot, M. S. Dimitrijević: 2004, SEMI-CLASSICAL AND MODIFIED SEMI-EMPIRICAL IMPACT STARK BROADENING CALCULATIONS OF SINGLY-IONIZED OXYGEN SPECTRAL LINES, 17th International Conference on Spectral Line Shapes, Université Pierre et Marie Curie, Institut Henri Poincaré, Paris – France, 2004, 52
36. N. Milovanović, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević: 2004, COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES FOR STELLAR FOUR TIMES IONIZED SILICON LINE SHAPES, 17th International Conference on Spectral Line Shapes, Université Pierre et Marie Curie, Institut Henri Poincaré, Paris – France, 2004, 119.
37. M. Abbas, P. Craven, J. Spann, D. Tankosić, A. Leclair, D. Gallagher, E. West, J. Weingartner, W. Witherow: LABORATORY EXPERIMENTS ON ROTATION OF MICRON SIZE COSMIC DUST GRAINS WITH RADIATION, 35th COSPAR, 18 – 25 July 2004, Paris, p. 3040.

38. M. Abbas, P. Craven, J. Spann, D. Tankosić, A. Leclair, E. A. West: LABORATORY EXPERIMENTS ON CHARGING OF INDIVIDUAL DST GRAINS, American Geophysical Union, Fall Meeting 2004, abstract #SH43B-02.
39.* L. Č. Popović, P. Jovanović, E. G. Mediavilla, A. F. Zakharov, J. A. Muñoz, C. Abajas, D. Ilić: THE INFLUENCE OF MICROLENSING ON X-RAY RADIATION: THEORY AND OBSERVATIONS, IAU Symposium 225: Impact of Gravitational Lensing on Cosmology, 19-23 July 2004, Lausanne, Switzerland.
40.* A. F. Zakharov, L. Č. Popović, P. Jovanović: DARK MATTER SEARCHES WITH AN ANALYSIS OF MICROLENSING FOR DISTANT QUASARS, 35th COSPAR Scientific Assembly, 18 - 25 July 2004, Paris, France, 452.
41.* L. Č. Popović: STAR FORMING REGIONS IN Mrk 1040 AND ITS COMPANION LEDA 212995, JENAM 2004 - The many scales in the Universe, Abstract book, Institute de Astrofisica de Andalucia, 2004, p.86.
42. M. S. Dimitrijević, T. Ryabchikova, L. Č. Popović, D. Shulyak, S. Khan: 2005, ON THE INFLUENCE OF COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES ON Cr I LINES IN STELLAR ATMOSPHERES, 37th EGAS (European Group for Atomic Systems) Conference, Dublin 3-6 August 2005, Book of Abstracts, eds. J. T. Costello, J. Dardis, P. Van Burgt, European Physical Society, Europhysics Conference 29I, 2005, 134.
43. M. S. Dimitrijević, V. Milosavljević: 2005, ON THE ELECTRON-IMPACT BROADENING OF THE NITROGEN (^{1}D)3s^{2}D – (^{1}D)3p^{2}P^o 7904.5 A LINE, 37th EGAS (European Group for Atomic Systems) Conference, Dublin 3-6 August 2005, Book of Abstracts, eds. J. T. Costello, J. Dardis, P. Van Burgt, European Physical Society, Europhysics Conference 29I, 2005, 217.
44. A. A. Mihajlov, Lj. M. Ignjatović, M. S. Dimitrijević: 2005, THE INFLUENCE OF NON-ELASTIC PROCESSES IN H*(n) + H COLLISIONS TO THE RYDBERG STATES POPULATION OF HYDROGEN ATOM IN LABORATORY AND ASTROPHYSICAL PLASMAS, 37th EGAS (European Group for Atomic Systems) Conference, Dublin 3-6 August 2005, Book of Abstracts, eds. J. T. Costello, J. Dardis, P. Van Burgt, European Physical Society, Europhysics Conference 29I, 2005, 115.
45.* E. Danezis, E. Theodossiou, M. S. Dimitrijević: COSMOLOGICAL IMPLICATIONS OF THE "HEXAMERON" OF SAINT BASILIUS THE GREAT", Science and Orthodoxy; A necessary dialogue, Bucharest and Constantza (Tomis), Romania 22-26 October, 2005, 18.
46.* E. Danezis, E. Theodossiou, I. Gonidakis, M. S. Dimitrijević: THEOLOGY AND MODERN PHYSICS, Science and Orthodoxy; A necessary dialogue, Bucharest and Constantza (Tomis), Romania 22-26 October, 2005, 19-20.

47.* M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: ON THE REFORM OF JULIAN CALENDAR ON ECUMENICAL CONGRESS IN CONSTANTINOPLE IN 1923, Science and Orthodoxy; A necessary dialogue, Bucharest and Constantza (Tomis), Romania 22-26 October, 2005, 20-21.

48.* D. Ilić, E. Bon, L. Č. Popović: THE STRATIFIED BROAD LINE REGION OF AGN: THE TWO-COMPONENT MODEL, Joint European and National Astronomical Meeting JENAM 2005, Abstracts, Liege, Belgium, 2005.

14. ПРЕДАВАЊА ПО ПОЗИВУ НА НАЦИОНАЛНИМ КОНФЕРЕНЦИЈАМА ШТАМПАНА У ИЗВОДУ

1.* Z. Cvetković: LONGITUDE NETWORK AND CELESTIAL REFERENCE FRAME (PhD Thesis), XIII National conference of Yugoslav Astronomers, Belgrade, October 17-20, 2002, Abstracts, 11.

2.* Z. Cvetković: LONGITUDE NETWORK AND CELESTIAL REFERENCE FRAME (PhD Thesis), Proc. XIII National conference of Yugoslav Astronomers, Belgrade, October 17-20, 2002, eds. J. Milogradov-Turin, G. M. Popović, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **75**, 2003, 235.

3.* P. Jovanović: SOLAR ACTIVITY INFLUENCE ON EARTH ROTATION (MSc Thesis), Proc. XIII National conference of Yugoslav Astronomers, Belgrade, October 17-20, 2002, eds. J. Milogradov-Turin, G. M. Popović, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **75**, 2003, 153.

4.* E. Bon: THE EMISSION LINE REGION IN THE ACTIVE GALACTIC NUCLEUS (AGN) III Zw 2, (MSc Thesis), Proc. XIII National conference of Yugoslav Astronomers, Belgrade, October 17-20, 2002, eds. J. Milogradov-Turin, G. M. Popović, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **75**, 2003, 147..

5. D. Jevremović: PHOENIX – THE WAY FORWARD IN MODELLING OF STELLAR ATMOSPHERES, IV Serbian Conference on Spectral Line Shapes, Arandjelovac, Serbia, 10-15 October 2003, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, N. Milovanović, Publ. Astron. Obs. Belgrade **76**, (2003), 26.

6. E. Danezis, D. Nikolaidis, E. Lyratzi, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou, A. Antoniou: 2005, A NEW MODELING APPROACH FOR DACs AND SACs REGIONS IN THE ATMOSPHERES OF HOT EMISSION STARS, 5th Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics, Vršac 06-10 June 2005, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Prirodnjačko društvo »Gea«, Vršac 2005, 16.

7. Lj. M. Ignjatović, A. A. Mihajlov, M. S. Dimitrijević: 2005, PROCESSES OF ATOM – ATOM (n – n') – MIXING INFLUENCE ON HYDROGEN ATOM RYDBERG STATES POPULATIONS IN STELLAR ATMOSPHERES, 5th Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics, Vršac 06-10 June 2005, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Prirodnjačko društvo »Gea«, Vršac 2005, 18.

8. E. Lyratzi, E. Danezis, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou, A. Antoniou: 2005, A NEW APPROACH FOR THE STRUCTURE OF Hα REGIONS IN 120 Be STARS, 5th Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics, Vršac 06-10 June 2005, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Prirodnjačko društvo »Gea«, Vršac 2005, 19.

15. НАУЧНИ РАДОВИ У ЗБОРНИЦИМА НАЦИОНАЛНИХ КОНФЕРЕНЦИЈА ШТАМПАНИ У ИЗВОДУ

1. M. S. Dimitrijević, S. Djeniže, V. Milosavljević: TRANSITION PROBABILITIES IN Kr II SPECTRUM, XIII Nat. Conf. Yug. Astronomers, Belgrade 17-20 Oct. 2002, Absrtracts, ed. R. Pavlović, 27.
2. M. S. Dimitrijević, P. Jovanović: STARK BROADENING OF NEUTRAL GERMANIUM SPECTRAL LINES IN ASTROPHYSICAL PLASMA, XIII Nat. Conf. Yug. Astronomers, Belgrade 17-20 Oct. 2002, Absrtracts, ed. R. Pavlović, 27.
3. M. S. Dimitrijević, M. Dačić, Z. Cvetković, S. Sahal-Brechot: INFLUENCE OF STARK BROADENING WITHIN Be III SPECTRAL SERIES, XIII Nat. Conf. Yug. Astronomers, Belgrade 17-20 Oct. 2002, Absrtracts, ed. R. Pavlović, 28.
4.* L. Č. Popović, P. Jovanović, E. G. Mediavilla: SPECTRAL LINE PROFILE OF ACTIVE GALACTIC NUCLEI AND MICROLENSING EFFECT, XIII National conference of Yugoslav Astronomers, Belgrade, October 17-20, 2002, Abstracts, 30.
5. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović: STARK BROADENING OF F III LINES IN STELLAR PLASMA, XIII Nat. Conf. Yug. Astronomers, Belgrade 17-20 Oct. 2002, Absrtracts, ed. R. Pavlović, 28.
6. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, E. Bon, V. Bajčeta, P. Jovanović, N. Milovanović: DATABASE BELDATA, PRESENT STATE AND PLANS FOR FUTURE DEVELOPMENT, XIII Nat. Conf. Yug. Astronomers, Belgrade 17-20 Oct. 2002, Absrtracts, ed. R. Pavlović, 29a.
7.* М. С. Димитријевић, П. Зајлер: 2004, НАША ПРЕПИСКА О АСТРОНОМСКОЈ ОПСЕРВАТОРИЈИ У 1941. И 1942. ГОДИНИ, Васиона, бр. 2, 2004, 79.
8.* М. Дачић, З. Цветковић: 2004, МЕРИДИЈАНСКИ КРУГ БЕОГРАДСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ, Васиона, бр. 2, 2004, 80.
9.* М. С. Димитријевић: 2004, БЕОГРАДСКА АСТРОНОМСКА ОПСЕРВАТОРИЈА У 2001. ГОДИНИ, Васиона, бр. 2, 2004, 81.
10.* М. С. Димитријевић: 2004, ДА ЛИ ЈЕ НОВОЈУЛИЈАНСКИ КАЛЕНДАР УСВОЈЕН У КОНСТАНТИНОПОЉУ 1923. ГОДИНЕ МИЛАНКОВИЋЕВ, МИЛАНКОВИЋ-ТРПКОВИЋЕВ ИЛИ ТРПКОВИЋ-МИЛАНКОВИЋЕВ?, Васиона, бр. 2, 2004, 85.

11.* М. С. Димитријевић, Л. Ч. Поповић, З. Симић, П. Јовановић, Н. Милановић, Е. Бон: 2004, ЈУГОСЛОВЕНСКИ ОГРАНАК МЕЂУНАРОДНОГ АСТРОНОМСКОГ ИНСТИТУТА «ИСАК ЊУТН», Васиона, бр. 2, 2004, 87.
12.* М. С. Димитријевић: 2004, О ПОСЕТАМА СРПСКИХ АСТРОНОМА АСТРОНОМСКОЈ ОПСЕРВАТОРИЈИ У БУКУРЕШТУ, Васиона, бр. 2, 2004, 88.
13.* Е. Данезис, Е. Теодосију, М. С. Димитријевић, М. Дачић: 2004, О ДЕМОКРИТОВИМ ИДЕЈАМА И МОДЕРНОЈ ФИЗИЦИ, Васиона, бр. 2, 2004, 89.
14. A. Srećković, S. Bukvić, S. Djeniže, M. S. Dimitrijević: 2003, STARK WIDTHS IN THE F II 3S' – 3P' TRANSITION, Fifth General Conference of the Balkan Physical Union BPU-5, Vrnjačka Banja, August 25-29, 2003, Book of Abstracts, eds. S. Jokić, I. Milošević, A. Balaž, Z. Nikolić, Serbian Physical Society, 2003, 226.
15. M. Christova, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréshot: 2005, STARK BROADENING OF Ar I SPECTRAL LINES EMITTED IN SURFACE WAVE SUSTAINED DISCHARGES, 5th Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics, Vršac 06-10 June 2005, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Prirodnjačko društvo »Gea«, Vršac 2005, 31.
16. H. Elabidi, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević: 2005, ELECTRON IMPACT BROADENING OF MULTICHARGED NEON SPECTRAL LINES, 5th Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics, Vršac 06-10 June 2005, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Prirodnjačko društvo »Gea«, Vršac 2005, 32.
17. W. Mahmoudi, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot: 2005, SEMI-CLASSICAL AND MODIFIED SEMI-EMPIRICAL IMPACT STARK BROADENING CALCULATIONS OF SINGLY-IONIZED CARBON AND OXYGEN SPECTRAL LINES, 5th Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics, Vršac 06-10 June 2005, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Prirodnjačko društvo »Gea«, Vršac 2005, 38.
18. N. Milovanović, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović: 2005, THE STARK BROADENING EFFECT IN HOT STAR ATMOSPHERES: Tl II, 5th Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics, Vršac 06-10 June 2005, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Prirodnjačko društvo »Gea«, Vršac 2005, 39.
19. M. S. Dimitrijević, T. Ryabchikova, L. Č. Popović, D. Shulyak, S. Khan: 2005, ON THE INFLUENCE OF STARK BROADENING OF Cr I LINES IN THE Cr-RICH Ap STAR β CrB ATMOSPHERES, 5th Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics, Vršac 06-10 June 2005, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Prirodnjačko društvo »Gea«, Vršac 2005, 49.

20. Z. Simić, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, M. Dačić: 2005, ON THE STARK BROADENING PARAMETERS FOR Cu III AND Zn III LINES IN A TYPE ATMOSPHERES, 5th Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics, Vršac 06-10 June 2005, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Prirodnjačko društvo »Gea«, Vršac 2005, 55.
21. B. Zmerli, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević: 2005, TEMPERATURE DEPENDENCE OF NON HYDROGENIC ATOM-LINES STARK WIDTHS, 5th Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics, Vršac 06-10 June 2005, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Prirodnjačko društvo »Gea«, Vršac 2005, 58.
22.* E. Th. Theodossiou, V. N. Manimanis, M. S. Dimitrijević: 2005, NICEPHOROS GREGORAS THE GREATEST BYZANTINE ASTRONOMER AND SERBS, XIV National conference of astronomers of Serbia and Montenegro, October 12 – 15, Belgrade, Book of abstracts, Astronomical Observatory, Beograd 2005, 32.
23. Z. Simić: 2005, INFLUENCE OF IMPACTS WITH CHARGED PARTICLES ON Cd I AND F III SPECTRAL LINES IN STELLAR PLASMA, XIV National conference of astronomers of Serbia and Montenegro, October 12 – 15, Belgrade, Book of abstracts, Astronomical Observatory, Beograd 2005, 12.
24.* S. Ninković, R. Pavlović, Z. Cvetković, D. Olević: 2005, LONG-TIME EVOLUTION OF ORBITAL ELEMENTS FOR SOME TRIPLE STARS, XIV National conference of astronomers of Serbia and Montenegro, October 12 – 15, Belgrade, Book of abstracts, Astronomical Observatory, Beograd 2005, 19.
25.* Z. Cvetković, G. Perović: 2005, PERVC METHOD FOR DETERMINATION OF VARIANCE COMPONENTS, XIV National conference of astronomers of Serbia and Montenegro, October 12 – 15, Belgrade, Book of abstracts, Astronomical Observatory, Beograd 2005, 44.

16. ТЕЗЕ

1.* Зорица Цветковић: 2002, МРЕЖА ЛОНГИТУДА И НЕБЕСКА РЕФЕРЕНТНА ОСНОВА, докторска теза, Грађевински факултет, Београд.
2. Зоран Симић: 2004, УТИЦАЈ СУДАРА СА НАЕЛЕКТРИСАНИМ ЧЕСТИЦАМА НА СПЕКТРАЛНЕ ЛИНИЈЕ Cd I И F III У ЗВЕЗДАНОЈ ПЛАЗМИ, магистарска теза, Математички факултет, Београд.
3.* Предраг Јовановић: 2005, УТИЦАЈ ГРАВИТАЦИОНИХ МИКРОСОЧИВА НА РЕНДГЕНСКО ЗРАЧЕЊЕ АКРЕЦИОНОГ ДИСКА КОД АКТИВНИХ ГАЛАКСИЈА, Докторска дисертација, Математички факултет, Универзитет у Београду.

17. ЦИРКУЛАРИ

1.* D. Olević, Z. Cvetković: 2003, NEW ORBITS FOR WDS 18455+0530 Aa, WDS 18455+0530 Bb, WDS 20322-1503, WDS 20410+3905, WDS 21477-3054, IAU Commission 26 (Double Stars) Information Circular, 10/2003.
2.* D. Olević, Z. Cvetković: 2003, NEW ORBITS FOR WDS 03453+2428, WDS 04375+1509, WDS 12272-2701, WDS 15258+8430, IAU Commission 26 (Double Stars) Information Circular, 6/2003.
3.* D. Olević, Z. Cvetković: 2003, NEW ORBITS FOR WDS 04119+2338, WDS 07143-2621, WDS 14373-4608, WDS 16115+0943, WDS 17018-5108, WDS 17221-7007, IAU Commission 26 (Double Stars) Information Circular, 2/2003.
4.* D. Olević, Z. Cvetković: 2004, NEW ORBITS FOR WDS 03494-1956, WDS 04093-2025, WDS 10093-2020, WDS 19073+3606, IAU Commission 26 (Double Stars) Information Circular, 6/2004.
5.* D. Olević, Z. Cvetković: 2004, NEW ORBITS FOR WDS 22288-0001, WDS 22384-0754, WDS 23474-7118, IAU Commission 26 (Double Stars) Information Circular, 2/2004.

Б. ДРУГЕ ЗНАЧАЈНИЈЕ АКТИВНОСТИ САРАДНИКА ПРОЈЕКТА 1195

1. УЏБЕНИЦИ*

1. Милан С. Димитријевић, Александар Томић: **АСТРОНОМИЈА** за IV разред гимназије, пето издање, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 2002, 1-134.
2. Милан С. Димитријевић, Александар Томић: **АСТРОНОМИЈА** за IV разред гимназије, прво издање, Завод за уџбенике и наставна средства, Српско Сарајево, 2002.
3. Милан С. Димитријевић, Александар Томић: **АСТРОНОМИЈА** за IV разред гимназије, шесто издање, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 2005.

2. ВИДЕО КАСЕТЕ

1. Милан Димитријевић: АСТРОНОМСКА ОПСЕРВАТОРИЈА БЕОГРАД, Астрономска опсерваторија, Београд, 2002.

* Масним словима означене су књиге.

3. ПРЕВОДИ И ПРИРЕЂЕНЕ КЊИГЕ*

1. Гонзало Алкаино: **КАКО БИТИ ГОСПОДАР СОПСТВЕНОГ ЖИВОТА** (превео Милан С. Димитријевић), "Сова", Београд, 2003.
2. Сергије Димитријевић: **НОВЕ ВРСТЕ СРПСКОГ СРЕДЊОВЕКОВНОГ НОВЦА – LES NOUVELLES ESPECES DES MONNAIES MEDIEVALES SERBES** (приредили Милан С. Димитријевић и Ранко Мандић), Српско нумизматичко друштво, Београд, 2005.

4. КЊИЖЕВНО СТВАРАЛАШТВО**

1. један Дача са Звездаре под псеудонимом Миодраг Д. Дачић: **ИСПОД ПИСТЕ... ГЛИСТЕ; 1999; СЛИКОВАНА ХРОНИКА О НОВОМ СВЕТСКОМ ПОРЕТКУ**, «Чигоја», Београд, 2002, 1-63.
2. Милан С. Димитријевић: **ПЕСМЕ**, "Сова", Београд, 2003, 1-89.
3. Милан С. Димитријевић: **КОСМИЧКИ ЦВЕТ; АНТОЛОГИЈА ПЕСАМА О КОСМОСУ**, "Просвета", Београд, 2003, 1-246.

5. ОРГАНИЗОВАЊЕ НАУЧНИХ СКУПОВА

1. РАЗВОЈ АСТРОНОМИЈЕ КОД СРБА II, Београд 5-7. IV 2002, председник Научног организационог комитета и члан Почасног комитета М. С. Димитријевић, председник Локалног организационог комитета Е. Бон, чланови П. Јовановић, З. Симић.
2. III BULGARIAN-SERBIAN ASTRONOMICAL MEETING, Gjolechitsa (Rila), Bulgaria, 13-15. V. 2002, Co-chairman of the Scientific Committee M. С. Димитријевић, members Л. Ч. Поповић, М. Дачић.
3. IAU Symposium 210 "MODELING OF STELLAR ATMOSPHERES", Uppsala, 17-21. VI 2002, Organizer of the round table: "Atomic data bases and missing parameters" М. С. Димитријевић.
4. THE SECOND ODESSA ASTRONOMICAL SUMMER SCHOOL FOR YOUNG SCIENTISTS: ASTRONOMY AND BEYOND: ASTROPHYSICS, ASTROCHEMISTRY, ASTROBIOLOGY, члан Научног комитета М. С. Димитријевић
5. IV YUGOSLAV-BELARUSSIAN SYMPOSIUM ON PHYSICS AND DIAGNOSTICS OF LABORATORY AND ASTROPHYSICAL PLASMA, Belgrade, 23-24 August 2002, Vice Chairman of the Scientific Organizing Committee, Л. Ч. Поповић, member М. С. Димитријевић.

---

* Масним словима означене су књиге.

** Масним словима означене су књиге.

6. 21. СПИГ (INT. SYMPOSIUM ON PHYSICS OF IONIZED GASES), Сокобања 26.VIII - 30.VIII 2002, члан Научног комитета М. С. Димитријевић.
7. THE FOURTH GAMOW'S ODESSA ASTRONOMICAL SUMMER SCHOOL "ASTRONOMY AND BEYOND: ASTROPHYSICS, COSMOLOGY AND ASTROBIOLOGY, члан Научног комитета М. С. Димитријевић.
8. IV SERBIAN CONFERENCE ON SPECTRAL LINE SHAPES, Arandjelovac, 10-15. X 2003, Co-Chairman of the Scientific organizing committee M. C. Димитријевић, Л. Ч. Поповић, Chairman of the Local organizing committee М. С. Димитријевић, members М. Дачић, Е. Бон, З. Цветковић, П. Јовановић, Н. Миловановић, З. Симић, Л. Ч. Поповић.
9. IV SERBIAN-BULGARIAN ASTRONOMICAL CONFERENCE, Belgrade, 21-24. IV 2004, Co-chairman of the Scientific Committee М. С. Димитријевић, members Л. Ч. Поповић, М. Дачић, Chairman of the Local Organizing Committee М. С. Димитријевић, members М. Дачић, Е. Бон, З. Цветковић, П. Јовановић, Н, Миловановић, З. Симић.
10. РАЗВОЈ АСТРОНОМИЈЕ КОД СРБА III, Београд 25-28. IV 2004, ко-председник Научног организационог комитета М. С. Димитријевић, чланови М. Дачић, Л. Ч. Поповић, председник Локалног организационог комитета М. С. Димитријевић, чланови Е. Бон, З. Цветковић, М. Дачић, П. Јовановић, Н. Миловановић, З. Симић.
11. International Conference “CONTEMPORARY ASPECTS OF ASTRONOMY, THEORETICAL AND GRAVITATIONAL PHYSICS” dedicated to Georgi Ivanov Manev (1884-1965), Professor in Theoretical Physics, May 20-22, 2004 Sofia, члан Научног комитета М. С. Димитријевић.
12. 17th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPECTRAL LINE SHAPES, Paris – France, 21-25 June, 2004, члан Међународног организационог комитета М. С. Димитријевић.
13. 22nd SUMMER SCHOOL AND INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE PHYSICS OF IONIZED GASES, SPIG 2004, Тара, члан Научног и организационог комитета М. С. Димитријевић.
14. Симпозијум посвећен Милутину Миланковићу: «ПАЛЕОКЛИМА И КЛИМАТСКИ СИСТЕМ ЗЕМЉЕ», Српска академија наука и уметности, Београд, 30. август – 2. септембар 2004, члан Научног комитета и Локалног организационог комитета М. С. Димитријевић.
15. V SYMPOSIUM OF BELARUS, SERBIA AND MONTENEGRO ON PHYSICS AND DIAGNOSTICS OF LABORATORY AND ASTROPHYSICAL PLASMAS (PDP-V’2004), September 20-23, Minsk, Vice Chairman of the Scientific Organizing Committee М. С. Димитријевић, member Л. Ч. Поповић.
16. 5th SERBIAN CONFERENCE ON SPECTRAL LINE SHAPES IN ASTROPHYSICS, Вршац, 6 – 10 јуни 2005, ко-председници Научног комитета М. С. Димитријевић, Л. Ч. Поповић, члан Д. Јевремовић, председник Локалног организационог комитета М. С. Димитријевић,

чланови Е. Бон, В. Борка, М. Дачић, П. Јовановић, Н. Миловановић, З. Симић.

17. III скуп ПРИРОДНЕ И МАТЕМАТИЧКЕ НАУКЕ У СРБА ДО 1918. ГОДИНЕ, Нови Сад, 20 – 21 јуни 2005, члан Организационог одбора М. С. Димитријевић .

6. УРЕЂИВАЧКА АКТИВНОСТ

1 ВАСИОНА, М. С. Димитријевић главни и одговорни уредник од бр. 1, 1985, до бр. 5, 2004. Чланови Уређивачког одбора, М. С. Димитријевић (од бр. 1, 2005), Л. Ч. Поповић,. М. Дачић, З. Цветковић.

2. МЛАДИ ФИЗИЧАР; М. С. Димитријевић члан Уређивачког одбора, од бр. 19, 1981 - до бр. 51, 1994; члан Издавачког савета, од бр. 52, 1994 - до бр. 63, 1997.

МЛАДИ ФИЗИЧАР "О"; члан Уређивачког одбора, од бр. 77, 1999. до 2003, спољни сарадник 2003.

МЛАДИ ФИЗИЧАР "С"; члан Уређивачког одбора, од бр. 77, 1999. до 2003, спољни сарадник 2003.

3. ПУБЛИКАЦИЈЕ АСТРОНОМСКОГ ДРУШТВА РУЂЕР БОШКОВИЋ, М. С. Димитријевић главни и одговорни уредник од бр. 4, 1985, до бр. 6, 2005. Чланови Уређивачког одбора од бр. 5, 2005. до бр. 6, 2005. Л. Ч. Поповић, М. Дачић, З. Цветковић.

3.1. Edited by M. S. Dimitrijević, V. Golev, L. Č. Popović, M. Tsvetkov: PROCEEDINGS OF THE IV SERBIAN-BULGARIAN ASTRONOMICAL CONFERENCE, BELGRADE 21-24 APRIL 2004, бр. 5, 2005.

3.2. Уредник Милан С. Димитријевић: РАЗВОЈ АСТРОНОМИЈЕ КОД СРБА III; DEVELOPMENT OF ASTRONOMY AMONG SERBS III, бр. 6, 2005.

4. БИЛТЕН РЕФЕРАТА ЗА ИЗБОР У ЗВАЊА, Астрономска опсерваторија, уредник од бр. 3, 1987 до бр. 30, 2002.

5. SERBIAN ASTRONOMICAL JOURNAL, М. С. Димитријевић главни и одговорни уредник, 5. III 1987. бр. 137 - 1. VII 2002 бр. 165, Л. Ч. Поповић уредник од бр. 150, 1994 до бр. 165, 1. VII 2002.

6. PUBLICATIONS DE L' OBSERVATOIRE ASTRONOMIQUE DE BELGRADE, главни и одговорни уредник од 1987. бр. 36 - до 2002. бр. 73, Лука Ч. Поповић уредник од бр. 51, 1998, до бр. 73, 2002.

6.1. Edited by Milan S. Dimitrijević: РАЗВОЈ АСТРОНОМИЈЕ КОД СРБА II; DEVELOPMENT OF ASTRONOMY AMONG SERBS II, бр. 72, 2002.

6.2. Edited by G. Ivanov, M. S. Dimitrijević, P. Jovanović: PROC. 3rd BULGARIAN-SERBIAN ASTRONOMICAL MEETING, May 13-15, 2002, Gjolechitsa, Bulgaria, бр. 73, 2002.

7. ФЛОГИСТОН; часопис за историју науке, Музеј науке и технике, Београд, М. С. Димитријевић члан Научног савета од бр. 1, 1995 до бр. 12, 2002.
8. Библиотека DISSERTATIO, Задужбина "Андрејевић", Београд. М. С. Димитријевић председник Редакцијског одбора библиотеке DISSERTATIO и члан Научног савета задужбине "Андрејевић". Задужбинари З. Цветковић, М. Дачић, Н. Миловановић. З. Симић
9. СВЕСТ (CONSCIENTIA), Medisnet XXI, Београд, М. С. Димитријевић члан Научног савета од броја 0, 1998.
10. JOURNAL OF RESEARCH IN PHYSICS, Institute of Physics, University of Novi Sad, Нови Сад, М. С. Димитријевић члан International Editorial Board-a од 1998.
11. Библиотека ACADEMIA, Задужбина "Андрејевић", Београд, М. С. Димитријевић члан Научног савета задужбине "Андрејевић". Задужбинари З. Цветковић, М. Дачић, Н. Миловановић. З. Симић
12. Библиотека ПОСЕБНА ИЗДАЊА[4)], Задужбина "Андрејевић", Београд, М. С. Димитријевић члан Научног савета задужбине "Андрејевић". Задужбинари З. Цветковић, М. Дачић, Н. Миловановић. З. Симић
13. БИЛТЕН, ротари клуб "Београд Стари – Град", подпредседник, 1. VII 1999 - 1. VII 2000, изабрани председник, 1. VII 2000 - 1. VII 2001, председник, 1. VII 2001 - 1. VII 2002, past председник, 1. VII 2002 - 1. VII 2003, од 1. VII 2002. члан Савета председника.
14. Editor M. S. Dimitrijević: 4th SERBIAN – BULGARIAN ASTRONOMICAL CONFERENCE (IV SBGAC), 21-24 APRIL 2004, BELGRADE, PROGRAM AND ABSTRACTS, Belgrade Astronomical Observatory, Astronomical Society "Rudjer Bošković", "INKA", Tikveška16, Belgrade 2004.
15. Editors M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović: 5th SERBIAN CONFERENCE ON SPECTRAL LINE SHAPES IN ASTROPHYSICS, VRŠAC 06-10 JUNE 2005, PROGRAM AND ABSTRACTS, Prirodnjačko društvo »Gea«, Vršac 2005
16. Editors L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: PROCEEDINGS OF THE 5th SERBIAN CONFERENCE ON SPECTRAL LINE SHAPES IN ASTROPHYSICS, VRŠAC 06-10 JUNE 2005 Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplementi **7**, 2005.
17. European Journal for Science and Theology, M. С. Димитријевић члан Editorial Board-a од вол. **1**, бр. 4, 2005.

7. НАГРАДЕ И ПРИЗНАЊА

Милан С. Димитријевић

Награда Астрономске опсерваторије за научни рад за 2002.

Драгана Танкосић

Награда Астрономске опсерваторије за научни рад младих за 2003.

Ненад Миловановић

Награда Астрономске опсерваторије за научни рад младих за 2004.

Еди Бон

Награда Астрономске опсерваторије за научни рад младих за 2005.

8. МЕНТОРСКА АКТИВНОСТ

Милан С. Димитријевић

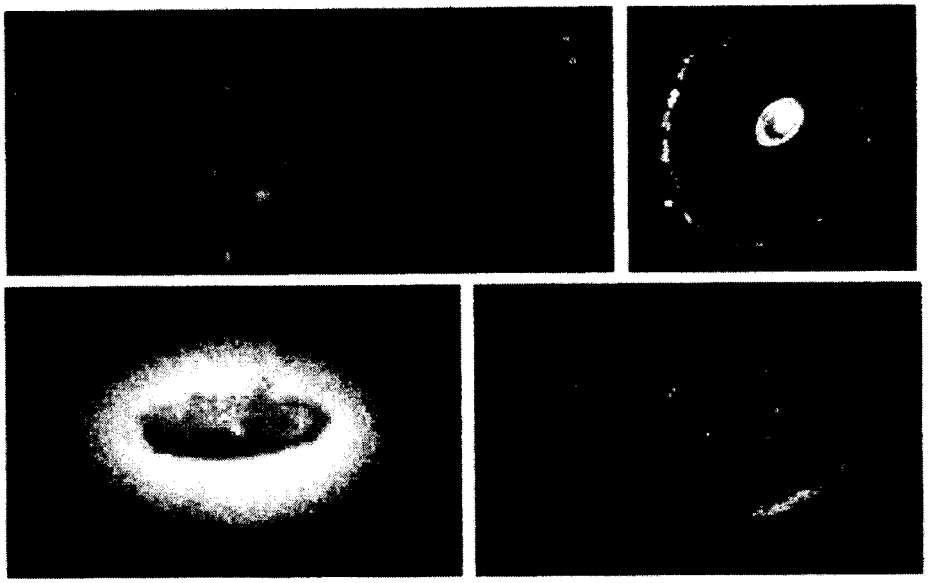
1. Зоран Симић: 2004, УТИЦАЈ СУДАРА СА НАЕЛЕКТРИСАНИМ ЧЕСТИМА НА СПЕКТРАЛНЕ ЛИНИЈЕ Cd I И F III У ЗВЕЗДАНОЈ ПЛАЗМИ, магистарска теза, Математички факултет, Универзитет у Београду.

Лука Ч. Поповић

1. Наташа Станић: 2002, ПРОМЕНЕ ОБЛИКА ПРОФИЛА СПЕКТРАЛНЕ ЛИНИЈЕ HB И СТРУКТУРА ЕМИСИОНИХ ОБЛАСТИ ГАЛАК-СИЈЕ Akn 120, Магистарска теза, Математички факултет, Универзитет у Београду.
2. G. La Mura: 2005, BALMER LINES INTENSITIES AS AN INDICATOR OF PHYSICAL PROCESSES IN THE BLR, Diploma thesis Universita degli Studii di Padova, Facolta di Scienze, Padova (тема са пројектиних задатака, ко-ментор тезе Л.Ч. Поповић)
3. Драгана Илић: 2005, КИНЕМАТИКА ЕМИСИОНИХ ОБЛАСТИ КОД АКТИВНЕ ГАЛАКСИЈЕ Mrk 817, Магистарска теза, Математички факултет, Универзитет у Београду.
4. Предраг Јовановић: 2005, УТИЦАЈ ГРАВИТАЦИОНИХ МИКРОСОЧИВА НА РЕНДГЕНСКО ЗРАЧЕЊЕ АКРЕЦИОНОГ ДИСКА КОД АКТИВНИХ ГАЛАКСИЈА, Докторска дисертација, Математички факултет, Универзитет у Београду.



УНИВЕРЗИТЕТСКО АСТРОНОМСКО ДРУШТВО
БАЊАЛУКА
UNIVERSITY ASTRONOMICAL ASSOSIATION
BANJALUKA



К О С М О Л О Г И Ј А

САВРЕМЕНИ ПОГЛЕДИ И САЗНАЊА О ВАСИОНИ

Предавачи: **Др Милан Димитријевић,**
Др Лука Поповић
Астрономска опсерваторија Београд

Уторак, 12. марта 2002. г. у 19 часова,
сала Природно-математичког факултета,
Ул. М. Стојановића бр. 2

9. ПРЕДАВАЊА НА ВИСОКОШКОЛСКИМ УСТАНОВАМА

Милан С. Димитријевић

1. АСТРОНОМСКА СПЕКТРОСКОПИЈА, Математички факултет, Катедра за астрономију и астрофизику, последипломске студије, друга година. (од 1988. године).
2. УТИЦАЈ СУДАРА СА НАЕЛЕКТРИСАНИМ И НЕУТРАЛНИМ ЧЕСТИЦАМА НА ЗВЕЗДАНЕ СПЕКТРЕ, Математички факултет, Катедра за астрономију и астрофизику, последипломске студије, друга година (од 2000. године).

Лука Ч. Поповић

1. ИЗАБРАНА ПОГЛАВЉА ВАНГАЛАКТИЧКЕ АСТРОНОМИЈЕ, Математички факултет, Катедра за астрономију и астрофизику, последипломске студије, друга година. (од 2000. године).

Миодраг Д. Дачић

1. ГЕОДЕТСКА АСТРОНОМИЈА, Војно-техничка академија у Београду (предавања и вежбе у летњем семестру 2002/03).
2. ГЕОДЕТСКА АСТРОНОМИЈА, Грађевински факултет, Геодетски одсек, Универзитет у Подгорици (предавања и вежбе у зимском семестру 2004/05 и 2005/06).

10. МЕЂУНАРОДНА САРАДЊА

БУГАРСКА

1. Пројекат «DEVELOPMENT AND APPLICATION OF ASTRONOMICAL DATABASES» потписан за период 1.01.2004 -31.12.2006.

Координатори пројекта:
Милчо Цветков, Институт за космичка истраживања, Софија, Бугарсака
Милан С. Димитријевић, Астрономска опсерваторија, Београд

Учесници из Бугарске: **Милчо Цветков, Димитар Јорданов, Катја Цветкова, Константин Ставрев, Ана Борисова, Васил Попов, Христо Лукарски, Светлин Фотев, Румен Богдановски, Дамјан Калагларски, Димитар Лукарски.**

Учесници из Србије: **Милан С. Димитријевић, Лука Ч. Поповић, Војислава Протић-Бенишек, Миодраг Дачић, Зорица Цветковић, Еди**



ΤΟΜΕΑΣ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗΣ, ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
Πανεπιστημιόπολη, 157 84 ΖΩΓΡΑΦΟΣ
Τηλ. 210- 727 6790, 727 6715, 727 6917
Telefax: 210-727 6725

Πανεπιστημιόπολη, 8 Μαίου 2003

ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ

ΔΙΑΛΕΞΗΣ

Ο Dr. Milan D. Dimitrizevic Διευθυντής του Αστεροσκοπείου Βελιγραδίου

Θα δώσει διάλεξη

Την Παρασκευή 9 Μαίου και ώρα 12:15 το μεσημέρι στην Αίθουσα Σεμιναρίων του Τομέα Αστροφυσικής-Αστρονομίας-Μηχανικής

με Θέμα:

«Applications of Modified Semiempirical Approach for Stark Broadening in Astrophysics»

Από τον Τομέα

Бон, Зоран Симић, Предраг Јовановић, Ненад Миловановић, Драгана Илић, Владимир Бенишек.

2. **Магдалена Христова**, Катедра за Примењену физику, Технички универзитет, Софија. Сарадња са М. С. Димитријевићем који јој је ко-ментор докторске дисертације. У сарадњу укључен и **Андреј Николов.**

ГРЧКА

1. Пројекат "ASTRONOMY: HISTORY AND PILOSOPHY", потписан за период 2004 – 2008.

Координатори пројекта:
Efstratios Theodossiou, Department of Astronomy, Astrophysics and Mechanics, School of Physics, University of Arthens, Грчка
Милан С. Димитријевић, Астрономска опсерваторија, Београд

Учесници из Грчке: **Efstratios Theodossiou, Emmanuel Danezis, Evangelia Lyratzi, Vassilios Manimanis, Theophanis Grammenos, Maria Stathopoulou.**

Учесници из Србије: **Милан С. Димитријевић, Лука Ч. Поповић, Миодраг Дачић, Зорица Цветковић, Еди Бон, Зоран Симић, Предраг Јовановић, Ненад Миловановић, Драгана Илић.**

2. Пројекат «THE SPECTROSCOPY OF ACTIVE GALACTIC NUCLEI AND HOT EMISSION STAR», потписан за период 2004 – 2008.

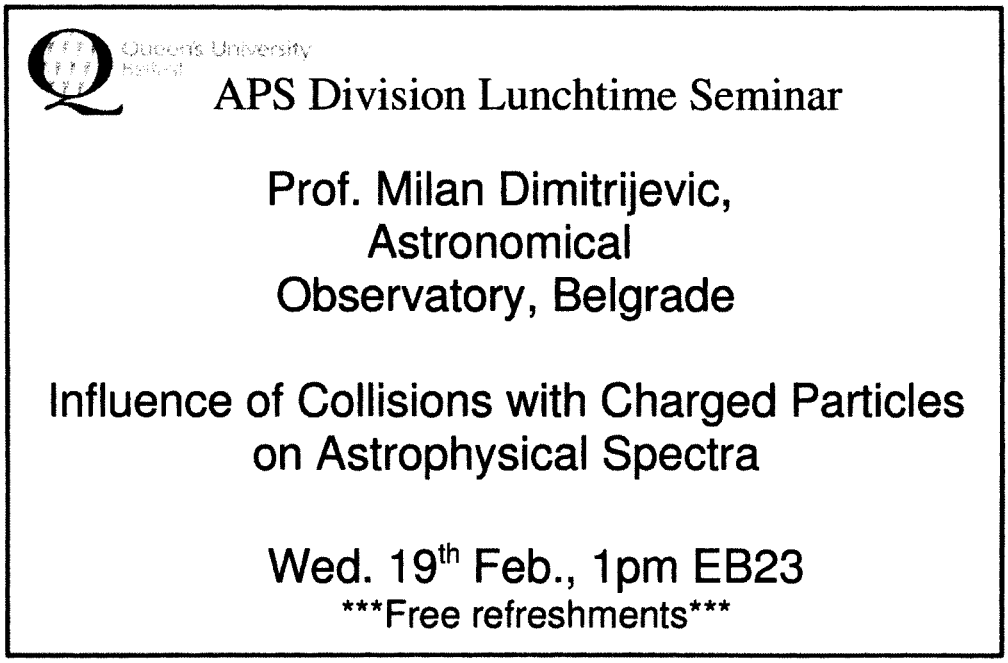
Координатори пројекта:
Emmanuel Danezis, Department of Astronomy, Astrophysics and Mechanics, School of Physics, University of Arthens, Грчка
Лука Ч. Поповић, Астрономска опсерваторија, Београд

Учесници из Грчке: **Efstratios Theodossiou, Emmanuel Danezis, Evangelia Lyratzi, Antonis Antoniou, Antonis Soulikias, Dimitris Nikolaides, Maria Stathopoulou.**

Учесници из Србије: **Лука Ч. Поповић, Милан С. Димитријевић, Миодраг Дачић, Еди Бон, Зоран Симић, Предраг Јовановић, Ненад Миловановић, Драгана Илић.**

ЕНГЛЕСКА

Armagh Observatory, Armagh, Северна Ирска (сарадња са **Д. Јевремовићем)**
Jerry G. Doyle



Предавање одржано 19. фебруара 2002. у Белфасту.

C. J. Butler

Department of Physics and Astronomy, Queen's University, Belfast, Северна Ирска (сарадња са **Д. Јевремовићем)**
Dave J. Christian
Mihalis Mathioudakis

МАЂАРСКА

Research Institute for Solid State Physics and Optics, Будимпешта (сарадња са **М. С. Димитријевићем)**
Laszlo Csillag

НЕМАЧКА

Астрофизички институт у Потсдаму (сарадња са **Л. Ч. Поповићем**)
Gothard Richter, Lutz Wisotzki, Martin M. Roth, Petra Böm, Michael I. Andersen
Lise Christensen

Опсерваторија у Хамбургу – Hamburger Sternwarte (сарадња са **Д. Јевремовићем, М. С. Димитријевићем)**
Peter Hauschildt

Institut für Planetologie and ESA Space Department, Münster (сарадња са **Д. Танкосић**)
I. Mann

РУСИЈА

1. Пројекат " ФОРМИРАЊЕ И РАЗВОЈ БАЗА ПОДАТАКА", потписан за период 2004 – 2006; 2006 - 2008.

Координатори пројекта:
Олга Б. Длужњевска, Институт за теоријску астрономију Руске академије наука, Москва
Лука Ч. Поповић, Астрономска опсерваторија, Београд

2. Пројекат "INVESTIGATION OF COLLISIONAL PROCESSES IN ATMOSPHERES OF HOT STAR", потписан за период 2004 – 2006.

Координатори пројекта:
Тања Рјабчикова, Институт теоријске астрономије Руске академије наука, Москва
Лука Ч. Поповић, Астрономска опсерваторија, Београд

Главна астрономска опсерваторија Руске академије наука «Г. Штернберг», Москва (сарадња са **Л. Ч. Поповићем)**
И. Чилингарјан

Институт теоријске и експерименталне физике, Москва (сарања са **Л. Ч. Поповићем**)
Александр Ф. Захаров

САД

Astronomy and Astrophysics Department, Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania (сарадња са **Л. Ч. Поповићем**)
George Chartas

NASA Marshal Space Flight Center, Huntsville, Alabama (сарадња са **Д. Танкосић**)
Mian M. Abbas, Paul D. Craven, James F. Spann, W. K. Witherow, E. A. West, D. L. Gallagher, M. L. Adrian, G. J. Fishman, Richard B. Hoover, Maurice A. Jarzembski

University of Alabama, Huntsville, Alabama (сарадња са **Д. Танкосић**)
R. P. Camata, P. A. Gerakines, J. D. Fix

Department of Physics, University of Alabama, Birmingham, Alabama (сарадња са **Д. Танкосић**)
A. LeClair

University of California, San Diego, California (сарадња са **Д. Танкосић**)
D. A. Mendis, M. Rosenberg

University of Colorado, Boulder, Colorado (сарадња са **Д. Танкосић**)
M. Horayami

Department of Earth and Planetary Sciences, University of Tennessee, Knoxville, Tennessee (сарадња са **Д. Танкосић**)
Lawrence A. Taylor

NASA Goddard Space Flight Cener, Greenbelt, Maryland (сарадња са **Д. Танкосић**)
J. A. Nuth

Plasma Science Laboratory, Department of Physics, Auburn University, Auburn, Alabama (сарадња са **Д. Танкосић**)
Edward Thomas

University of Oklahoma, Norman, Oklahoma (сарадња са **Д. Јевремовићем)**
Edward Baron

ТУНИС

Универзитет у Бизерти (сарадња са **М. С. Димитријевићем**):
Nebil ben Nessib, Haykel Elabidi, Walid Foued Mahmoudi, Besma Zmerli, Rafik Hamdi

УКРАЈИНА

Тавријски национални универзитет, Симферопољ (сарадња са **М. С. Димитријевићем** и **Л. Ч. Поповићем)**
Денис Шуљак, Сергеј Кан, Вадим Цимбал

ФРАНЦУСКА

Медонска опсерваторија, Медон, Париз (сарадња са **М. С. Димитријевићем**):
Sylvie Sahal-Bréchot

Опсерваторија у Лиону (сарадња са **Л. Ч. Поповићем)**
Philip Prugniel

Centre de Recherche Astronomique de Lyon, Ecole Normale Superieur, Lyon (сарадња са **Д. Јевремовићем** и **М. С. Димитријевићем**):
France Allard

ХОЛАНДИЈА

Kapteyn Astronomical Institute, Groningen (сарадња са **Д. Танкосић**)
A. G. G. M. Tielens

ШПАНИЈА

Istituto de Astrofisica de Canarias, La Laguna, Tenerife (сарадња са **Л. Ч. Поповићем**)
Evencio Mediavilla, Jose A. Muñoz, Cristina Abajas, Alexander Oscoz

ACTIVITIES OF PARTICIPANTS OF THE PROJECT 1195 "INFLENCE OF COLLISIONAL PROCESSES ON THE ASTROPHYSICAL PLASMA SPECTRA" WITHIN THE PERIOD FROM 2002 UP TO 2005

The brief review of activities on the project 1195 "Influence of collisional processes on the astrophysical plasma spectra", supported by the Ministry of Science and Environment protection from 1st January 2002 up to 31st December 2005 is given. Besides the bibliography of scientific results, other activities of the project participants, such as text-books, activities in literature, editing, organization of scientific conferences, pedagogical work etc. are presented.

Зборник радова конференције "Развој астрономије код Срба V"
Београд, 18-22. април 2008,
уредник М. С. Димитријевић
Публ. Астр. друш. "Руђер Бошковић" бр. 8, 2009, 105-150

АКТИВНОСТИ САРАДНИКА ПРОЈЕКТА 146001 "УТИЦАЈ СУДАРНИХ ПРОЦЕСА НА СПЕКТРЕ АСТРОФИЗИЧКЕ ПЛАЗМЕ" - 2006-2007

МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ

Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11060 Београд
e-mail: mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu

Резиме. Приказане су активности сарадника на пројекту 146001 «Утицај сударних процеса на спектре астрофизичке плазме», који финансира Министарство за науку и технолошки развој, у периоду од 1. јануара 2006. до 31. децембра 2007. године. Осим библиографије научних резултата, наведени су и други подаци о различитим активностима сарадника на пројекту.

У оквиру пројекта «Утицај сударних процеса на спектре астрофизичке плазме», истраживала се плазма у астрофизици, лабораторији и технологији. Посебна пажња посвећена је истраживању профила спектралних линија проширених сударима са наелектрисаним честима (Штарков ефекат), од значаја за дијагностику и моделирање звездане плазме, плазме у лабораторији и технолошке плазме. Коришћени су, испитивани и развијани семикласични пертурбациони и модификовани семиемпиријски формализми и примењивани за добијање параметара Штарковог ширења, а добијени резултати су послужили за истраживање његовог утицаја у звезданим атмосферама.

Сарадници пројекта објавили су 12 радова у водећим међународним часописима и то у (број радова дат у загради): Astronomy and Astrophysics (3), Astrophysical Journal (3), Astrophysical Journal Supplement Series (1), Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (2), Spectrochimica Acta B (1), Astronomical Journal (1) и Publications of the Astronomical Society of Pacific (1).

У међународним часописима New Astronomy (3), Physica Scripta (1), Publications of the Astronomical Society of Japan (2), New Astronomy Review (1), Earth, Moon, and Planets (1) и Planetary and Space Science (1) публиковано је 9 радова а у међународним часописима који нису на SCI листи и књигама међународних издавача објављено је 30 радова.

Остали резултати су: Предавања по позиву на међународним конференцијама штампана у целини у књигама међународних издавача (9) и осталим зборницима (7), научни радови у националним часописима и књигама (6), научни радови у зборницима међународних конференција штампани у целини (17), радови на националним конференцијама штампани у целини (9), предавања на међународним конференцијама штампана у изводу (5), саопштења на међународним конференцијама објављена у изводу (31), предавања на националним конференцијама штампана у изводу (2) и саопштења на националним конференцијама штампана у изводу (13).

Укупно, сарадници пројекта објавили су 150 библиографских јединица од којих су 117 везане за пројекат а 33 нису.

Сарадници пројекта су такође организовали четири конференције и једну летњу школу, дајући и на тај начин допринос развоју научне сарадње. То су:

1. «РАЗВОЈ АСТРОНОМИЈЕ КОД СРБА IV», Београд, 22 – 26. април 2006, М. С. Димитријевић, председник Научног комитета, чланови М. Дачић, Локални организациони комитет, чланови М. Дачић, М. С. Димитријевић.
2. 5th BULGARIAN-SERBIAN CONFERENCE ON ASTRONOMY AND SPACE SCIENCE, Софија, 9 – 12. мај, 2006, М. С. Димитријевић ко-председник Научног комитета.
3. VI SERBIAN – BELARUSSIAN SYMPOSIUM ON PHYSICS AND DIAGNOSTICS OF LABORATORY AND ASTROPHYSICAL PLASMAS (PDP-VI'2006), Београд, 22 – 25. август 2006, М. С. Димитријевић ко-председник Научног комитета, Локални организациони комитет, чланови Н. Миловановић, М. Дачић.
4. 6th SERBIAN CONFERENCE ON SPECTRAL LINE SHAPES IN ASTROPHYSICS, Сремски Карловци, 11 – 15. јун 2007, М. С. Димитријевић ко-председник Научног комитета, члан Д. Јевремовић, Локални организациони комитет, секретар Н. Миловановић, чланови М. Дачић, М. С. Димитријевић, А. Ковачевић, З. Симић.
5. THE FIRST SUMMER SCHOOL IN ASTRONOMY AND GEOPHYSICS, Београд, 6 - 10. август 2007, М. С. Димитријевић ко-председник Научног комитета, секретар А. Ковачевић.

Током 2006. године, на пројекту је било ангажовано шест а у 2007. седам истраживача, шест са Астрономске опсерваторије и Анђелка Ковачевић са Математичког факултета. Пројектом је у разматраном периоду руководио М. С. Димитријевић, а списак сарадника је:

1. ***Миодраг Дачић***, (рођ. 1946) 2006. и 2007. са укупно 20 им
2. ***Милан С. Димитријевић***, (рођ. 1947) 2006. и 2007. са укупно 24 им
3. ***Дарко Јевремовић***, (рођ. 1968) 2006. и 2007. са укупно 18 им
4. ***Анђелка Ковачевић***, (рођ. 1972, МФ) 2007. са укупно 8 им
5. ***Ненад Миловановић***, (рођ. 1979) 2006. и 2007. са укупно 24 им

6. ***Зоран Симић***, (рођ. 1967) 2006. и 2007. са укупно 24 им
7. ***Драгана Танкосић***, (рођ. 1968) 2006. и 2007. са укупно 15 им



Слика 1: Милан С. Димитријевић.



Слика 2: Миодраг Дачић.

За две године, седам учесника су остварила 133 истраживачка месеца, тј. 11.1 годину. Просечно годиште истраживача било је 1963,9 или око 44 године.

Пројекат је Министарство за науку Србије прихватило на конкурсу расписаном 2005. године, а финансијска средства која је доделило за рад на пројекту показана су ниже.

2007.	
• 1. Средства за рад истраживача	5 426 944 дин
• 2. Средства за режијске трошкове	1 780 741 дин
• 3. Средства за директне мат. трошкове	872 764 дин
Укупно	8 989 449 дин
2006.	
• 1. Средства за рад истраживача	3 965 673 дин
• 2. Средства за режијске трошкове	1 801 954 дин
• 3. Средства за директне мат. трошкове	885 982 дин
Укупно	6 653 608 дин
Укупно 2006 - 2007.	**14 734 057 дин**
(~185 000 ЕУР – 1 ЕУР = 80 дин)	



Слика 3: Анђелка Ковачевић.



Слика 4: Ненад Миловановић.



Слика 5: Дарко Јевремовић.



Слика 6: Драгана Танкосић.

Средствима за режијске трошкове располагао је директор Астрономске опсерваторије и коришћена су за администрацију и опште трошкове институције. Директни материјални трошкови пројекта су утрошени за службена путовања, међународну сарадњу и куповину репроматеријала и ситне опреме.

Нагласио бих да бројни резултати овог пројекта доприносе присутности Србије у врхунским међународним часописима и њеном учествовању у заједничком напору читавог човечанства да се стално развијају фундаменталне науке као основа за даљи напредак.

У 2006-2007, истраживања утицаја сударних процеса на спектре астрофизичке плазме одвијала су се у више праваца. Истраживан је утицај Штарковог ширења на спектре хемијски необичних звезда А типа, белих патуљака и црвених М патуљака. Поред тога одређени су и параметри Штарковог ширења за низ астрофизички интересантних спектралних линија, за које они до сада нису били познати. Циљ нам је да омогућимо да се теоријски и лабораторијски подаци о Штарковом ширењу проверавају и помоћу посматрања звезданих спектара. То смо по први пут приказали у раду



Слика 7: Зоран Симић.

Dimitrijević et al. Astron. Astrophys. **469**, 681, 2007, где смо на основу посматраних линија јонизованог хрома у звезданом спектру анализирали поузданост теоријских и експерименталних резултата за Штарково ширење. Такође смо, синтетизујући спектре водоникових линија код црвених М патуљака, помоћу тренутно најмодернијег кода PHOENIX, показали како посматрањем Штарковог ширења водоникових линија у звезданим спектрима може да се тестира теорија утицаја појединих сударних процеса на моделирање звезданих спектара (Mihajlov et al. Astron. Astrophys. **471**, 671, 2007). Такође смо истраживали утицај фотодисоцијативних и радијативних сударних процеса, који до сада нису узимани у обзир, на непрозрачност Сунчеве атмосфере (Mihajlov et al. Astron. Astrophys. **469**, 749, 2007), развили нову методу за одређивање температуре гаса на основу ван дер Валсовог ширења

спектралних линија (Yubero et al., Spectrochemica Acta B, 62, 169, 2007) и заједничком употребом неколико компјутерских кодова показали на примеру Ne V како се могу ab initio одредити параметри Штарковог ширења (Hamdi et al., Astrophys. J. Suppl., **170**, 243, 2007). Ово су само најзначајнији резултати а остало се може видети из библиографије објављених радова на пројекту.

Такође је М. С. Димитријевић је био ко-ментор Магдалени Христовој која је у Софији 18. Децембра 2007 одбранила докторску дисертацију.

У оквиру пројекта, рађено је и на развоју и потхрањивању базе података БЕЛДАТА на Астрономској опсерваторији и мирор сајта у оквиру базе података МОЛАТ на Парискоj опсерваторији.

БИБЛИОГРАФИЈА НАУЧНИХ РАДОВА САРАДНИКА ПРОЈЕКТА 146001 У ПЕРИОДУ 2006-2007

НАУЧНИ РАДОВИ У ВРХУНСКИМ МЕЂУНАРОДНИМ ЧАСОПИСИМА

1. M. M. Abbas, D. Tankosić, P. D. Craven, J. F. Spann, A. Leclair, E. A. West, J. C. Weingartner, A. G. G. M. Tielens, J. A. Nuth, R. P. Camata, P. A. Gerakines: PHOTOELECTRIC EMISSION MEASUREMENTS ON THE ANALOGS OF INDIVIDUAL COSMIC DUST GRAINS, Astrophysical Journal **645** (2006), 324-336.
2. A. Nava, D. Casebeer, R. B. C. Henry, D. Jevremović: ON THE DETERMINATION OF N AND O ABUNDANCES IN LOW-METALLICITY SYSTEMS, Astrophysical Journal, **645 (**2) (2006), 1076-1091.
3. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, J. Kovačević, M. Dačić, D. Ilić: 2007, THE FLUX RATIO OF THE [OIII] λλ 4959,5007 LINES IN AGN: COMPARISON WITH THEORETICAL CALCULATIONS, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, **374,** 1181-1184.
4. C. Yubero, M. S. Dimitrijević, M. C. Garcia, M. D. Calzada: 2007,USING THE VAN DER WAALS BROADENING OF THE SPECTRAL ATOMIC LINES TO MEASURE THE GAS TEMPERATURE OF AN ARGON MICROWA-VE PLASMA AT ATMOSPHERIC PRESSURE, Spectrochimica Acta B **62**, 169-176.
5. R. Hamdi, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot: 2007, STARK BROADENING OF THE SPECTRAL LINES OF Ne V, Astrophysical Journal Supplement Series, **170,** 243-250.
6. A. A. Mihajlov, Lj. M. Ignjatović, N. M. Sakan, M. S. Dimitrijević: 2007, THE INFLUENCE OF H_2^+ - PHOTO DISSOCIATION AND ($H + H^+$) – RADIATIVE COLLISIONS ON THE SOLAR ATMOSPHERE OPACITY IN UV AND VUV REGIONS, Astronomy and Astrophysics **469**, 749-754.

7. M. S. Dimitrijević, T. Ryabchikova, Z. Simić, L. Č. Popović, M. Dačić: 2007, THE INFLUENCE OF STARK BROADENING ON Cr II SPECTRAL LINE SHAPES IN STELLAR ATMOSPHERES, Astronomy and Astrophysics **469**, 681-686.
8. A. A. Mihajlov, D. Jevremović, P. Hauschildt, M. S. Dimitrijević, Lj. M. Ignjatović, F. Alard: 2007, INFLUENCE OF CHEMI-IONIZATION AND CHEMI-RECOMBINATION PROCESSES ON HYDROGEN LINE SHAPES IN M DWARFS, Astronomy and Astrophysics **471**, 671-673.

Mon. Not. R. Astron. Soc. 374, 1181–1184 (2007) doi:10.1111/j.1365-2966.2006.11238.x

The flux ratio of the [O III] λλ5007, 4959 lines in AGN: comparison with theoretical calculations

M. S. Dimitrijević,[1⋆] L. Č. Popović,[1⋆] J. Kovačević,[1,2⋆] M. Dačić[1⋆] and D. Ilić[2⋆]
[1]*Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade 74, Serbia*
[2]*Department of Astronomy, Faculty of Mathematics, University of Belgrade, Studentski trg 16, 11000 Belgrade, Serbia*

Accepted 2006 October 26. Received 2006 September 29; in original form 2006 July 19

ABSTRACT

By taking into account the relativistic corrections to the magnetic dipole operator, the theoretical [O III] 5006.843/4958.911 line intensity ratio of 2.98 is obtained. In order to check this new value using the active galactic nuclei (AGN) spectra, we present the measurements of the flux ratio of the [O III] λλ4959, 5007 emission lines for a sample of 62 AGN, obtained from the Sloan Digital Sky Survey (SDSS) data base and the published observations. We select only the high signal-to-noise ratio spectra for which the line shapes of the [O III] λλ4959,5007 lines are the same. We obtained an averaged flux ratio of 2.993 ± 0.014, which is in a good agreement with the theoretical one.

Key words: galaxies: active – quasars: emission lines – quasars: general.

1 INTRODUCTION

The forbidden [O III] λ4958.911 Å ($2s^2 2p^2\ ^1D_2 - 2s^2 2p^2\ ^3P_1$) and λ5006.843 Å ($2s^2 2p^2\ ^1D_2 - 2s^2 2p^2\ ^3P_2$) spectral lines are among the most prominent emission lines, not only in the spectra of photoionized nebulae, but also in the spectra of photoionized gas around active galactic nuclei (AGN) due to the relatively high abundance of doubly charged oxygen ions. These lines are typical for AGN and originate from the ionized narrow-line region (NLR) gas surrounding the accreting super massive black hole in the centre (see Osterbrock 1989). It should be emphasized that since they are located in the centre of the visible band they are very often observed in the spectra of H II regions, photoionized nebulae and AGN. Because of observational and physical circumstances this pair of lines are suitable to: (i) test observationally the accuracy of theoretical calculations from atomic theory; (ii) check the linearity of the detectors in use and (iii) eventually test the assumptions on the target physics under extreme circumstances (optical thickness effects).

These two spectral lines are the result of magnetic dipole transitions with a small contribution of electric quadrupole radiation. The elaborate theoretical work of Galavís, Mendoza & Zeippen (1997) provided the [O III] 5006.843/4958.911 intensity ratio of 2.89. Storey & Zeippen (2000) checked this result by using photoionized gaseous nebulae spectra, where these lines can be observed with a very high signal-to-noise ratio (S/N). They found a small, but well-established, difference of 4–9 per cent between observations and theory. Namely Rosa (1985) deduced an intensity ratio of 3.03 ± 0.03, while the measurements of Iye, Ulrich & Peimbert (1987) provided a value of 3.17 ± 0.04, and that of Leisy & Dennefeld (1996) the value of 3.00 ± 0.08.

In order to improve the agreement between observations and theory, Storey & Zeippen (2000) took into account the relativistic corrections to the magnetic dipole operator, demonstrating that they affect the transition probabilities for the [O III] λ5006.843 and λ4958.911 Å lines. They obtained a ratio of the value of 3.01, implying a line intensity ratio of 2.98, which is only two per cent or less different from the values of Rosa (1985) and Leisy & Dennefeld (1996) obtained from gaseous nebulae spectra, and 6 per cent different from the value Iye et al. (1987) obtained from the central region of starburst galaxy Tololo 1924-416 (H II regions). Iye et al. (1987) found a spatial variation of the forbidden line parameters, where the ratio is found to vary from 2.63 ± 0.15 to 3.33 ± 0.07 along the slit (see their table 3 and fig. 10) with a mean value of 3.17 ± 0.04, which significantly deviates from theoretical ratios (Storey & Zeippen 2000). The authors mentioned that such results might be caused by the detector's non-linearity.

Storey & Zeippen (2000) also underlined the necessity to additionally check their theoretical improvement of the line intensity ratio by the corresponding observation in photoionized gaseous nebulae spectra. However, due to instrumentational improvements the accuracy and the resolution of observed spectra have increased to the point where we can now use the AGN spectra for such purposes.

The [O III] λλ4959,5007 lines originate in the NLR of an AGN, the region with conditions which differ from those in photoionized gaseous nebulae are the following: (i) the emission comes from a spatially very extended region, so that one can expect quite different physical and kinematical conditions in different parts of a NLR,[1]

⋆E-mail: mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu (MSD); lpopovic@aob.bg.ac.yu (LČP); jkovacevic@aob.bg.ac.yu (JK); mdacic@aob.bg.ac.yu (MD); dilic@matf.bg.ac.yu (DI)

[1] Note here that the [O III] lines observed in AGN very often show a blue asymmetry and substructure in shapes (see e.g. Leipski & Bennert 2006).

© 2006 The Authors. Journal compilation © 2006 RAS

9. A. Dotter, B. Chaboyer, D. Jevremović, E. Baron, J. W. Ferguson, A. Sarajedini, J. Anderson: 2007, THE ACS SURVEY OF GALACTIC GLOBULAR CLUSTERS. II. STELLAR EVOLUTION TRACKS, ISOCHRONES, LUMINOSITY FUNCTIONS, AND SYNTHETIC HORIZONTAL-BRANCH MODELS, Astronomical Journal **134**, 376-390.
10. A. Dotter, B. Chaboyer, J. W. Ferguson, H. Lee, G. Worthey, D. Jevremović, E. Baron: 2007, STELLAR POPULATION MODELS AND INDIVIDUAL ELEMENT ABUNDANCES. I. SENSITIVITYOF STELLAR EVOLUTION MODELS, Astrophysical Journal **666**, 403-412.
11. A. Kovačević: 2007, GRAVITATIONAL EFFECTS OF MINOR PLANETS AND THEIR MASS DETERMINATION, Publications of the Astronomical Society of Pacific **119**, 134.
12. A. A. Smirnova, N. Gavrilović, A. V. Moiseev, L. Č. Popović, V. L. Afanasiev, P. Jovanović, M. Dačić: 2007, THE GAS KINEMATICS IN THE MRK 533 NUCLEUS AND CIRCUMNUCLEAR REGION: A GASEOUS OUTFLOW, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, **377** (2), 480-490.

НАУЧНИ РАДОВИ У МЕЂУНАРОДНИМ ЧАСОПИСИМА

1. H. Elabidi, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević: ELECTRON IMPACT BROADENING OF MULTICHARGED ION LINES OF ASTROPHYSICAL INTEREST: Ne VII, Ne VIII, AND Si XI, New Astronomy **12** (2006), 64-70.
2. Z. Simić,. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, M. D. Dačić: STARK BROADENING PARAMETERS FOR Cu III, Zn III AND Se III LINES IN LABORATORY AND STELLAR PLASMA, New Astronomy **12** (2006), 187-191.
3. M. S. Dimitrijević, M. Christova, S. Sahal-Bréchot: 2007, STARK BROADENING OF VISIBLE Ar I SPECTRAL LINES, Physica Scripta, **75,** 809-819.
4. A. Kovačević, M. Kuzmanoski: 2006, A NEW DETERMINATION OF THE MASS OF (1) CERES, Earth, Moon, and Planets, **100** (1-2), 117-123.
5. E. Lyratzi, E. Danezis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, D. Nikolaidis, A. Antoniou: 2007, THE COMPLEX STRUCTURE OF THE Mg II lambda 2795.523, 2802.698 A REGIONS OF 64 Be STARS, Publications of the Astronomical Society of Japan, **59**, 357-371.
6. E. Danezis, D. Nikolaidis, E. Lyratzi, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, A. Antoniou, E. Theodossiou: A NEW MODEL FOR THE STRUCTURE OF THE DACs AND SACs REGIONS IN THE Oe AND Be STELLAR ATMOSPHERES, Publications of the Astronomical Society of Japan **59**, (2007), 827-834.
7. A. N. Klyucharev, N. N. Bezuglov, A. A. Matveev, A. A. Mihajlov, Lj. M. Ignjatović, M. S. Dimitrijević: RATE COEFFICIENTS FOR THE CHEMI-IONIZATION PROCESSES IN SODIUM- AND OTHER ALKALI-METAL GEOCOSMICAL PLASMAS, New Astronomy Review, 51 (2007), 547-562.

A&A 469, 681–686 (2007)
DOI: 10.1051/0004-6361:20077054
© ESO 2007

Astronomy & Astrophysics

The influence of Stark broadening on Cr II spectral line shapes in stellar atmospheres

M. S. Dimitrijević[1,2], T. Ryabchikova[3,4], Z. Simić[1,2], L. Č. Popović[1,2], and M. Dačić[1,2]

[1] Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade 74, Serbia
c-mail: mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu
[2] Isaac Newton Institute of Chile, Yugoslavia Branch
[3] Institute of Astronomy, Russian Academy of Science, Pyatnitskaya 48, 119017 Moscow, Russia
[4] Institute for Astronomy, University of Vienna, Türkenschanzstrasse 17, 1180 Vienna, Austria

Received 4 January 2007 / Accepted 12 March 2007

ABSTRACT

Aims. We consider the effect of Stark broadening on the shapes of Cr II spectral lines observed in stellar atmospheres of the middle part of the main sequence.
Methods. Stark broadening parameters were calculated by the semiclassical perturbation approach. For stellar spectra synthesis, the improved version SYNTH3 of the code SYNTH for synthetic spectrum calculations was used.
Results. Stark broadening parameters for Cr II spectral lines of seven multiplets belonging to 4s – 4p transitions were calculated. New calculated Stark parameters were applied to the analysis of Cr II line profiles observed in the spectrum of Cr-rich star HD 133792.
Conclusions. We found that Stark broadening mechanism is very important and should be taken into account, especially in the study of Cr abundance stratification.

Key words. stars: chemically peculiar – line: profiles – atomic processes

1. Introduction

Chromium is one of the most peculiar elements in the atmospheres of magnetic, chemically peculiar stars, where a large number of Cr I and Cr II lines in wide range of excitation energies are identified. Ionized chromium spectral lines are third in number and intensity among metals, before Fe II and Ti II in Ac/Be Herbig Star V 380 Ori, where Shevchenko (1994) found 25 Cr II lines. Ionized chromium lines were found for example in α UMi (Polaris) and HR 7308 by Andrievski et al. (1994) and in the spectrum of XX Oph. Meril (1951) found 58 emission Cr II lines, and Babel & Lanz (1992) investigated the influence of stratification on chromium lines in the Ap 53 Cam star spectrum. Consequently, data on the Stark broadening of Cr II lines are obviously of interest when modelling and analyzing stellar spectra.

Transition probabilities of Cr II lines are known with rather good accuracy due to laboratory measurements (Pinnington et al. 1993; Nilsson et al. 2006) and improved theoretical calculations (Raassen & Uylings 1998)[1], but the Stark damping-constants come mainly from theoretical calculations by Kurucz (1993). There is only one experimental result on the Stark broadening of Cr II spectral lines by Rathore et al. (1984). The Stark width and shift of Cr II 3120.36 Å, 3124.94 Å and 3132.05 Å of the multiplet 5 ($4s\ ^4D - 4p\ ^4F^\circ$) have been measured in a T-tube plasma. The results have been compared with values predicted from established systematic trends and regularities. Using regularities, Lakićević (1983) also made an attempt to determine Stark broadening parameters of the Cr II 2065.65 Å line. Experimental values of the Stark widths turned out to be more than 1 dex higher than the theoretical values by Kurucz. In the recent stratification study of different chemical elements, including Cr in the atmosphere of Ap star HD 133972, Kochukhov et al. (2006) were obliged to change Stark broadening parameters of Cr II 3421.202, 3422.732 Å lines (multiplet 3) using experimental data for multiplet 5 as a template, in order to obtain closer agreement with observations.

In our previous works (Popović et al. 1999, 2001; Dimitrijević et al. 2003, 2005) we have shown that the Stark effect may change the spectral line equivalent widths by 10–45%. Neglecting this mechanism may therefore introduce significant errors into abundance determinations for A-type stars where the Stark broadening is the most important pressure broadening mechanism. Similarly, Lanz et al. (1988) showed that the influence of Stark broadening on the high-excitation Si II multiplets may be critical for the abundance analysis. On the other hand, high-resolution spectra allowed us to study different broadening effects using well-resolved line profiles.

Taking the importance of Stark broadening for different types of spectroscopic studies into account, we calculated Stark widths and shifts for the strongest Cr II multiplets. In Sect. 2 a description of the Stark broadening parameter calculation is given. Section 3 presents the obtained electron-, proton and ionized helium-impact broadening (Stark) parameters and compares them with the existing experimental data (Rathore et al. 1984) and estimates based on regularities and systematic trends from Rathore et al. (1984). In Sect. 4 the obtained Stark broadening data are used for comparison with Cr II lines observed in the spectrum (from the ESO archive) of the Ap star HD 133792

[1] ftp://ftp.wins.uva.nl/pub/orth

Article published by EDP Sciences and available at http://www.aanda.org or http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361:20077054

8. M. M. Abbas, D. Tankosic, P. D. Craven, J. F. Spann, A. Leclair, E. A. West: 2007, LUNAR DUST CHARGING BY PHOTOELECTRIC EMISSION, Planetary and Space Science 55, 953-965.
9. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, Z. Simić, M. Dačić, A. Kovačević, S. Sahal-Bréchot: 2008, STARK BROADENING AND HFS OF Mn II, New Astronomy, **13,** 85-92.

ПЛЕНАРНА ПРЕДАВАЊА НА МЕЂУНАРОДНИМ КОНФЕРЕНЦИЈАМА ШТАМПАНА У ОКВИРУ КЊИГА И ЧАСОПИСА МЕЂУНАРОДНИХ ИЗДАВАЧА

1. E. Danezis, L. Č. Popović, E. Lyratzi, M. S. Dimitrijević: 2006, THE PECULIAR ABSORPTION AND EMISSION PHENOMENA FROM STARS TO QUASARS, in The Physics of Ionized Gases, 23rd Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, Invited Lerctures, Topical Invited Lectures and Progress Reports, eds. Lj. Hadžievski, B. P. Marinković, N. S. Simonović, American Institute of Physics Conference Proceedings **876**, 373-384.
2. A. N. Klyucharev, N. N. Bezuglov, A. A. Matveev, A. A. Mihajlov, Lj. M. Ignjatović, M. S. Dimitrijević: 2007, CHEMI-IONIZATION PROCESSES. ALKALI-METAL GEOCOSMICAL PLASMAS, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 136-141.
3. B. Zmerli, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević: 2007, EXPERIMENTAL AND THEORETICAL DETERMINATION OF TEMPERATURE IN PLASMAS, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 245-251.
4. E. Danezis, A. Antoniou, E. Lyratzi, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, D. Nikolaidis: 2007, THE DACs AND SACs EFFECTS FROM STARS TO QUASARS. SOME FIRST GENERAL NOTICES, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 119-126.
5. M. S. Dimitrijević: 2007, INFLUENCE OF COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES ON SOLAR TYPE STAR SPECTRA; INVESTIGATIONS ON BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY, in Flows, Boundaries, Interactions, eds. C. Dumitrache, V. Mioc, N. A. Popescu, American Institute of Physics Conference Proceedings **934**, 207-213.
6. E. Lyratzi, E. Danezis, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, D. Nikolaidis, A. Antoniou: 2007, THE EVOLUTION OF SOME PHYSICAL PARAMETERS IN THE DACs/SACs REGIONS IN Be STELLAR ATMOSPHERES, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI

SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 176-182.

7. A. A. Mihajlov, D. Jevremović, P. Hauschildt, M. S. Dimitrijević, Lj. M. Ignjatović, F. Allard: 2007, THE INFLUENCE OF CHEMI-IONIZATION AND CHEMI-RECOMBINATION PROCESSES ON H LINES IN M DWARF ATMOSPHERES, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 214-217.
8. E. T. Chatzichristou, E. Danezis, L. Č. Popović, E. Lyratzi, M. S. Dimitrijević: 2007, STUDYING THE COMPLEX ABSORPTION AND EMISSION LINES IN AGN SPECTRA, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 65-69.
9. M. Christova, L. Christov, M. S. Dimitrijević: 2007, ON THE BROADENING OF SPECTRAL LINES IN SURFACE WAVE DISCHARGES, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 229-236.

ПЛЕНАРНА ПРЕДАВАЊА НА МЕЂУНАРОДНИМ КОНФЕРЕНЦИЈАМА ШТАМПАНА У ЦЕЛИНИ

1. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović: 2006, ACTIVITIES AT BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY ON COLLECTING OF DATA AND THEIR ORGANISATION IN A DATABASE, in Virtual Observatory; Plate Content Digitization, Archive Mining, Image Sequence Processing, eds. M. Tsvetkov, V. Golev, F. Murtagh, R. Molina, Heron Press Science Series, Sofia, 115-123.
2. M. S. Dimitrijević: 2007, COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES AND SPECTRAL LINE SHAPES IN ASTROPHYSICAL PLASMAS – RESEARCH ON BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY 2002-2005, VI Serbian – Belarussian Symposium on Physics and Diagnostics of Laboratory and Astrophysical Plasmas, Invited lectures and contributed papers, Belgrade, Serbia, 22-25 August 2006, eds. M. Ćuk, M. S. Dimitrijević, J. Purić, N. Milovanović, Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade, **82**, 61-70.
3. A. A. Mihajlov, Lj. M. Ignjatović, D. Jevremović, M. S. Dimitrijević, A. N. Klyucharev, A. A. Matveev: 2007, THE INFLUENCE OF THE RESONANT NON-ELASTIC ATOM-RYDBERG ATOM COLLISION PROCESSES ON THE CHARACTERISTICS OF WEAKLY IONIZED PLASMA, Физика низкотемпературной плазмы – 2007, Материалы Всероссийской (с международным участием) конференции (24-28 июня 2007 г.), Издательство ПетрГУ, Петрозаводск, Том 1, 9-12.

Available online at www.sciencedirect.com
ScienceDirect
New Astronomy 13 (2008) 85–92
New Astronomy
www.elsevier.com/locate/newast

Stark broadening and hfs of Mn II

Luka Č. Popović [a], Milan S. Dimitrijević [a], Zoran Simić [a,*], Miodrag Dačić [a], Andjelka Kovačević [b], Sylvie Sahal-Bréchot [c]

[a] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade, Serbia*
[b] *Department for Astronomy, Faculty for Mathematics, Studentski Trg 16, 11000 Belgrade, Serbia*
[c] *Laboratoire d'étude du Rayonnement et de la matiére en Astrophysique, UMR CNRS 8112, Observatorie de Paris-Meudon, 92195 Meudon, France*

Received 26 March 2007; received in revised form 30 June 2007; accepted 9 July 2007
Available online 18 July 2007
Communicated by G.F. Gilmore

Abstract

Large differences between previous calculations of the Mn II spectral line Stark widths [Popović, L.Č., Dimitrijević, M.S., 1997a. A&AS 128, 203; Popović, L.Č., Dimitrijević, M.S., 1997b. SAJ 156, 173] and a recent experiment by [Djeniže, S., Bukvić, S., Srećković, A., Nikolić, Z., 2006. NewA 11, 256] are considered. In order to do so, new semiclassical perturbation calculations of the Stark broadening parameters of three spectral lines within Mn II $3d^5 4s\ a^7S–3d^5 4p\ z^7P^o$ and three within Mn II $3d^5 4s\ a^5S–3d^5 4p\ z^5P^o$ multiplets, are performed. The influence of hfs on the Stark broadening parameters determination as a possible reason of disagreement is also discussed, on the example of Mn II 260.6455 nm and 259.4497 nm lines. Namely, measured and calculated values taking into account the hfs effect are compared. We found that this effect cannot explain the large discrepancy between experiment and theory. Other possible reasons for disagreement like the configuration interaction are discussed as well. The new semiclassical perturbation calculations, more sophisticated than previous ones, performed by using the modified semiempirical theory, are in better agreement with experiment, but a large difference up to a factor 2.39 for the width, still exist.
© 2007 Published by Elsevier B.V.

Keywords: Plasma; Line; Profiles

1. Introduction

Ionized manganese lines are of interest for the analysis and modelling of stellar spectra as for example for HgMn stars (see e.g. Wahlgren and Hurbig, 2004; Smith and Dworetsky, 1993). For plasma conditions in such star atmospheres, hydrogen is mainly ionized and Stark broadening is the main pressure broadening mechanism, influencing spectral line shapes. It is shown as well (see e.g. Popović and Dimitrijević, 1996; Popović et al., 2001) that in atmospheres of A stars exist conditions where Stark widths are comparable and even larger than the corresponding thermal Doppler widths. Theoretical data for Stark broadening parameters, spectral line full width at half intensity maximum (FWHM) – W, and shift – d for 16 Mn II multiplets, obtained within the modified semiempirical approach (Dimitrijević and Konjević, 1980; Dimitrijević and Krsljanin, 1986) are given in Popović and Dimitrijević (1997a); Popović and Dimitrijević, 1997b. Stark widths for Mn II $a^5D–z^5P^o$ multiplet, obtained by Dimitrijević (1982) by using the semiclassical theory (Jones et al., 1971; Griem, 1974), the modified semiempirical theory (Dimitrijević and Konjević, 1980) and Griem's semiempirical theory (Griem, 1968) are also given in Popović and Dimitrijević (1997a). Moreover, for Mn II $a^7S– z^7P^o$ multiplet, width and shift, estimated on the basis of Stark broadening parameter dependence on ionized potential from the lower level of the corresponding transition are given in Lakićević (1983).

Recently, Stark broadening widths and shifts for 11 Mn II lines are determined experimentally by Djeniže

* Corresponding author. Tel.: +38 111 3089068; fax: +38 111 2419553.
E-mail address: zsimic@aob.bg.ac.yu (Z. Simić).

1384-1076/$ - see front matter © 2007 Published by Elsevier B.V.
doi:10.1016/j.newast.2007.07.002

4. M. Dačić: 2007, CONTRIBUTION OF BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN ESTABLISHMENT OF MODERN REFERENCE FRAMES, Proceedings of the 5th Bulgarian-Serbian Conference on Astronomy and Space Science, eds. M. K. Tsvetkov, L. G. Filipov, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Heron Press, Sofia, with CD supplemented to Bulgarian Journal of Physics, 34 (2), 131–138.

5. M. S. Dimitrijević: MILUTIN MILANKOVIĆ AND THE ASTRONOMICAL SOLUTION OF THE ICE-AGES PROBLEM, in Historical events and people in aeronomy, geomagnetism and solar-terrestrial Physics, ed. Wilfried Schroeder, Beitraege zur Geschite der Geophysik und Kosmichen Physik, Band VII (2006), Heft 1, AKGGP/SHGCP Science Edition, Bremen, Potsdam 2006, 98-108.
6. E. Danezis, E. Theodossiou, M. S. Dimitrijević, 2006, HEXAMERON OF SAINT BASIL THE GREAT AND COSMOLOGICAL VIEWS OF HIS TIME, Science and Orthodoxy a necessary dialogue, International Congress, Bucharest and Constanza, Romania 22-26 October 2005, eds. Basarab, N., Stavinschi, M., Curtea Veche, Bucharest 2006, 103-109.
7. M. S. Dimitrijević: 2007, INFLUENCE OF COLLISIONAL PROCESSES ON THE ASTROPHYSICAL PLASMA SPECTRA – RESEARCH AT THE BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY, Proceedings of the 5th Bulgarian-Serbian Conference on Astronomy and Space Science, eds. M. K. Tsvetkov, L. G. Filipov, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Heron Press, Sofia, with CD supplemented to Bulgarian Journal of Physics, 34 (2), 49-68.

ПЛЕНАРНА ПРЕДАВАЊА НА МЕЂУНАРОДНИМ КОНФЕРЕНЦИЈАМА ОДРЖАНА У РАЗМАТРАНОМ ПЕРИОДУ, ШТАМПАНА У ИЗВОДУ

1. M. S. Dimitrijević: INFLUENCE OF COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES ON SPECTRAL LINE SHAPES. RESEARCH AT THE BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY, The 5th Bulgarian-Serbian Conference on Astronomy and Space Science, May 9-12, 2006, Sofia, Programme and Abstracts, eds. M. Tsvetkov, L. Filipov, M. Dimitrijević, L. Popović, Heron Press Science Series, 14.
2. M. S. Dimitrijević, M. K. Tsvetkov: BULGARIAN-SERBIAN COOPERATION IN ASTRONOMY: THE DEVELOPMENT OVER THE LAST 10-YEARS, The 5th Bulgarian-Serbian Conference on Astronomy and Space Science, May 9-12, 2006, Sofia, Programme and Abstracts, eds. M. Tsvetkov, L. Filipov, M. Dimitrijević, L. Popović, Heron Press Science Series, 8.
3. M. S. Dimitrijević: COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES AND SPECTRAL LINE SHAPES IN ASTROPHYSICAL PLASMA – RESEARCH ON BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY 2002 - 2005, VI Serbian – Belarusian Symposium on Physics and Diagnostics of Laboratory and Astrophysical Plasma, Belgrade 22 – 25 August 2006, Abstracts of invited lectures and posters, eds. M. Ćuk, M. S. Dimitrijević, N. Milovanović, Belgrade 2006, 5.
4. M. Dačić: 2006, CONNECTION OF RADIO-INTERFEROMETRIC WITH OPTICAL OBSERVATIONS AND CREATION OF A NEW

REFERENCE FRAME FOR POSITION DETERMINATIONS OF CELESTIAL OBJECTS, VI Serbian – Belarusian Symposium on Physics and Diagnostics of Laboratory and Astrophysical Plasma, Belgrade 22 – 25 August 2006, Abstracts of invited lectures and posters, eds. M. Ćuk, M. S. Dimitrijević, N. Milovanović, Belgrade 2006.

5. M. Dačić: 2007, CONNECTION OF RADIO-INTERFEROMETRIC WITH OPTICAL OBSERVATIONS AND CREATION OF A NEW REFERENCE FRAME FOR POSITION DETERMINATIONS OF CELESTIAL OBJECTS, VI Serbian – Belarussian Symposium on Physics and Diagnostics of Laboratory and Astrophysical Plasmas, Invited lectures and contributed papers, Belgrade, Serbia, 22-25 August 2006, eds. M. Ćuk, M. S. Dimitrijević, J. Purić, N. Milovanović, Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade, **82**, 59.

МЕЂУНАРОДНИ ЧАСОПИСИ КОЈИ НИСУ НА СЦИ ЛИСТИ И КЊИГЕ МЕЂУНАРОДНИХ ИЗДАВАЧА

1. M. S. Dimitrijević, L. Csillag: 2006, SPECTRAL LINE BROADENING INFLUENCE ON THE MODE STRUCTURE OF THE He – Kr and He – Ar GAS LASERS, Журнал Прикладной Спектроскопии **73**, 405-407.
2. E. Th. Theodossiou, V. N. Manimanis, M. S. Dimitrijević, E. Danezis: 2006, NICEPHOROS GREGORAS: THE GREATEST BZYANTINE ASTRONOMER, Astronomical and Astrophysical Transactions **25** (2006), 105-118.
3. E. Lyratzi, E. Danezis, D. Nikolaidis, A. Antoniou, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, M. Stathopoulou, E. Theodossiou: 2006, A NEW APPROACH FOR THE STRUCTURE OF Hα REGIONS IN 120 BE-TYPE STARS, in "Recent advances in Astronomy and Astrophysics": 7th International conference of the Hellenic Astronomical Society, Ed. N. Solomos, American Institute of Physics Conference Proceedings **848**, 402-406.
4. E. Danezis, D. Nikolaidis, E. Lyratzi, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, M. Stathopoulou, E. Theodossiou, A. Antoniou,: 2006, A NEW MODELLING APPROACH FOR DACs AND SACs REGIONS IN THE ATMOSPHERES OF HOT EMISSIONS STARS, in "Recent advances in Astronomy and Astrophysics": 7th International conference of the Hellenic Astronomical Society, Ed. N. Solomos, American Institute of Physics Conference Proceedings **848**, 380-384.
5. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, M. Stathopoulou, E. Theodossiou: 2006, LONG TERM VARIABILITY OF THE RADIAL VELOCITIES IN THE CORONAL AND POST-CORONAL REGIONS OF THE Oe STAR HD 93521, in "Recent advances in Astronomy and Astrophysics": 7th International conference of the Hellenic Astronomical Society, Ed. N. Solomos, American Institute of Physics Conference Proceedings **848**, 370-374.

6. A. Kovačević, A. Shapovalova, L. Č. Popović, N. G. Bochkarev, A. N. Burenkov, V. H. Chavushyan: 2007, TIME LAG BETWEEN THE OPTICAL CONTINUUM AND LINE VARIABILITIES OF NGC 4151, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 98-103.
7. M. S. Dimitrijević: 2007, STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES FOR SOLAR AND STELLAR PLASMA RESEARCH, in Solar and Stellar Physics through Eclipses, eds. O. Demircan, S. O. Selam, B. Albayrak Astronomical Society of Pacific Conference Series **370**, 270-273.
8. M. S. Dimitrijević, Z. Simić, A. Kovačević, M. Dačić, S. Sahal-Bréchot: 2007, Te I STARK BROADENING DATA FOR STELLAR PLASMA ANALYSIS, in Flows, Boundaries, Interactions, eds. C. Dumitrache, V. Mioc, N. A. Popescu, American Institute of Physics Conference Proceedings **934**, 202-206.
9. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2007, THE N IV DENSITY REGIONS IN THE SPECTRA OF 20 Oe STARS, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 206-209.
10. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2007, INVESTIGATION OF THE POST-CORONAL DENSITY REGIONS OF Oe STARS, WITH THE N V UV RESONANCE LINES, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 210-213.
11. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2007, LONG TERM VARIABILITY OF THE CORONAL AND POST-CORONAL REGIONS OF THE Oe STAR HD 149757 (ZETA Oph), in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 198-201.
12. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2007, A STATISTICAL STUDY OF PHYSICAL PARAMETERS OF THE C IV DENSITY REGIONS IN 20 Oe STARS, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 194-197.
13. M. S. Dimitrijević, T. Ryabchikova, Z. Simić, L. Č. Popović, M. Dačić: 2007, STARK BROADENING OF Cr II SPECTRAL LINES IN STELLAR ATMOSPHERES, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 164-169.
14. C. Yubero, M. S. Dimitrijević, M. C. Garcia, M. D. Calzada: 2007, DETERMINATION OF THE GAS TEMPERATURE OF AN ARGON

MICROWAVE PLASMA AT ATMOSPHERIC PRESSURE USING VAN DER WAALS BROADENING, in “Spectral Line Shapes in Astrophysics”: VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 287-291.

15. R. Mayo, M. Ortiz, M. S. Dimitrijević, Z. Simić: 2007, EXPERIMENTAL AND THEORETICAL STARK WIDTHS FOR Au II, in “Spectral Line Shapes in Astrophysics”: VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 284 -286.
16. R. Hamdi, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot: 2007, ATOMIC DATA AND STARK BROADENING PARAMETERS FOR Si VI ION, in “Spectral Line Shapes in Astrophysics”: VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 276-279.
17. N. Milovanović, M. S. Dimitrijević: 2007, COWAN CODE AND STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES OF S II, S III AND S IV, in “Spectral Line Shapes in Astrophysics”: VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 258-261.
18. M. S. Dimitrijević, T. Ryabchikova, Z. Simić, L. Č. Popović, M. Dačić: 2007, STARK BROADENING OF Cr II SPECTRAL LINES IN STELLAR ATMOSPHERES, in “Spectral Line Shapes in Astrophysics”: VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 164-169.
19. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: 2007, LONG TERM VARIABILITY OF THE CORONAL AND POST-CORONAL REGION OF THE Oe STAR HD 93521, in “UV Astronomy: Stars from Birth to Death”: eds. A. I. Gomez de Castro, M. A. Barstow, UCM Editorial Complutense, Madrid, 113-118.
20. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: 2007, A NEW APPROACH FOR DACs AND SACs PHENOMENA IN THE ATMOSPHERES OF HOT EMISSION STARS, in “UV Astronomy: Stars from Birth to Death”: eds. A. I. Gomez de Castro, M. A. Barstow, UCM Editorial Complutense, Madrid, 107-112.
21. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: 2007, HYPER IONISATION PHENOMENA IN THE N V REGION IN 20 Oe STARS, in “UV Astronomy: Stars from Birth to Death”: eds. A. I. Gomez de Castro, M. A. Barstow, UCM Editorial Complutense, Madrid, 155-160.
22. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: 2007, HYPER IONISATION PHENOMENA IN THE N IV REGION IN 20 Oe STARS, in “UV Astronomy: Stars from Birth to Death”: eds. A. I. Gomez de Castro, M. A. Barstow, UCM Editorial Complutense, Madrid, 149-154.

23. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: 2007, HYPER IONISATION PHENOMENA IN THE C IV REGION IN 20 Oe STARS, in "UV Astronomy: Stars from Birth to Death": eds. A. I. Gomez de Castro, M. A. Barstow, UCM Editorial Complutense, Madrid, 143-148.
24. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: 2007, STUDY OF H alpha REGIONS IN 120 Be-TYPE STARS, in "UV Astronomy: Stars from Birth to Death": eds. A. I. Gomez de Castro, M. A. Barstow, UCM Editorial Complutense, Madrid, 131-136.
25. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: 2007, THE COMPLEX STRUCTURE OF THE Si IV lambda 1393.755, 1402.77 A REGIONS OF 68 Be-TYPE STAR, in "UV Astronomy: Stars from Birth to Death": eds. A. I. Gomez de Castro, M. A. Barstow, UCM Editorial Complutense, Madrid, 137-142.
26. E. Th. Theodossiou, M. S. Dimitrijević, V. N. Manimanis, Th. Grammenos: 2007, HYDOR FROM ANCIENT GREEK COSMOGONIES TO MODERN ASTROPHYSICS, Transdisciplinarity in Science and Religion **1** (2007), 137-152.
27. M. S. Dimitrijević, J. Kovačević, L. Č. Popović, M. Dačić, D. Ilić: 2007, THE FLUX RATIO OF THE [OIII] λλ 4959,5007 LINES IN AGN, in Fifty Years of Romanian Astrophysics, eds. C. Dumitrache, N. A. Popescu, M. D. Suran, V. Mioc, American Institute of Physics Conference Proceedings **895**, 313-316.
28. A. Kovačević: GRAVITATIONAL EFFECTS OF MINOR PLANETS AND THEIR MASS DETERMINATION, in Fifty Years of Romanian Astrophysics, eds. C. Dumitrache, N. A. Popescu, M. D. Suran, V. Mioc, American Institute of Physics Conference Proceedings **895**, 313-316.
29. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, M. Dačić, S. Sahal-Bréchot, A. Kovačević: 2007, ON THE COMMON INFLUENCE OF STARK BROADENING AND HYPERFINE STRUCTURE IN STELLAR SPECTRA: Mn II LINES, in Flows, Boundaries, Interactions, eds. C. Dumitrache, V. Mioc, N. A. Popescu, American Institute of Physics Conference Proceedings **934**, 195-201.
30. M. M. Abbas, D. Tankosić, P. D. Craven, R. B. Hoover, L. A. Taylor, J. F. Spann, A. Leclair, E. A. West: 2007, MEASUREMENTS OF PHOTOELE-CTRIC YIELDS OF INDIVIDUAL LUNAR DUST GRAINS, Workshop on Dust in Planetary Systems, September 26-30 2005, Kauai, Hawaii. Eds, Krueger, H. and Graps, A., European Space Agency **SP-643,** 165-170

НАУЧНИ РАДОВИ У НАЦИОНАЛНИМ ЧАСОПИСИМА И КЊИГАМА

1. М. С. Димитријевић: 2006, МИЛУТИН МИЛАНКОВИЋ, ЧОВЕК КОЈИ ЈЕ ОДГОНЕТНУО ЗАГОНЕТКУ ЛЕДЕНИХ ДОБА, Настава и историја, Нова серија, IV, 5, 19-30.
2. Еманоел Данезис, Ефстратиос Теодосиу, Милан С. Димитријевић: 2007, КОСМОЛОШКА ПИТАЊА У «БЕСДАМА НА ШЕСТОДНЕВ» ВАСИЛИЈА ВЕЛИКОГ, Антика и савремени свет, Зборник радова, Друштво за античке студије Србије, Архив Срема, Београд 2007, 80-88.
3. E. Theodossiou, V. N. Manimanis, M. S. Dimitrijević, E. Danezis: 2007, RIGAS VELESTINLIS: A VISIONARY PIONEER OF GREEK ENLIGHTENMENT AND MARTYR OF FREEDOM, Phlogiston, 14, 2006 (Beograd 2007), 19-35.
4. Еманоел Данезис, Ефстратиос Теодосиу, Милан С. Димитријевић: 2007, КОСМОЛОШКА ПИТАЊА У «БЕСДАМА НА ШЕСТОДНЕВ» ВАСИЛИЈА ВЕЛИКОГ, Свеске, Панчево 2007, **83**, 59-62..
5. E. Theodossiou, V. N. Manimanis, M. S. Dimitrijević, E. Danezis: 2007, ΡΗΓΑΣ ΒΕΛΕΣΤΙΝΛΗΣ ΟΡΑΜΑΤΙΣΤΗΣ, ΠΡΟΔΡΟΜΟΣ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΔΙΑΦΩΤΙΣΜΟΥ & ΜΑΡΤΥΡΑΣ ΤΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ, Αφιερωμα σρτα 250 ηρονια απο τη γεννηση του, Αεροπος,Νοεμβριου – Δεκεμβριου 2007, 1 α – 16 α.
6. Милан С. Димитријевић: 2007, КОСМИЧКИ МОТИВИ У СРПСКОЈ СРЕДЊОВЕКОВНОЈ НУМИЗМАТИЦИ I, Динар, бр. 29, Београд 2007, 21-23.

НАУЧНИ РАДОВИ У ЗБОРНИЦИМА МЕЂУНАРОДНИХ КОНФЕРЕНЦИЈА ШТАМПАНИ У ЦЕЛИНИ

1. E. Danezis, A. Antoniou, L. Popović, M. Dimitrijević, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, A. Soulikias, E. Theodossiou: 2006, SATELLITE ABSORPTION COMPONENTS OF THE UV SPECTRAL LINES Si IV, C IV, N V AND N IV IN THE ATMOSPHERE OF THE Oe STAR HD 175754, in: The Many Scales in the Universe, JENAM 2004 Astrophysics Reviews, eds. J. C. Del Toro Iniesta, E. J. Alfaro, J. G. Gorgas, E. Salvador-Sole, H. Butcher, Springer, compact disk 3P16.
2. E. Danezis, E. Lyratzi, L. Popović, M. Dimitrijević, G. Christou, A. Soulikias, A. Antoniou: 2006, SATELLITE ABSORPTION COMPONENTS OF THE UV SPECTRAL LINES Si IV, C IV, N V AND N IV IN THE ATMOSPHERE OF THE Oe STAR HD 66811 (ζ PUP), in: The Many Scales in the Universe, JENAM 2004 Astrophysics Reviews, eds. J. C. Del Toro Iniesta, E. J. Alfaro, J. G. Gorgas, E. Salvador-Sole, H. Butcher, Springer, compact disk 3P17.
3. M. S. Dimitrijević, M. Dačić, Z. Cvetković, Z. Simić: 2006, ON THE CONTRIBUTION OF COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES TO THE Ga I LINE PROFILES IN CHEMICALLY PECULIAR STARS, in: The

Many Scales in the Universe, JENAM 2004 Astrophysics Reviews, eds. J. C. Del Toro Iniesta, E. J. Alfaro, J. G. Gorgas, E. Salvador-Sole, H. Butcher, Springer, compact disk 3P21.

4. E. Lyratzi, E. Danezis, L. Popović, M. Dimitrijević, E. Theodossiou, D. Nikolaidis, A. Antoniou, A. Soulikias: 2006, THE COMPLEX STRUCTURE OF THE Si IV λλ 1393.73, 1402.73 A REGIONS OF 42 BeV STARS, in: The Many Scales in the Universe, JENAM 2004 Astrophysics Reviews, eds. J. C. Del Toro Iniesta, E. J. Alfaro, J. G. Gorgas, E. Salvador-Sole, H. Butcher, Springer, compact disk 3P89
5. N. Milovanović, M. S. Dimitrijević: 2006, COWAN CODE AND STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES, 23rd Summer School and International Symposium on the Physics of the Ionized Gases, August 28 – September 1st 2006, Kopaonik, Serbia, Contributed papers & abstracts of invited lectures, topical invited lectures and progress reports, eds. N. S. Simonović, B. P. Marinković, Lj. Hadžievski, Institute of Physics, Belgrade, 531-534.
6. M. Christova, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot, N. Andreev: 2006, ON STARK WIDTHS OF Ar I LINES IN THE OPTICAL PART OF THE SPECTRUM, 23rd Summer School and International Symposium on the Physics of the Ionized Gases, August 28 – September 1st 2006, Kopaonik, Serbia, ed Contributed papers & abstracts of invited lectures, topical invited lectures and progress reports, s. N. S. Simonović, B. P. Marinković, Lj. Hadžievski, Institute of Physics, Belgrade, 295-298.
7. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, M. Dačić: 2006, ON THE STARK BROADENING PARAMETERS FOR Se III LINES IN LABORATORY AND STELLAR PLASMA, 23rd Summer School and International Symposium on the Physics of the Ionized Gases, August 28 – September 1st 2006, Kopaonik, Serbia, Contributed papers & abstracts of invited lectures, topical invited lectures and progress reports, eds. N. S. Simonović, B. P. Marinković, Lj. Hadžievski, Institute of Physics, Belgrade, 535-538.
8. A. A. Mihajlov, D. Jevremović, Z. Simić, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, M. Dačić: 2006, INFLUENCE OF THE CHEMI IONIZATION AND CHEMI RECOMBINATION PROCESSES ON HYDROGEN LINE SHAPES IN M DWARFS, 23rd Summer School and International Symposium on the Physics of the Ionized Gases, August 28 – September 1st 2006, Kopaonik, Serbia, Contributed papers & abstracts of invited lectures, topical invited lectures and progress reports, eds. N. S. Simonović, B. P. Marinković, Lj. Hadžievski, Institute of Physics, Belgrade, 567-570.
9. E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, A. Antoniou, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2006, THE SACS BROADENING, 23rd Summer School and International Symposium on the Physics of the Ionized Gases, August 28 – September 1st 2006, Kopaonik, Serbia, Contributed papers & abstracts of invited lectures, topical invited lectures and progress reports, eds. N. S. Simonović, B. P. Marinković, Lj. Hadžievski, Institute of Physics, Belgrade, 571-574.

10. E. Lyratzi, E. Danezis, D. Nikolaidis, A. Antoniou, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: 2006, THE PHOTOSPHERIC AND THE RESPECTIVE Si IV REGIONS – ROTATIONAL VELOCITIES IN 27 Be STARS, 23rd Summer School and International Symposium on the Physics of the Ionized Gases, August 28 – September 1st 2006, Kopaonik, Serbia, Contributed papers & abstracts of invited lectures, topical invited lectures and progress reports, eds. N. S. Simonović, B. P. Marinković, Lj. Hadžievski, Institute of Physics, Belgrade, 575-578.
11. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodosiou: 2006, THE PHOTOSPHERIC AND THE RESPECTIVE C IV REGIONS – ROTATIONAL VELOCITIES IN 20 Oe STARS, 23rd Summer School and International Symposium on the Physics of the Ionized Gases, August 28 – September 1st 2006, Kopaonik, Serbia, Contributed papers & abstracts of invited lectures, topical invited lectures and progress reports, eds. N. S. Simonović, B. P. Marinković, Lj. Hadžievski, Institute of Physics, Belgrade, 579-582.
12. D. Nikolaidis, E. Danezis, E. Lyratzi, A. Antoniou, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: 2006, A STUDY OF DACS AND SACS REGIONS IN THE ATMOSPHERES OF HOT EMISSIONS STARS, 23rd Summer School and International Symposium on the Physics of the Ionized Gases, August 28 – September 1st 2006, Kopaonik, Serbia, Contributed papers & abstracts of invited lectures, topical invited lectures and progress reports, eds. N. S. Simonović, B. P. Marinković, Lj. Hadžievski, Institute of Physics, Belgrade, 583-586.
13. J. Kovačević, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, M. Dačić, E. Bon: 2006, THE FLUX RATIO OF THE [OIII] ll 4959, 5007 A LINES IN AGNS: MEASUREMENTS VS. THEORY, 23rd Summer School and International Symposium on the Physics of the Ionized Gases, August 28 – September 1st 2006, Kopaonik, Serbia, Contributed papers & abstracts of invited lectures, topical invited lectures and progress reports, eds. N. S. Simonović, B. P. Marinković, Lj. Hadžievski, Institute of Physics, Belgrade, 603-606.
14. A. Kovačević: 2007, ASTEROID CLOSE ENCOUNTERS WITH (704) INTERAMNIA, VI Serbian – Belarussian Symposium on Physics and Diagnostics of Laboratory and Astrophysical Plasmas, Invited lectures and contributed papers, Belgrade, Serbia, 22-25 August 2006, eds. M. Ćuk, M. S. Dimitrijević, J. Purić, N. Milovanović, Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade, **82**, 241-243.
15. M. S. Dimitrijević, M. K. Tsvetkov: 2007, BULGARIAN-SERBIAN COOPERATION IN ASTRONOMY: THE LAST 10 YEARS OF DEVELOPMENT, Proceedings of the 5th Bulgarian'Serbian Conference on Astronomy and Space Science, eds. M. K. Tsvetkov, L. G. Filipov, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Heron Press, Sofia, with CD supplemented to Bulgarian Journal of Physics, 34 (2), 5-12.

16. M. Christova, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot, N. Andreev: 2007, ON THE STARK BROADENING OF VISIBLE Ar I LINES FOR ASTROPHYSICAL PLASMA ANALYSIS AND MODELLING, Proceedings of the 5th Bulgarian'Serbian Conference on Astronomy and Space Science, eds. M. K. Tsvetkov, L. G. Filipov, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Heron Press, Sofia, with CD supplemented to Bulgarian Journal of Physics, 34 (2), 187-191.
17. Z. Simić, M. S. Dimitrijević: 2007, STARK BROADENING MECHANISM IN HOT STELLAR ATMOSPHERES, Proceedings of the 5th Bulgarian-Serbian Conference on Astronomy and Space Science, eds. M. K. Tsvetkov, L. G. Filipov, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Heron Press, Sofia, with CD supplemented to Bulgarian Journal of Physics, 34 (2), 409-414.

НАУЧНИ РАДОВИ У ЗБОРНИЦИМА НАЦИОНАЛНИХ КОНФЕРЕНЦИЈА ШТАМПАНИ У ЦЕЛИНИ

1. E. Th. Theodossiou, V. N. Manimanis, M. S. Dimitrijević, E. Danezis: 2006, THE GREATEST BYZANTINE ASTRONOMER NICEPHOROS GREGORAS AND SERBS, Proc. XIV Nat. Conf. Astron. Serbia and Montenegro, Belgrade, October 12/15, 2005, eds. Z. Knežević, Z. Cvetković, M. M. Ćirković, Publ. Astron. Obs. Belgrade **80**, 269-274.
2. Z. Simić: 2006, INFLUENCE OF IMPACTS WITH CHARGED PARTICLES ON Cd I AND F III SPECTRAL LINES IN STELLAR PLASMA, Proc. XIV Nat. Conf. Astron. Serbia and Montenegro, Belgrade, October 12/15, 2005, eds. Z. Knežević, Z. Cvetković, M. M. Ćirković, Publ. Astron. Obs. Belgrade **80**, 99-104.
3. A. Kovačević: 2006, GRAVITATIONAL INFLUENCE OF ASTEROIDS AND DETERMINATION OF THEIR MASSES, Proc. XIV Nat. Conf. Astron. Serbia and Montenegro, Belgrade, October 12/15, 2005, eds. Z. Knežević, Z. Cvetković, M. M. Ćirković, Publ. Astron. Obs. Belgrade **80**, 197-202.
4. Милан С. Димитријевић: 2007, ИЗВЕШТАЈИ О РАДУ ВЕЛИКОГ И МАЛОГ РЕФРАКТОРА 1998-2002, Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба IV», Београд, 22 – 26. април 2006, Уредник Милан С. Димитријевић, Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић» Св. 7, Београд 2007, 51-81.
5. Милан С. Димитријевић: 2007, АКТИВНОСТИ САРАДНИКА ПРОЈЕКТА 1195 «УТИЦАЈ СУДАРНИХ ПРОЦЕСА НА СПЕКТРЕ АСТРОФИЗИЧКЕ ПЛАЗМЕ» - 2002-2005, Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба IV», Београд, 22 – 26. април 2006, Уредник Милан С. Димитријевић, Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић» Св. 7, Београд 2007, 83-131.
6. Милан С. Димитријевић, Ефстратиос Теодосиу: 2007, НАЈВЕЋИ ВИЗАНТИЈСКИ АСТРОНОМ НИЋИФОР ГРИГОРА И СРБИ, Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба IV», Београд, 22 – 26.

април 2006, Уредник Милан С. Димитријевић, Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић» Св. 7, Београд 2007, 247-256.

7. Емануел Данезис, Ефстратиос Теодосиу, Милан С. Димитријевић: 2007, КОСМОЛОГИЈА У «БЕСДАМА НА ШЕСТОДНЕВ» ВАСИЛИЈА ВЕЛИКОГ И УТИЦАЈ ОВОГ ДЕЛА КОД СРБА, Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба IV», Београд, 22 – 26. април 2006, Уредник Милан С. Димитријевић, Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић» Св. 7, Београд 2007, 453-460.
8. Милан С. Димитријевић: 2007, КОСМИЧКИ МОТИВИ У СРПСКОЈ СРЕДЊОВЕКОВНОЈ НУМИЗМАТИЦИ, Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба IV», Београд, 22 – 26. април 2006, Уредник Милан С. Димитријевић, Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић» Св. 7, Београд 2007, 461-476.
9. Миодраг Дачић: 2007, СТЕВАН П. БОШКОВИЋ КАО ВРСНИ ПОСМАТРАЧ, Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба IV», Београд, 22 – 26. април 2006, Уредник Милан С. Димитријевић, Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић» Св. 7, Београд 2007, 409-414.

ПРИЛОЗИ У ЗБОРНИЦИМА МЕЂУНАРОДНИХ КОНФЕРЕНЦИЈА ШТАМПАНИ У ИЗВОДУ

1. M. S. Dimitrijević: 2006, STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES FOR SOLAR AND STELLAR PLASMA RESEARCH, Solar and Stellar Physics through Eclipses, Side, Antalya, 27-29 March 2006, Abstract book, 14.
2. M. Abbas, D. Tankosić, P. Craven, R. Hoover, L. Taylor, J. Spann, A. Leclair, E. West: 2006, LABORATORY MEASUREMENTS OF OPTICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF INDIVIDUAL LUNAR DUST GRAINS, 36th COSPAR Scientific Assembly, 16 - 23 July 2006, Beijing, China. Meeting abstract from the CDROM, #3238.
3. M. Abbas, D. Tankosić, P. Craven, R. Hoover, L. Taylor, J. Spann, A. Leclair, E. West: 2006, PHOTOELECTRIC EMISSION MEASUREMENTS ON APOLLO 17 LUNAR DUST GRAINS, 37th Annual Lunar and Planetary Science Conference, March 13-17, 2006, League City, Texas, abstract no.1415.
4. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, M. D. Dačić: 2006, STARK BROADENING MECHANISM IN HOT STELLAR ATMOSPHERES, The 5th Bulgarian-Serbian Conference on Astronomy and Space Science, May 9-12, 2006, Sofia, Programme and Abstracts, eds. M. Tsvetkov, L. Filipov, M. Dimitrijević, L. Popović, Heron Press Science Series 40.
5. N. Milovanović, M. S. Dimitrijević: 2006, COWAN CODE AND DATA FOR SPECTRAL LINE BROADENING, The 5th Bulgarian-Serbian Conference on Astronomy and Space Science, May 9-12, 2006, Sofia, Programme and

Abstracts, eds. M. Tsvetkov, L. Filipov, M. Dimitrijević, L. Popović, Heron Press Science Series 36.

6. M. Christova, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot, N. Andreev: 2006, ON THE STARK BROADENING OF VISIBLE Ar I LINES FOR ASTRO-PHYSICAL PLASMA ANALYSIS AND MODELLING, The 5th Bulgarian-Serbian Conference on Astronomy and Space Science, May 9-12, 2006, Sofia, Programme and Abstracts, eds. M. Tsvetkov, L. Filipov, M. Dimitrijević, L. Popović, Heron Press Science Series 25
7. N. Milovanović, M. S. Dimitrijević: 2006, COWAN CODE AND STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES, VI Serbian – Belarusian Symposium on Physics and Diagnostics of Laboratory and Astrophysical Plasma, Belgrade 22 – 25 August 2006, Abstracts of invited lectures and posters, eds. M. Ćuk, M. S. Dimitrijević, N. Milovanović, Belgrade 2006, 25.
8. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2006, LONG TERM VARIABILITY OF THE CORONAL AND POST – CORONAL REGIONS OF THE Oe STAR HD 93521, International Astronomical Union, XXVIth General Assembly, August 14-25, 2006, Prague, Abstract book, JD04-4, 292.
9. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2006, HYPER IONIZATION PHENOMENA IN THE C IV REGION OF 20 Oe STARS, International Astronomical Union, XXVIth General Assembly, August 14-25, 2006, Prague, Abstract book, JD04-5, 292.
10. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2006, HYPER IONIZATION PHENOMENA IN THE N IV REGION OF 20 Oe STARS, International Astronomical Union, XXVIth General Assembly, August 14-25, 2006, Prague, Abstract book, JD04-6, 293.
11. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2006, HYPER IONIZATION PHENOMENA IN THE N V REGION OF 20 Oe STARS, International Astronomical Union, XXVIth General Assembly, August 14-25, 2006, Prague, Abstract book, JD04-7, 293.
12. E. Lyratzi, E. Danezis, A. Antoniou, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2006, STUDY OF Hα REGIONS IN 120 Be-TYPE STARS, International Astronomical Union, XXVIth General Assembly, August 14-25, 2006, Prague, Abstract book, JD04-9, 293.
13. E. Lyratzi, E. Danezis, A. Antoniou, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2006, THE COMPLEX STRUCTURE OF THE Si IV λλ 1393.755, 1402.77 A REGIONS OF 68 Be-TYPE STARS, International Astronomical Union, XXVIth General Assembly, August 14-25, 2006, Prague, Abstract book, JD04-10, 294.
14. D. Nikolaidis, E. Danezis, E. Lyratzi, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: 2006, A NEW APPROACH FOR DACs AND SACs PHENOMENA IN THE ATMOSPHERES OF HOT EMISSION STARS, International Astronomical Union, XXVIth General Assembly, August 14-25, 2006, Prague, Abstract book, JD04-11, 294.

15. E. Danezis, E. Theodossiou, M. S. Dimitrijević, 2006, COSMOLOGICAL QUESTIONS IN THE »HOMILIES ON HEXAMERON« OF SAINT BASIL THE GREAT, Антика и савремени свет, Међународни научни скуп, Књига резимеа, Сремски Карловци, Сремска Митровица, 3. и 4. новембар 2006, Друштво за античке студије Србије, Карловачка гимназија, Архив Срема, с. 9.
16. M. S. Dimitrijević: 2007, VARIATIONS OF THE SOLAR IRRADIATION OF THE EARTH AND MILUTIN MILANKOVIĆ, Geophysical Research Abstracts 9, (European Geophysical Union Conference, Vienna 15-20 April, 2007) EGU2007-A-00275.
17. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, M. Dačić, Z. Simić, A. Kovačević, S. Sahal-Bréchot: 2007, ON THE COMMON INFLUENCE OF STARK BROADENING AND HYPERFINE STRUCTURE IN STELLAR SPECTRA: Mn II LINES, Workshop on Flows, Boundaries, Interactions, Sinaia 3-5 May 2007 (erroneously on the booklet 4-5 May 2007 Bucharest) 11.
18. M. S. Dimitrijević, Z. Simić, A. Kovačević, M. Dačić, S. Sahal-Bréchot: 2007, Te I STARK BROADENING DATA FOR STELLAR PLASMA ANALYSIS, Workshop on Flows, Boundaries, Interactions, Sinaia 3-5 May 2007 (erroneously on the booklet 4-5 May 2007 Bucharest) 12.
19. M. S. Dimitrijević: 2007, INFLUENCE OF COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES ON SOLAR TYPE STARS SPECTRA – INVESTIGATIONS ON BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY, Workshop on Flows, Boundaries, Interactions, Sinaia 3-5 May 2007 (erroneously on the booklet 4-5 May 2007 Bucharest) 12.
20. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, M. D. Dačić, A. Kovačević, S. Sahal-Bréchot: 2007, ON THE STARK BROADENING OF Mn II LINES FOR CP STAR CONDITIONS, CP#Ap Workshop, 10-14 September 2007, Abstract book, eds. M. Netopil, E. Paunzen, Institute of Astronomy, University Vienna, Austria, 46.
21. M. S. Dimitrijević, Z. Simić, A. Kovačević, M. D. Dačić, S. Sahal-Bréchot: 2007, ON THE STARK BROADENING OF Te I SPECTRAL LINES FOR CP STAR PLASMA ANALYSIS, CP#Ap Workshop, 10-14 September 2007, Abstract book, eds. M. Netopil, E. Paunzen, Institute of Astronomy, University Vienna, Austria, 38.
22. M. S. Dimitrijević, T. Ryabchikova, Z. Simić, L. Č. Popović, M. D. Dačić: 2007, ELECTRON-IMPACT BROADENING OF IONIZED CHROMIUM LINES FOR Ap STAR ATMOSPHERES ANALYSIS, CP#Ap Workshop, 10-14 September 2007, Abstract book, eds. M. Netopil, E. Paunzen, Institute of Astronomy, University Vienna, Austria, 37-38.
23. E. Th. Theodossiou, M. S. Dimitrijević, V. N. Manimanis, T. Grammenos: 2007, "ΥΔΟΡ"FROM ANCIENT GREEK COSMOGONIES TO MODERN ASTROPHYSICS ("ΥΔΟΡ" ОД СТАРИХ ГРЧКИХ КОСМОГОНИЈА ДО МОДЕРНЕ АСТРОФИЗИКЕ), Европске идеје, античка цивилизација и српска култура, Међународни научни скуп, књига резимеа, Друштво за

античке студије, Сремски Карловци, Сремска Митровица, Београд, 28-30. септембар 2007, 26-27.

24. E. Th. Theodossiou, V. N. Manimanis, S. Goyette, M. S. Dimitrijević: 2007, CONSTELATION MYTHOLOGY AND ART (МИТОЛОГИЈА САЗВЕЖЂА И УМЕТНОСТ), Европске идеје, античка цивилизација и српска култура, Међународни научни скуп, књига резимеа, Друштво за античке студије, Сремски Карловци, Сремска Митровица, Београд, 28-30. септембар 2007, 27-28.
25. M. M. Abbas, D. Tankosić, J. F. Spann, J. M. Dube, J. A. Gaskin: 2007, LABORATORY MEASUREMENTS OF CHARGING OF APOLLO 17 LUNAR DUST GRAINS BY LOW ENERGY ELECTRONS, American Geophysical Union, Fall Meeting 2007, abstract #AE31A-0039.
26. A. Dotter, B. Chaboyer, E. Baron, J. W. Ferguson, D. Jevremović, H. Lee, G. Worthey: 2007, SELF-CONSISTENT STELLAR EVOLUTION MODELS WITH UPDATED PHYSICS AND VARIABLE ABUNDANCES, 2007 AAS/AAPT Joint Meeting, American Astronomical Society Meeting 209, #40.03; Bulletin of the American Astronomical Society **38**, 958.
27. B. C. Chaboyer, A. Dotter, E. Baron, J. W. Ferguson, D. Jevremović, A.. Sarajedini: 2007, THE HST/ACS SURVEY OF GALACTIC GLOBULAR CLUSTERS: NEW STELLAR EVOLUTION TRACKS, ISOCHRONES AND LUMINOSITY FUNCTIONS, 2007 AAS/AAPT Joint Meeting, American Astronomical Society Meeting 209, #100.10; Bulletin of the American Astronomical Society **38**, 1044.
28. Hyun-chul Lee, G. Worthey, A. Dotter, B. Chaboyer, D. Jevremović, E. Baron, M. Briley, J. W. Ferguson, P. Coelho, S. C. Trager, J. Serven: 2007, STELLAR POPULATION MODELS WITH FLEXIBLE CHEMISTRY, American Astronomical SocietyAAS Meeting #211, #79.03, Bulletin of the American Astronomical Society, **39**, 869.
29. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2007, HYPER IONIZATION PHENOMENA IN THE C IV REGION OF 20 Oe STARS, Highlights of Astronomy, Vol. 14, as presented at the IAU XXVI General Assembly, 2006, ed. K. A. van der Hucht, International Astronomical Union, Cambridge University Press, 2007, 179.
30. E. Lyratzi, E. Danezis, A. Antoniou, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2007, STUDY OF Hα REGIONS IN 120 Be-TYPE STARS, Highlights of Astronomy, Vol. 14, as presented at the IAU XXVI General Assembly, 2006, ed. K. A. van der Hucht, International Astronomical Union, Cambridge University Press, 2007, 180.
31. D. Nikolaidis, E. Danezis, E. Lyratzi, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: 2007, A NEW APPROACH FOR DACs AND SACs PHENOMENA IN THE ATMOSPHERES OF HOT EMISSION STARS, Highlights of Astronomy, Vol. 14, as presented at the IAU XXVI General Assembly, 2006, ed. K. A. van der Hucht, International Astronomical Union, Cambridge University Press, 2007, 180.

ПРЕДАВАЊА ПО ПОЗИВУ НА НАЦИОНАЛНИМ КОНФЕРЕНЦИЈАМА ШТАМПАНА У ИЗВОДУ

1. E. Danezis, L. Č. Popović, E. Lyratzi, M. S. Dimitrijević: 2007, THE DACs AND SACs EFFECTS FROM STARS TO QUASARS. SOME FIRST GENERAL NOTICES, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 16.
2. A. N. Klyucharev, N. N. Bezuglov, A. A. Matveev, A. A. Mihajlov, Lj. M. Ignjatović, M. S. Dimitrijević: 2007, CHEMI-IONIZATION PROCESSES: ALKALI-METAL GEOCOSMICAL PLASMAS, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 17.

НАУЧНИ РАДОВИ У ЗБОРНИЦИМА НАЦИОНАЛНИХ КОНФЕРЕНЦИЈА ШТАМПАНИ У ИЗВОДУ

1. M. S. Dimitrijević, J. Kovačević, L. Č. Popović, E. Bon, M. Dačić: 2006, ON THE FLUX RATIO OF [OIII] 5007, 4959 A LINES IN AGNS, Fifty years of Romanian astrophysics, Bucharest, 26-30 September 2006, 26.
2. E. Chatzichristou, E. Danezis, L. Č. Popović, E. Lyratzi, M. S. Dimitrijević: 2007, STUDYING THE COMPLEX ABSORPTION AND EMISSION LINES IN AGN SPECTRA, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 29.
3. M. S. Dimitrijević, T. Ryabchikova, Z. Simić, L. Č. Popović, M. Dačić, 2007, STARK BROADENING OF Cr II SPECTRAL LINES IN STELLAR ATMOSPHERES, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 30.
4. E. Lyratzi, E. Danezis, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, D. Nikolaidis, A. Antoniou: 2007, THE EVOLUTION OF SOME PHYSICAL PARAMETERS IN THE DACs/SACs REGIONS IN BeSTELLAR ATMOSPHERES, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 33.
5. N. Milovanović, M. S. Dimitrijević: 2007, COWAN CODE AND STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES OF S II, S III AND S IV, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski

Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 34.

6. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2007, A STATISTICAL STUDY OF PHYSICAL PARAMETERS OF THE C IV DENSITY REGIONS IN 20 Oe STARS, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 39.
7. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2007, INVESTIGATION OF THE POST CORONAL DENSITY REGIONS OF Oe STARS, THROUGH THE N V UV RESONANCE LINES, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 40.
8. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2007, LONG TERM VARIABILITY OF THE CORONAL AND POST'CORONAL REGIONS OF THE Oe STAR HD 149757 (zeta Oph), VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 41.
9. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2007, THE N IV DENSITY REGIONS IN THE SPECTRA OF 20 Oe STARS, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 42.
10. R. Hamdi, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot: 2007, ATOMIC DATA AND STARK BROADENING PARAMETERS FOR Si VI IONS, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 46.
11. R. Mayo, M. Ortiz, M. S. Dimitrijević, Z. Simić: 2007, EXPERIMENTAL AND THEORETICAL STARK WIDTHS FOR Au II, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 49.
12. A. Mihajlov, D. Jevremović, P. Hauschildt, M. S. Dimitrijević, Lj. M. Ignjatović: 2007, THE INFLUENCE OF ION-ATOM AND ATOM-RYDBERG ATOM PROCESSES TO THE CONTINUOUS AND LINE SPECTRA OF STELLAR ATMOSPHERES, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 51.

13. C. Yubero, M. S. Dimitrijević, M. C. Garcia, M. D. Calzada: 2007, DETERMINATION OF THE GAS TEMPERATURE OF AN ARGON MICROWAVE PLASMA AT ATMOSPHERIC PRESSURE USING VAN DER WAALS BROADENING, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 54.

ОСТАЛЕ АКТИВНОСТИ И БЕЛЕШКЕ О АКТИВНОСТИМА САРАДНИКА ПРОЈЕКТА

ПРИЛОЗИ И ЧЛАНЦИ

1. Милан С. Димитријевић: У СУСРЕТ НЕБЕСКОМ СПЕКТАКЛУ, *Планета*, март – април 2006, бр. 17, 18.
2. Милан С. Димитријевић: МИЛУТИН МИЛАНКОВИЋ И ЗАГОНЕТКА ЛЕДЕНИХ ДОБА, *Луча*, Суботица 2006, бр. 2-3, 7.
3. Милан С. Димитријевић: СУНЧЕВ ДИЈАМАНТСКИ ПРСТЕН, *Планета*, мај – јун 2006, бр. 18, 20.
4. Милан С. Димитријевић: СРПСКИ АСТРОНОМИ И НЕБЕСКИ СПЕКТАКЛ У ЈУЖНОЈ ТУРСКОЈ, *Билтен* - ротари клуб «Београд Стари град», бр. 353, 28. јун 2006, 4.
5. Милан С. Димитријевић: Изјава на тему глобалног загревања, *Политика*, 20. август 2006, 14.
6. Милан С. Димитријевић: ПИСМА ИЗ ХОЛАНДИЈЕ СЕРГИЈА ДИМИТРИЈЕВИЋА, *Наше стварање*, 1-2, 2006, 77.
7. Милан С. Димитријевић: ГЛАСНИЦИ ИЗ КОСМОСА, *Планета*, септембар – октобар 2006, бр. 20, 18.
8. Милан С. Димитријевић: КАМЕЊЕ СА НЕБА, *Планета*, новембар - децембар 2007, бр. 26, 30.
9. Миодраг Дачић: НОВИ НЕБЕСКИ РЕФЕРЕНТНИ СИСТЕМ, Васиона, 2007, бр. 3, 106.

ПРИКАЗИ, ОСВРТИ И ПРИГОДНИ НАПИСИ

1. Милан С. Димитријевић: ПЕТА СРПСКА КОНФЕРЕНЦИЈА О ОБЛИЦИМА СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА У АСТРОФИЗИЦИ, *Васиона*, 2006, бр. 1, 22.
2. Милан С. Димитријевић: ПЕТА БУГАРСКО-СРПСКА КОНФЕРЕНЦИЈА «АСТРОНОМИЈА И КОСМИЧКА ИСТРАЖИВАЊА», *Васиона*, 2006, бр. 2-3, 108.
3. Милан С. Димитријевић: ШЕСТИ СРПСКО-БЕЛОРУСКИ СИМПОЗИЈУМ О ФИЗИЦИ И ДИЈАГНОСТИЦИ ЛАБОРАТОРИЈСКЕ И АСТРОФИЗИЧКЕ ПЛАЗМЕ, *Васиона*, 2006, бр. 2-3, 112.

4. Милан С. Димитријевић: КОНФЕРЕНЦИЈА «ПЕДЕСЕТ ГОДИНА РУМУНСКЕ АСТРОФИЗИКЕ», *Васиона*, 2007, бр. 4, 186.
5. Luka Č. Popović, Milan S. Dimitrijević: PREFACE, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, IX, 2007.

ИНТЕРВЈУИ

1. Данијела Кљајић: ОТВОРЕН ПРОЗОР ЗА ПОЛАРНУ СВЕТЛОСТ, *Вечерње новости*, 7 фебруар 2007, 25 (интервју са М. С. Димитријевиићем).
2. Зорица Голубовић: УНИВЕРЗУМ НИЈЕ ВЕЧАН, *Треће око*, 22. мај 2007, 40 (интервју са М. С. Димитријевиићем).

АУДИО ВИЗУЕЛНА ПРОДУКЦИЈА - КОМПАКТ ДИСКОВИ

1. Editors Milan S. Dimitrijević, Luka Č. Popović, Nenad Milovanović, Disk produced by Milan S. Dimitrijević, Nenad Milovanović, IV Serbian Conference on Spectral Line Shapes, Aranđelovac, Serbia, 10-15 October 2003: Official CD presentation of the Publ. Astron. Obs. Belgrade, No. 76 Belgrade, Astronomical Observatory, 2006.
2. Editors Milan S. Dimitrijevć, Nenad Milovanović, Luka Č. Popović, Disk produced by Nenad Milovanović, Milan S. Dimitrijević, V Serbian Conference on Spectral Line Shapes; 6-10. June 2005, Vršac, Program, Apstract and Photos, Vršac, Prirodnjačko društvo "Gea", Belgrade, Astronomical Observatory, 2006.
3. Editors Milan S. Dimitrijevć, Luka Č. Popović, Disk produced by Nenad Milovanović, Milan S. Dimitrijević, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics; 11-15. June 2007, Sremski Karlovci, Abstracts, Presentations, Photos and Videos, Belgrade, Astronomical Observatory, 2007.
4. Editors Milivoje Ćuk, Milan S. Dimitrijević, Jagoš Purić, Nenad Milovanović, Disk produced by Nenad Milovanović, Milan S. Dimitrijević, VI Serbian-Belarussian Symposium on Physics and Diagnostics of Laboratory and Astrophysical Plasma, 22-25. August 2006, Belgrade, Invited Lectures and Contributed Papers, Belgrade, Faculty of Physics and Astronomical Observatory, 2007.
5. Editors Milan S. Dimitrijević, Luka Č. Popović, Milcho Cvetkov, Disk produced by Nenad Milovanović, Milan S. Dimitrijević, II Serbian-

Bulgarian Astronomical Meeting, 23-26. June 2000 Zaječar, Papers and Photos, Belgrade, Astronomical Observatory, 2007.

6. Editors Milan S. Dimitrijević, Luka Č. Popović, Milcho Cvetkov, Disk produced by Nenad Milovanović, Milan S. Dimitrijević, The first Bulgarian-Yugoslav Astronomical Meeting, 5-8. August 1998, Belogradchik, Bulgaria, Papers and Photos, Official CD presentation of the Publ. Astron. Obs Belgrade, No. 64, Belgrade, Astronomical Observatory, 2007.
7. Editors Milan S. Dimitrijević, Valeri Golev, Luka Č. Popović, Milcho Cvetkov, Disk produced by Nenad Milovanović, Milan S. Dimitrijević, IV Serbian - Bulgarian Astronomical Meeting, 21 - 24. April 2004, Belgrade, Serbia, Papers, Photos, and Videos, Belgrade, Astronomical Society "Rudjer Bošković", 2007.
8. Уредник Милан С. Димитријевић, диск припремили Милан С. Димитријевић и Татјана Милованов, Development of Astronomy among Serbs IV, Развој астрономије код Срба IV, 23 – 26. април 2006, Београд, Астрономско друштво "Руђер Бошковић" и Астрономска опсерваторија, 2007.

РАЗНО

1. Милан С. Димитријевић (без потписа, име у колективном списку аутора): Одреднице: Јанковић Ђ. Ненад, стр.374; Мишковић В. Војислав, стр. 578; Недељковић Милан, стр. 614; Протић Милорад, стр. 758; Станојевић Ђорђе, стр. 884, „Школско свезнање“, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 2007.
2. Владо Милићевић: МИЛАНКОВИЋ У ДЕЛИМА И СЛИЦИ, рецензенти: Милан С. Димитријевић, Миодраг Старчевић, издавач В. Милићевић 2006.
3. Сергије Димитријевић: ДАТИРАЊЕ БАКАРНИХ НОВЧАНИХ ВРСТА ПРИМОРСКИХ ГРАДОВА I, *Динар*, 27, 2006, 17 (приредио М. С. Димитријевић).
4. Славица Гароња-Радованац: ПОЕЗИЈА ХАРМОНИЈЕ И АНТИЧКЕ МЕРЕ (Милан Димитријевић, Песме, «Сова», Београд, 2003), *Васиона*, 2006, бр. 2-3, 130.
5. Ђорђе Петковић: МИЛАНУ С. ДИМИТРИЈЕВИЋУ, ПЕСНИКУ И НАУЧНИКУ, у «Деконструисани сонети са репом и акростихом у огледалу», Књижевни клуб «Мирко Бањевић», Параћин, 2006, III.
6. Сима Ћирковић: СЕРГИЈЕ ДИМИТРИЈЕВИЋ: НОВАЦ СРПСКИХ СРЕДЊОВЕКОВНИХ ВЛАДАРА (приредио Милан С. Димитријевић), *Динар*, 2006, бр. 27, 63.
7. Зорана Дохчевић-Митровић, Слађана Танасијевић: ВЕЛИКИ РЕЧНИК АСТРОНОМИЈЕ, Дерета, Београд, 2007.

ПОМИЊАЊА У ПЕРИОДИЦИ И КЊИГАМА

1. ЗАХВАЛНОСТ ДАРОДАВЦИМА, *Луча*, Суботица 2006, бр. 2-3, 135 (М. С. Димитријевић).
2. PHOTO OF PARTICIPANTS, in Virtual Observatory; Plate Content Digitization, Archive Mining, Image Sequence Processing, eds. M. Tsvetkov, V. Golev, F. Murtagh, R. Molina, Heron Press Science Series, Sofia 2006 (M. С. Димитријевић).
3. Милијана Беланчић: ЛЕТОПИС; УГЛЕДНИ СРПСКИ ПРОНАЛАЗАЧ И НАУЧНИК, *Луча*, Суботица 2006, бр. 2-3, 117 (М. С. Димитријевић).
4. Славко Стојанов: ТОТАЛНО ПОМРАЧЕЊЕ СУНЦА 2006 (М.С. Димитријевић на фотографији доле десно), Нови Сад 2006, *Астрономија*, бр. 19, 8.
5. И. М.: 21. КОНКУРС ЗАДУЖБИНЕ «АНДРЕЈЕВИЋ»; ДОЛАЗЕ МЛАДИ НАУЧНИЦИ, *Политика*, 26. мај 2006, 16 (М. С. Димитријевић).
6. Љ.[иљана] Ђ.[орић]: СЛОВО О АСТРОНОМИЈИ, *Политика*, 1. јун 2006, 25 (М. С. Димитријевић).
7. Љ.[иљана] Ђ.[орић]: НАУКА БУДУЋНОСТИ; НЕИЗВЕСНОСТ У СВЕМИРУ, *Политика*, 2. јун 2006, 27 (М. С. Димитријевић).
8. УЧЕШЋЕ НА НАУЧНИМ СКУПОВИМА, СТУДИЈСКИ БОРАВЦИ И ПРЕДАВАЊА, Годишњак, **CXII** за 2005, Српска академија наука и уметности, Београд 2006, 98 (М. С. Димитријевић).
9. André Berger, Marko Ercegovac, Fedor Mesinger: PREFACE, Milutin Milankovitch Anniversary Symposium: Paleoclimate and the Earth climate system, Belgrade, 30 August – 2 September 2004, Invited lectures, eds. André Berger, Marko Ercegovac, Fedor Mesinger , Serbian Academy of Sciences and Arts, Scientific Meetings CX, Department of Mathematics, Physics and Geo-Sciences, 4, Belgrade 2005, 3 (M. С. Димитријевић).
10. ИЗДАЊА ОБЈАВЉЕНА ОД 1996. ДО МАЈА 2006, *Билтен Задужбине Андрејевић*, бр. 7, мај 2006, 8 (Н. Миловановић, З. Симић, М. С. Димитријевић)
11. PARTICIPANTS OF THE XIV NAT. CONF. ASTRON. SERBIA AND MONTENEGRO (Photo), Proc. XIV Nat. Conf. Astron. Serbia and Montenegro, Belgrade, October 12/15, 2005, eds. Z. Knežević, Z. Cvetković, M. M. Ćirković, Publ. Astron. Obs. Belgrade 2006, **80**, 269-274 (M. С. Димитријевић).
12. J.[elena] Tušup: PLUTON OSTAJE UZ ŠKORPIJE, *Blic*, 18. avgust 2006, 4 (М. С. Димитријевић).
13. Александр Чумаков: БЕЛОРУССКИЕ ФИЗИКИ В БЕЛГРАДЕ, *Веды*, бр. 37, 18 верасня, 2006 (М. С. Димитријевић).
14. Милена Милошевић, Јована М. Јовановић: АСТРОНОМИЈА У ТРЕЋЕМ МИЛЕНИЈУМУ, *Мозаик*, бр. 13, јун 2006, 3 (М. С. Димитријевић).

15. Зорица Цветковић: XIV НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЈА АСТРОНОМА СРБИЈЕ И ЦРНЕ ГОРЕ, *Васиона*, бр. 1, 2006, 18 (М. Дачић, М. С. Димитријевић).
16. Јелена Милоградов Турин: АСТРОФИЗИЧАР У РИМСКОЈ ДВОРАНИ, *Васиона*, бр. 1, 2006, 43 (З. Симић, М. С. Димитријевић).
17. MILAN S. DIMITRIJEVIĆ, Science and Orthodoxy a necessary dialogue, International Congress, Bucharest and Constanza, Romania 22-26 October 2005, eds. Basarab, N., Stavinschi, M., Curtea Veche, Bucharest 2006, 271.
18. ГЕА бр. 5, *Васиона*, 2006, бр. 2-3, 139 (М. С. Димитријевић).
19. INTERNATIONAL PROGRAM COMMITTEE, Spectral Line Shapes, 18th International Conference on Spectral Line Shapes, Auburn, Alabama 4-9 June 2006, eds. E. Oks, M. Pindzola, AIP Conference Proceedings **874,** 35, 2006 (М. С. Димитријевић)**.**
20. ЗАДУЖБИНА ИЛИЈЕ М. КОЛАРЦА, *Политика,* 18. фебруар 2007, 25 (М. С. Димитријевић).
21. ЗАДУЖБИНА ИЛИЈЕ М. КОЛАРЦА, *Политика,* 22. фебруар 2007, 25(М. С. Димитријевић).
22. ВОДИЧ-ПРЕДАВАЊА-ЗАДУЖБИНА ИЛИЈЕ М. КОЛАРЦА, *Блиц,* 22. фебруар 2007, Б8 (М. С. Димитријевић).
23. ИЗДАЊА ОБЈАВЉЕНА ОД 1996. ДО НОВЕМБРА 2005, *Билтен Задужбине Андрејевић*, новембар 2006, бр 8, 9 (З. Симић, Н. Миловановић, М. С. Димитријевић).
24. DIMITRIJEVIĆ MILAN S., Great Minds of the 21st Century, American Biographical Institute (М. С. Димитријевић).
25. Ђорђе Петковић: 2007, ДЕКОНСТРУИСАНИ СОНЕТИ СА РЕПОМ И АКРОСТИХОМ У ОГЛЕДАЛУ, Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба IV», Београд, 22 – 26. април 2006, Уредник Милан С. Димитријевић, Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић» Св. 7, Београд 2007, 593 (М. С. Димитријевић).
26. Лука Ч. Поповић, Драгана Илић: 2007, АКТИВНОСТИ НА ПРОЈЕКТУ 1196 «АСТРОФИЗИЧКА СПЕКТРОСКОПИЈА ВАНГАЛАКТИЧКИХ ОБЈЕКАТА» У ПЕРИОДУ ОД 2002. ДО 2005. ГОДИНЕ, Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба IV», Београд, 22 – 26. април 2006, Уредник Милан С. Димитријевић, Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић» Св. 7, Београд 2007, 133 (З. Симић, Н. Миловановић, М. Дачић, М. С. Димитријевић).
27. Жарко Мијајловић: 2007, АСТРОНОМСКА СТАНИЦА НА ВИДОЈЕВИЦИ, Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба IV», Београд, 22 – 26. април 2006, Уредник Милан С. Димитријевић, Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић» Св. 7, Београд 2007, 153 (М. С. Димитријевић).
28. Божидар Д. Јовановић: 2007, ЧИЊЕНИЦЕ ПОВОДОМ ТРИДЕСЕТДВОГОДИШЊИЦЕ РАДА АСТРОНОМСКОГ ДРУШТВА «НОВИ САД», Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба IV»,

Београд, 22 – 26. април 2006, Уредник Милан С. Димитријевић, Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић» Св. 7, Београд 2007, 199 (М. С. Димитријевић).

29. Александар Томић: САДРЖАЈ ЗА ГОДИНЕ LIII (2005) И LIV (2006), КЊИГА XIII, *Васиона*, бр. 4, 2006, додатак (М. С. Димитријевић).
30. Милан Јеличић: ОБЕЛЕЖЕНА 119. ГОДИНА АСТРОНОМСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ, *Васиона*, бр. 4, 2006, 183 (на фотографијама 2а и 2б) (М. С. Димитријевић).
31. M. K. Tsvetkov: 2006, WIDE-FIELD PLATE DATABASE: A DECADE OF DEVELOPMENT, in Virtual Observatory; Plate Content Digitization, Archive Mining, Image Sequence Processing, eds. M. Tsvetkov, V. Golev, F. Murtagh, R. Molina, Heron Press Science Series, Sofia, 10-41.
32. Grujić, P.: 2007, *Cosmology and Mythology: A Case Study*, European Journal of Science and Theology, **3** (3), 37.
33. Христова, М. Д.: 2007, *Диагностика на разряд в поле на повърхнинна вълна по разширенията на излъчените спектрални линии*, Автореферат на дисертация за получване на научната и образователна степен „доктор“, Висша атестационна комисия, Специализиран научен съвет по радиофизика, физична и квантова електроника, София.
34. Христова, М. Д.: 2007, *Диагностика на разряд в поле на повърхнинна вълна по разширенията на излъчените спектрални линии*, Дисертация за получване на научната и образователна степен „доктор“, Висша атестационна комисия, Специализиран научен съвет по радиофизика, физична и квантова електроника, София.
35. CONFERENCE FOTO: 2007, in Solar and Stellar Physics through Eclipses, eds. O. Demircan, S. O. Selam, B. Albayrak Astronomical Society of Pacific Conference Series **370** (М. С. Димитријевић).
36. FORTHCOMING EVENTS: SCIENTIFIC MEETING DEDICATED TO THE 120th ANNIVERSARY OF THE ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN BELGRADE “STUDYING NATURE THROUGH CENTURY”, 2007, European Journal for Science and Theology, **3**, 75 (М. С. Димитријевић).
37. Svetislav Milovanović: IZVEŠTAJ O RADU ROTARI KLUBA »BEOGRAD STARI GRAD«, *Bilten rotari kluba «Beograd – Stari grad«*, br. 402, 2 (М. С. Димитријевић).
38. RC BELGRADE - STARI GRAD; BELGRADE ELITE TRADITION PRESERVERS, in District 2480 Yearbook 2006/07; South East Europe Leaders, 68 (М. С. Димитријевић).
39. ČUVARI TRADICIJA BEOGRADSKE ELITE, District 2480 Yearbook 2006/07; South East Europe Leaders, 68 (М. С. Димитријевић).
40. MEMBERSHIP LIST; CLUB PRESENTATION: BELGRADE – STARI GRAD (Photo), District 2480 Yearbook 2006/07; South East Europe Leaders, 71 (М. С. Димитријевић).

41. SERBIA; CLUB DIRECTORY, RC BELGRADE – STARI GRAD, District 2480 Yearbook 2006/07; South East Europe Leaders, 154 (M. C. Димитријевић) .
42. ЧИТУЉА НАДЕЖДЕ ДИМИТРИЈЕВИЋ, *Политика*, 19. август 2007, 31 (М. С. Димитријевић).
43. DIMITRIJEVIĆ, MILAN S., International Directory of expert and expertise, American Biographical Institute, 2007 (M. C. Димитријевић).
44. Igor Savić: LIST OF PUBLICATIONS AND CONFERENCE CONTRIBUTIONS, Formation of small hydrocarbon ions under inter- and circumstellar conditions: Experiments in ion traps, Von der Fakultaet fuer Naturwissenchaften der Technisches Universitaet Chemnitz genehmigte Dissertation zur Erlangun des Akademisches Grades doctor rerum naturalium, Chemnitz, 2004 (M. C. Димитријевић)
45. Armando Domiciano de Souza: MODELISATION ET OBSERVATION EN INTERFEROMETRIE STELLAIRE: ROTATION, PULSATION ET TACHES, Thèse presenté pour obtenir le titre de Docteur en Sciences de l'Université de Sophia-Antipolis, Université de Sophia-Antipolis, Nice, 2003; p: 102 (M. C. Димитријевић).
46. NA DANAŠNJEM SASTANKU, *Bilten rotari kluba «Beograd – Stari grad«*, br. 418, 10. oktobar 2007, 2 (M. C. Димитријевић).
47. PHOTOS OF PARTICIPANTS, in “Spectral Line Shapes in Astrophysics”: VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 293, 2007 (З. Симић, Д. Јевремовић, Н. Миловановић, А. Ковачевић, М. Дачић, М. С. Димитријевић).
48. SCIENTIFIC ORGANIZING COMMITTEE, in “Spectral Line Shapes in Astrophysics”: VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, XI, 2007(Д. Јевремовић, М. С. Димитријевић).
49. LOCAL ORGANIZING COMMITTEE, in “Spectral Line Shapes in Astrophysics”: VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, XII, 2007(М. Дачић, Н. Миловановић, З. Симић, А. Ковачевић, М. С. Димитријевић).
50. ИЗДАЊА ОБЈАВЉЕНА ОД 1996. ДО МАЈА 2007, *Билтен Задужбине Андрејевић*, бр. 9, јун 2007, 8 (Н. Миловановић, З. Симић, М. С. Димитријевић).
51. К. Андрејевић: Уводни текст, *Билтен Задужбине Андрејевић*, бр. 9, јун 2007, 1 (М. С. Димитријевић).
52. DIMITRIJEVIĆ MILAN S., International Profiles of Accomplished Leaders, American Biographical Institute, 2008.
53. ИЗДАЊА ОБЈАВЉЕНА ОД 1996. ДО НОВЕМБРА 2007., *Билтен Задужбине Андрејевић*, бр. 10, децембар 2007, 9 (Н. Миловановић, З. Симић, М. С. Димитријевић).

54. PHOTOS, VI Serbian – Belarussian Symposium on Physics and Diagnostics of Laboratory and Astrophysical Plasmas, Invited lectures and contributed papers, Belgrade, Serbia, 22-25 August 2006, eds. M. Ćuk, M. S. Dimitrijević, J. Purić, N. Milovanović, Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade, **82**, 295 (Н. Миловановић, М. С. Димитријевић).
55. SCIENTIFIC ORGANIZING COMMITTEE; LOCAL ORGANIZING COMMITTEE, VI Serbian – Belarussian Symposium on Physics and Diagnostics of Laboratory and Astrophysical Plasmas, Invited lectures and contributed papers, Belgrade, Serbia, 22-25 August 2006, eds. M. Ćuk, M. S. Dimitrijević, J. Purić, N. Milovanović, Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade, **82**, 3 (М. Дачић, Н. Миловановић, М. С. Димитријевић).
56. SCIENTIFIC ADVISORY COMMITTEE, in "Studying nature through centuries, Book of abstracts", October 16-20, 2007, Belgrade, Serbia (M. S. Dimitrijević).

ЈАВНА ПРЕДАВАЊА

1. ПРОМОЦИЈА КЊИГЕ: Божидар Ковачек: «МИЛУТИН МИЛАНКОВИЋ И МАТИЦА СРПСКА», Српски културни центар «Свети Сава», Суботица, 23 јануар 2006 (Милан С. Димитријевић, Мирослав Весковић, Божидар Ковачек).
2. ДА ЛИ НАУКА УНИШТАВА ЧАР МИСТЕРИЈЕ ИЛИ СТВАРА НОВЕ, ротари клуб «Београд - Дунав», 7. фебруар 2006, (М. С. Димитријевић).
3. ПРОМОЦИЈА КЊИГЕ: Саша Дујко «ТРАНСПОРТНИ ФЕНОМЕНИ РОЈЕВА ЕЛЕКТРОНА», Градска библиотека – Римска дворана, 13. фебруар 2006, (М. С. Димитријевић, Јарослав Лабат, Саша Дујко).
4. НИКОЛА ТЕСЛА, Градска библиотека «Јован Поповић», Кикинда, 16. фебруар 2006, (М. С. Димитријевић, Петар Вуца и Марјан Крунић)
5. ПРОМОЦИЈА КЊИГЕ: Божидар Ковачек: «МИЛУТИН МИЛАНКОВИЋ И МАТИЦА СРПСКА», Свечана сала Скупштине Општине Кикинда, Кикинда, 21. фебруар 2006 (Милан С. Димитријевић, Војислав Марић, Божидар Ковачек).
6. ЖИВОТ НА ДРУГИМ ПЛАНЕТАМА, Задужбина Илије Коларца, Београд, 23. фебруар 2006, (Анђелка Ковачевић).
7. МИЛУТИН МИЛАНКОВИЋ И АСТРОНОМИЈА, Професорска читаоница Универзитетске библиотеке у Београду, 1 март 2006 (на «Трибини о Милутину Миланковићу» М. С. Димитријевић са Александром Петровићем и Владимиром Стевановићем).
8. ПРОМОЦИЈА КЊИГЕ: Зоран Симић «ШТАРКОВО ШИРЕЊЕ СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА Cd I и F III», Градска библиотека – Римска дворана, 3. март 2006, (М. С. Димитријевић, Зоран Симић, Коста Андрејевић).

9. АСТРОНОМИЈА НА ПОЧЕТКУ ТРЕЋЕГ МИЛЕНИЈУМА, Републичко такмичење из физике – предавање за менторе, Ужичка гимназија, Ужице, 8. април 2006, (М. С. Димитријевић).
10. АСТРОНОМИЈА НА ПОЧЕТКУ ТРЕЋЕГ МИЛЕНИЈУМА, Гимназија, Прокупље, 10. април 2006, (М. С. Димитријевић).
11. АМАТЕРИ И АСТРОНОМИЈА, Скупштина Астрономског дфруштва «Магеланов облак», Гимназија, Прокупље, 22. мај 2006, (М. С. Димитријевић).
12. ПРОМОЦИЈА ИЗДАЊА ЗАДУЖБИНЕ «АНДРЕЈЕВИЋ», Победници двадесетог конкурса, Народна библиотека, Васа Антуновић, Љубинка Ћулафић, Милан Димитријевић (представљање 6 књига из техничких наука), Светомир Стожинић, Јадранка Хофман Јаблан, Милан Војновић, Коста Андрејевић, Београд, 25. мај 2006.
13. ПОТПУНО ПОМРАЧЕЊЕ СУНЦА 29. МАРТА 2006. У ЈУЖНОЈ ТУРСКОЈ (М. С. Димитријевић са Надом Пејовић и Слободаном Нинковићем), Катедра за Астрономију Математичког факултета, 30. мај 2006.
14. АСТРОНОМИЈА НА ПОЧЕТКУ ТРЕЋЕГ МИЛЕНИЈУМА, Универзитет «Браћа Карић», Београд, 1. јуни 2006, (М. С. Димитријевић).
15. ИМА ЛИ ЖИВОТА ИЗВАН ЗЕМЉЕ, Културни центар, Зрењанин, 6. јуни 2006, (М. С. Димитријевић).
16. ЗАШТО ЈЕ НОЋНО НЕБО ТАМНО?, ротари клуб «Београд - Стари град 21. јуни 2006, (М. С. Димитријевић).
17. ПОСМАТРАЊЕ ПОТПУНОГ ПОМРАЧЕЊЕ СУНЦА ОД 29. МАРТА 2006. ИЗ ЈУЖНЕ ТУРСКЕ, Група за Астрофизичку спектроскопију – састанци четвртком, 29. јуни 2006, (М. С. Димитријевић).
18. НОБЕЛОВА НАГРАДА ЗА ФИЗИКУ ЗА 2006. ГОДИНУ, ротари клуб «Београд - Стари град 4. октобар 2006, (М. С. Димитријевић).
19. ПУТ НА КОНФЕРЕНЦИЈУ «50 ГОДИНА АСТРОФИЗИКЕ У РУМУНИЈИ», Група за Астрофизичку спектроскопију – састанци четвртком, 12. октобар 2006, (М. С. Димитријевић).
20. ЗАШТО ЈЕ НОЋНО НЕБО ТАМНО – НОБЕЛОВА НАГРАДА ЗА КОСМОЛОГИЈУ (ФИЗИКУ) ЗА 2006, Гимназија, Прокупље, 16. октобар 2006, (М. С. Димитријевић).
21. ШПАНИЈА, Група за Астрофизичку спектроскопију – састанци четвртком, 11. јануар 2007, (М. С. Димитријевић).
22. ОД ЗВЕЗДАРЕ ДО ЗВЕЗДА (Војислава Протић-Бенишек и Милан С. Димитријевић), «Пан театар», сала «Липов лад», 25. јануар 2007.23. «50 ГОДИНА АСТРОФИЗИКЕ У РУМУНИЈИ» - НАША ЕКСПЕДИЦИЈА, Катедра за Астрономију Математичког факултета, 30. јануар 2007, (М. С. Димитријевић).

ГРАДСКА БИБЛИОТЕКА ВРШАЦ

и

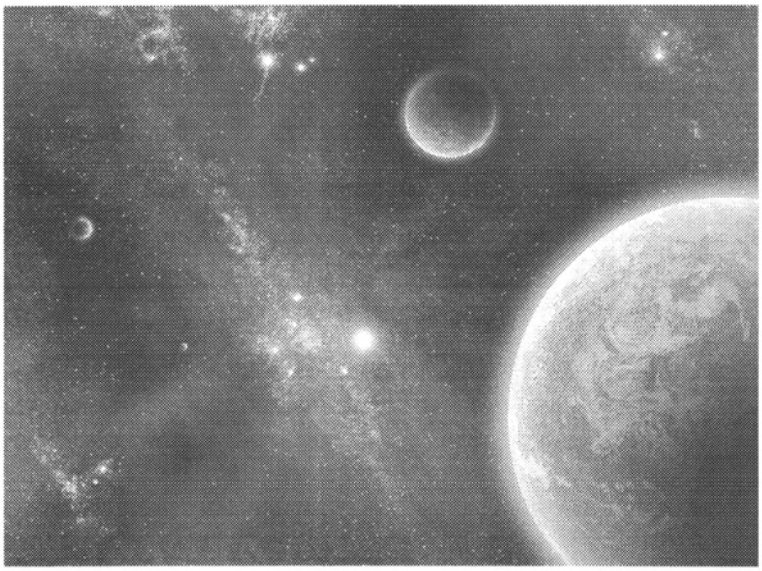
ПРИРОДЊАЧКО ДРУШТВО ГЕА

ОРГАНИЗУЈУ ПРЕДАВАЊЕ

ТЕМА

АСТРОНОМИЈА И АСТРОЛОГИЈА

-НАУКА И КВАЗИНАУКА-



ПРЕДАВАЧ:

ДР МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ

(АСТРОНОМСКО ДРУШТВО РУЂЕР БОШКОВИЋ-БЕОГРАД)

САЛОН ГРАДСКЕ БИБЛИОТЕКЕ

Четвртак, 4. октобар 2007. у 18:00

23. ШТАРКОВО ШИРЕЊЕ И ХИПЕРФИНА СТРУКТУРА ЈОНИЗОВАНОГ МАНГАНА, Група за Астрофизичку спектроскопију – састанци четвртком, 1. фебруар 2007, (М. С. Димитријевић).
24. СУНЦЕ НАША ЗВЕЗДА, Гимназија, Прокупље, 9. фебруар 2007, (М. С. Димитријевић).
25. ОДГОНЕТАЊЕ ТАЈНЕ НАСТАНКА И СУДБИНЕ УНИВЕРЗУМА, Задужбина Илије М. Коларца, 22. фебруар 2007, (М. С. Димитријевић).
26. ЗАШТО ЈЕ НОЋНО НЕБО ТАМНО – НОБЕЛОВА НАГРАДА ЗА КОСМОЛОГИЈУ (ФИЗИКУ) ЗА 2006, Истраживачка станица «Петница», Ваљево, 23. мај 2007, (М. С. Димитријевић).
27. БЕЛГИЈА, ротари клуб «Београд - Стари град 30. мај 2007, (М. С. Димитријевић).
28. ПРОМОЦИЈА ИЗДАЊА ЗАДУЖБИНЕ «АНДРЕЈЕВИЋ», Победници двадесет другог конкурса, Народна библиотека, Александар Маринчић, Миодраг Јевтић, Лидија Амиџић, Часлав Оцић, Светомир Стожинић, Миомир Коматина, Милан Димитријевић (проглашење победника двадесет другог конкурса), Коста Андрејевић, Београд, 31. мај 2007.
29. ЗАШТО ЈЕ НОЋНО НЕБО ТАМНО, Омладински летњи камп «Миланово 2007» (Миланово код Лесковца), 26. август 2007, (М. С. Димитријевић).
30. ГДЕ СУ ОНИ? ФЕРМИЈЕВ ПАРАДОКС ИЛИ ТАЈНА ВЕЛИКОГ ЋУТАЊА КОСМОСА, Омладински летњи камп «Миланово 2007» (Миланово код Лесковца), 26. август 2007, (М. С. Димитријевић).
31. Ср#Ар ЗВЕЗДЕ И БЕЧ, Група за Астрофизичку спектроскопију – састанци четвртком, 20. септембар 2007, (М. С. Димитријевић).
32. АСТРОНОМИЈА У ВИЗАНТИЈИ, Циклус Историја и епистемологија природних наука, Институт за физику, 21. септембар 2007, (М. С. Димитријевић).
33. АСТРОНОМИЈА И АСТРОЛОГИЈА – НАУКА И КВАЗИНАУКА, Градска библиотека Вршац и Природњачко друштво «ГЕА», Салон градске библиотеке, Вршац, 4. октобар 2007, (М. С. Димитријевић).
34. ТАЈНА ЋУТАЊА ВАНЗЕМАЉСКИХ ЦИВИЛИЗАЦИЈА, ротари клуб «Београд – Стари Град», среда, 10. октобар 2007, (М. С. Димитријевић).
35. ФЕРМИЈЕВ ПАРАДОКС ИЛИ ТАЈНА ВЕЛИКОГ ЋУТАЊА ВАНЗЕМАЉСКИХ ЦИВИЛИЗАЦИЈА, Група за Астрофизичку спектроскопију – састанци четвртком, 11. октобар 2007, (М. С. Димитријевић).
36. ПРОМОЦИЈА КЊИГЕ «ВЕЛИКИ РЕЧНИК АСТРОНОМИЈЕ» (са Зораном Дохчевић-Митровић и Слађаном Танасијевић), Књижара «Дерета», Кнез Михајлова 46, 12. децембар 2007, (М. С. Димитријевић).
37. НОБЕЛОВА НАГРАДА ЗА ФИЗИКУ ЗА 2007 – ОТКРИЋЕ КОЈЕ ЈЕ ОМОГУЋИЛО ЛАПТОП И ФЛЕШ МЕМОРИЈУ, Група за Астрофизичку спектроскопију – састанци четвртком, 13. децембар 2007, (М. С. Димитријевић).

НАСТУПИ НА ТВ И РАДИЈУ

1. Информативни програм (О Милутину Миланковићу и промоцији књиге Божидара Ковачека), ТВ Сити, ТВ Супер, ТВ Еко Yu, Радио Суботица, Суботица, 24. 01. 2006, (М. С. Димитријевић).
2. Информативни програм (о Николи Тесли), ТВ Рубин, ТВ ВК, Кикинда, 17. фебруар 2006, (М. С. Димитријевић).
3. Информативни програм (о Николи Тесли), Радио Кикинда, 16-17. фебруар 2006, (М. С. Димитријевић).
4. О Милутину Миланковићу, Радио Београд 2, 17-17:30, 9. март 2006, (М. С. Димитријевић).
5. Контекст 21 (О конференцији «Развој астрономије код Срба»), ТВ Београд 2, 21:40, 20. април 2006; реприза 13:00, 21. април 2006, (М. С. Димитријевић).

Анђелка Ковачевић је наступала са низом прилога у ТВ серијалу „Нешто више“, РТС 1 и у јутарњем програму – РТС 1.

Анђелка Ковачевић је организатор поетске вечери др Зорана Живковића (Матине) у Библиотеци Британског савета (2007).

УРЕЂИВАЧКА АКТИВНОСТ

1 ВАСИОНА, М. С. Димитријевић главни и одговорни уредник од бр. 1, 1985, до бр. 5, 2004. Чланови Уређивачког одбора, М. С. Димитријевић (од бр. 1, 2005), М. Дачић.

2. ПУБЛИКАЦИЈЕ АСТРОНОМСКОГ ДРУШТВА РУЂЕР БОШКОВИЋ, М. С. Димитријевић главни и одговорни уредник од бр. 4, 1985, до бр. 6, 2005. Чланови Уређивачког одбора од бр. 5, 2005. М. С. Димитријевић, М. Дачић.
   2.1 Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба IV», Београд, 22 – 26. април 2006, Уредник Милан С. Димитријевић, Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић» Св. 7, Београд 2007, 5

3. PUBLICATIONS DE L' OBSERVATOIRE ASTRONOMIQUE DE BELGRADE, главни и одговорни уредник од 1987. бр. 36 - до 2002. бр. 73, Лука Ч. Поповић уредник од бр. 51, 1998, до бр. 73, 2002.
   3.1. VI Serbian – Belarussian Symposium on Physics and Diagnostics of Laboratory and Astrophysical Plasmas, Invited lectures and contributed papers, Belgrade, Serbia, 22-25 August 2006, eds. M. Ćuk, M. S. Dimitrijević, J. Purić, N. Milovanović, Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade, **82.**

4. Библиотека DISSERTATIO, Задужбина “Андрејевић”, Београд. М. С. Димитријевић председник Редакцијског одбора библиотеке DISSERTA-

ТІО и члан Научног савета задужбине “Андрејевић”. Задужбинари М. Дачић, Н. Миловановић, З. Симић, А. Ковачевић

5. JOURNAL OF RESEARCH IN PHYSICS, Institute of Physics, University of Novi Sad, Нови Сад, М. С. Димитријевић члан International Editorial Board-а од 1998.
6. Библиотека ACADEMIA, Задужбина “Андрејевић”, Београд, М. С. Димитријевић члан Научног савета задужбине “Андрејевић”. Задужбинари М. Дачић, Н. Миловановић, З. Симић, А. Ковачевић.
7. Библиотека ПОСЕБНА ИЗДАЊА[4)], Задужбина “Андрејевић”, Београд, М. С. Димитријевић члан Научног савета задужбине “Андрејевић”. Задужбинари М. Дачић, Н. Миловановић, З. Симић, А. Ковачевић.
8. БИЛТЕН, ротари клуб “Београд Стари – Град”, подпредседник, 1. VII 1999 - 1. VII 2000, изабрани председник, 1. VII 2000 - 1. VII 2001, председник, 1. VII 2001 - 1. VII 2002, past председник, 1. VII 2002 - 1. VII 2003, од 1. VII 2002. члан Савета председника.
9. THE 5TH BULGARIAN-SERBIAN CONFERENCE ON ASTRONOMY AND SPACE SCIENCE, May 9-12, 2006, Sofia, Programme and Abstracts, eds. M. Tsvetkov, L. Filipov, M. Dimitrijević, L. Popović, Heron Press Science Series, Sofia, 2006.
10. VI SERBIAN CONFERENCE ON SPECTRAL LINE SHAPES IN ASTROPHYSICS (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007.
11. PROCEEDINGS OF THE 5TH BULGARIAN'SERBIAN CONFERENCE ON ASTRONOMY AND SPACE SCIENCE, eds. M. K. Tsvetkov, L. G. Filipov, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Heron Press, Sofia, with CD supplemented to Bulgarian Journal of Physics, 34 (2), 5-12, Sofia, 2007.
12. SPECTRAL LINE SHAPES IN ASTROPHYSICS: VI SERBIAN CONFERENCE (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, Melville, New York, 2007.
13. European Journal for Science and Theology, М. С. Димитријевић члан Editorial Board-а од вол. **1**, бр. 4, 2005.

МЕНТОРСКА АКТИВНОСТ

Милан С. Димитријевић

1. Магдалена Дочева Христова: 2007, ДИАГНОСТИКА НА РАЗРЯД В ПОЛЕ НА ПОВЪРХНИННА ВЪЛНА ПО РАЗШИРЕНИЯАТА НА ИЗЛЪЧЕНИТЕ СПЕКТРАЛНИ ЛИНИИ, Дисертация за получване на научната и образователна степен „доктор“, Висша атестационна комисия, Специализиран научен съвет по радиофизика, физична и квантова електроника, София.

ПРЕДАВАЊА НА ВИСОКОШКОЛСКИМ УСТАНОВАМА

Милан С. Димитријевић

1. АСТРОНОМСКА СПЕКТРОСКОПИЈА, Математички факултет, Катедра за астрономију и астрофизику, последипломске студије, друга година. (од 1988. године).
2. УТИЦАЈ СУДАРА СА НАЕЛЕКТРИСАНИМ И НЕУТРАЛНИМ ЧЕСТИЦАМА НА ЗВЕЗДАНЕ СПЕКТРЕ, Математички факултет, Катедра за астрономију и астрофизику, последипломске студије, друга година (од 2000. године).

Миодраг Д. Дачић

1. ГЕОДЕТСКА АСТРОНОМИЈА, Грађевински факултет, Геодетски одсек, Универзитет у Подгорици (предавања и вежбе у зимском семестру 2006/07 и 2007/08).

Анђелка Ковачевић

1. ОПШТА АСТРОНОМИЈА, Математички факултет, Катедра за астрономију и астрофизику, вежбе (од 1997).
2. ПОЛОЖАЈНА АСТРОНОМИЈА, Математички факултет, Катедра за астрономију и астрофизику, вежбе (од 2006).
3. НЕБЕСКА МЕХАНИКА, Математички факултет, Катедра за астрономију и астрофизику, предавања (од 2006).

МЕЂУНАРОДНА САРАДЊА

АУСТРАЛИЈА

School of Philosophical and Historical Inquiry, University of Sidney, Camperdown (сарадња са **М. С. Димитријевићем):**
Shea Goyette

БРАЗИЛ

Universidade de Sao Paulo (сарадња са **Д. Јевремовићем):**
P. Coelho

БУГАРСКА

1. Пројекат «DEVELOPMENT AND APPLICATION OF ASTRONOMICAL DATABASES» потписан за период 1.01.2004 -31.12.2006 и 1.01.2006-31.12.2008.

Координатори пројекта:
Милчо Цветков, Институт за космичка истраживања, Софија, Бугарсака
Милан С. Димитријевић, Астрономска опсерваторија, Београд
Учесници из Бугарске: **Милчо Цветков, Димитар Јорданов, Катја Цветкова, Константин Ставрев, Ана Борисова, Васил Попов, Христо Лукарски, Светлин Фотев, Румен Богдановски, Дамјан Калагларски, Димитар Лукарски.**

Учесници из Србије: **Милан С. Димитријевић, Лука Ч. Поповић, Војислава Протић-Бенишек, Миодраг Дачић, Зорица Цветковић, Еди Бон, Зоран Симић, Предраг Јовановић, Ненад Миловановић, Драгана Илић, Владимир Бенишек.**

2. **Магдалена Христова**, Катедра за Примењену физику, Технички универзитет, Софија. Сарадња са М. С. Димитријевићем који јој је ко-ментор докторске дисертације. У сарадњу укључен и **Андреј Николов** и **Лачрзар Христов.**

ГРЧКА
1. Пројекат "ASTRONOMY: HISTORY AND PILOSOPHY", потписан за период 2004 – 2008.

Координатори пројекта:
Efstratios Theodossiou, Department of Astronomy, Astrophysics and Mechanics, School of Physics, University of Arthens, Грчка
Милан С. Димитријевић, Астрономска опсерваторија, Београд

Учесници из Грчке: **Efstratios Theodossiou, Emmanuel Danezis, Evangelia Lyratzi, Vassilios Manimanis, Theodulos Grammenos, Maria Stathopoulou.**

Учесници из Србије: **Милан С. Димитријевић, Лука Ч. Поповић, Миодраг Дачић, Зорица Цветковић, Еди Бон, Зоран Симић, Предраг Јовановић, Ненад Миловановић, Драгана Илић.**

2. Пројекат «THE SPECTROSCOPY OF ACTIVE GALACTIC NUCLEI AND HOT EMISSION STAR», потписан за период 2004 – 2008.

Координатори пројекта:
Emmanuel Danezis, Department of Astronomy, Astrophysics and Mechanics, School of Physics, University of Arthens, Грчка
Лука Ч. Поповић, Астрономска опсерваторија, Београд

Учесници из Грчке: **Efstratios Theodossiou, Emmanuel Danezis, Evangelia Lyratzi, Antonis Antoniou, Antonis Soulikias, Dimitris Nikolaides, Maria Stathopoulou.** Укључени и **E. Chatyichristou** и **G. Christou**
Учесници из Србије: **Лука Ч. Поповић, Милан С. Димитријевић, Миодраг Дачић, Еди Бон, Зоран Симић, Предраг Јовановић, Ненад Милованović, Драгана Илић.**

ЕНГЛЕСКА
Dartmouth College (сарадња са **Д. Јевремовићем):**
Aaron Dotter, Brian Chaboyer

МАЂАРСКА
Research Institute for Solid State Physics and Optics, Будимпешта (сарадња са **М. С. Димитријевићем):**
Laszlo Csillag

НЕМАЧКА
Опсерваторија у Хамбургу – Hamburger Sternwarte (сарадња са **Д. Јевремовићем, М. С. Димитријевићем):**
Peter Hauschildt

РУСИЈА
1. Пројекат " ФОРМИРАЊЕ И РАЗВОЈ БАЗА ПОДАТАКА", потписан за период 2004 – 2006; 2006 - 2008.

Координатори пројекта:
Олга Б. Длужњевска, Институт за теоријску астрономију Руске академије наука, Москва
Лука Ч. Поповић, Астрономска опсерваторија, Београд

Учесници из Србије: **Милан С. Димитријевић, Ненад Милованović**

2. Пројекат "INVESTIGATION OF COLLISIONAL PROCESSES IN ATMOSPHERES OF HOT STAR", потписан за период 2004 – 2006; 2006 - 2008.

Координатори пројекта:
Тања Рјабчикова, Институт теоријске астрономије Руске академије наука, Москва
Лука Ч. Поповић, Астрономска опсерваторија, Београд, 2004 – 2006
Милан С. Димитријевић, Астрономска опсерваторија, Београд, 2006 – 2008

Главна астрономска опсерваторија Руске академије наука «Г. Штернберг», Москва (сарадња са **А. Ковачевић):**
Николај Г. Бочкарев, В. Х. Чавушјан

Специјална астрофизичка опсерваторија Руске АН, Нижниј Архиз, Карачаево- Черкезија
Ала Шаповалова, Александр Буренков (сарања са **А. Ковачевић**)
Александрина А. Смирнова, Алексеј В. Мојсејев, В. Л. Афанасјев (сарања са **М. Дачићем**)
Санкт Петерсбуршки државни универзитет, Санкт Петербург, Петродворец (сарадња са **М. С. Димитријевићем):**
Андрej Н. Кључарев, Николај Н. Безуглов, Андрej А. Матвеев

САД
NASA Marshal Space Flight Center, Huntsville, Alabama (сарадња са **Д. Танкосић**):
Mian M. Abbas, Paul D. Craven, James F. Spann, E. A. West, Richard B. Hoover

University of Alabama, Huntsville, Alabama (сарадња са **Д. Танкосић**):
R. P. Camata, P. A. Gerakines, Jessica Anne Gaskin

George Mason University, Fairfax, Vayoming (сарадња са **Д. Танкосић**):
J. C. Weingartner

Department of Physics, University of Alabama, Birmingham, Alabama (сарадња са **Д. Танкосић**):
A. LeClair

Department of Earth and Planetary Sciences, University of Tennessee, Knoxville, Tennessee (сарадња са **Д. Танкосић**):
Lawrence A. Taylor

NASA Goddard Space Flight Cener, Greenbelt, Maryland (сарадња са **Д. Танкосић**):
J. A. Nuth, Michael J. Dube

University of Oklahoma, Norman, Oklahoma (сарадња са **Д. Јевремовићем):**
Edward Baron, Aida Nava, Darrin Casebeer, Richard B. C. Henry

Washington State University (сарадња са **Д. Јевремовићем):**
Lee Hyun-chul, Guy Worthey, J. Serven

University of Wisconsin (сарадња са **Д. Јевремовићем):**
M. Briley

Wichita State University (сарадња са **Д. Јевремовићем):**
Jason W. Ferguson

Department of Astronomy, University of Florida, Gainesville, Florida (сарадња са **Д. Јевремовићем):**
Ata Sarajedini

Department of Physics and Astronomy, Rice University, Houston, Texas (сарадња са **Д. Јевремовићем):**
Jay Anderson

ТУНИС
Универзитет у Бизерти (сарадња са **М. С. Димитријевићем**):
Nebil ben Nessib, Haykel Elabidi, Walid Foued Mahmoudi, Besma Zmerli, Rafik Hamdi

ФРАНЦУСКА
Медонска опсерваторија, Медон, Париз (сарадња са **М. С. Димитријевићем**):
Sylvie Sahal-Bréchot

Centre de Recherche Astronomique de Lyon, Ecole Normale Superieur, Lyon (сарадња са **Д. Јевремовићем** и **М. С. Димитријевићем**):
France Allard

ХОЛАНДИЈА
Kapteyn Astronomical Institute, Groningen
A. G. G. M. Tielens (сарадња са **Д. Танкосић**)
S. C. Traeger (сарадња са **Д. Јевремовићем**)

ШПАНИЈА
Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid, Madrid (сарадња са **М. С. Димитријевићем**):
Rafael Mayo, Monserat Ortiz

Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales, Córdoba (сарадња са **М. С. Димитријевићем**):
Maria Dolores Calzada Canalejo, Cristina Yubero, Maria Carmen Garcia

Захвалница

Овај рад је део пројекта 146022 *Историја и епистемологија природних наука*, код Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије.

ACTIVITIES OF PARTICIPANTS OF THE PROJECT 146001 "INFLUENCE OF COLLISIONAL PROCESSES ON THE ASTROPHYSICAL PLASMA SPECTRA" - 2006-2007

The review of activities of participants of the project 146001 "Influence of collisional processes on the astrophysical plasma spectra", supported by the Ministry of Science and Technological Development from 1st January 2006 up to 31st December 2007 is given. Besides the bibliography of scientific results, other activities of the project participants, such as text-books, activities in literature, editing, organization of scientific conferences, pedagogical work etc. are presented.

Зборник радова конференције "Развој астрономије код Срба V"
Београд, 18-22. април 2008,
уредник М. С. Димитријевић
Публ. Астр. друш. "Руђер Бошковић" бр. 8, 2009, 339-354

РИГА ОД ФЕРЕ И АСТРОНОМИЈА У ЊЕГОВОЈ «АНТОЛОГИЈИ ФИЗИКЕ» (Поводом 250. годишњице рођења)

ЕФСТРАТИЈЕ ТЕОДОСИЈУ[1] , ВАСИЛИЈЕ Н. МАНИМАНИС[1], МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ[2] и ЕМАНУЕЛ ДАНЕЗИС[1]

[1]*Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, School of Physics, University of Athens, Panepistimiopolis,Zografos 157 84, Athens, Greece*
e-mail: vmanimanis@phy.ua.gr, vmanimanis@phy.ua.gr, edanezis@phy.ua.gr
[2]*Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд, Србија*
e-mail: mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu

Резиме. Рига од Фере (Велестино 1757 – Београд 1798) био је симбол слободе и један од претеча просветитељског покрета у Грчкој. Неуморним интелектуалним истраживањима, књигама, публикацијама и револуционарним идејама, успео је да допринесе интелектуалном буђењу своје поробљене нације, уводећи идеје европског просветитељства, заједно са порукама Француске револуције. Његова визија је била револуција великих размера, устанак поробљених народа против Отоманске репресије, који би довео до успостављања демократске заједнице народа на целом Балкану и у суседним источним подручјима. С обзиром на то, као и на мученичку смрт у Београду значајан је и за српску историју. Између осталих дела, нарочито је важна *Антологија физике* где су присутни и астрономски садржаји. У овом чланку су представљени и анализирани његов живот и рад а посебна пажња посвећена је астрономским садржајима у поменутом делу.

1. УВОД

Рига од Фере (Велестино 1757 – Београд 1798) био је гласник и мученик слободе али такође и један од претеча просветитељског покрета у Грчкој. С обзиром на његову борбу за ослобођење балканских народа од турског ропства и мученичку смрт у Београду значајан је и за српску историју. Занимљиво је да је написао *Антологију физике* где су присутни и астрономски садржаји, којима ћемо се, као и његовим животом и осталим делима, бавити у овом раду, па је од интереса и за историју астрономије.

Узео је презиме Велестинлис према граду Велестино у Тесалији, где је 1757. године рођен. Код нас је познат као Рига од Фере, како се често називао, пошто је његово родно место близу античког града са таквим именом. Основно образовање добио је у школама оближњих села на Пелиону, посебно у Загори, где се о образовању ђака тада старао бивши васељенски патријарх Калиник Трећи, који се повукао у своје родно место. Богата библиотека у Загорској школи стварала се поклонима успешних трговаца, посебно Јоанеса Прингоса. Предавачи су били стручни и пуни знања, тако да је Рига добио најбоље могуће образовање како из старог грчког и историје, тако и из астрономије и филозофије.

Учио је стране језике, италијански и посебно француски, пошто су образовани млади људи са њиховим познавањем били веома тражени за трговачку преписку и друге трансакције богатих Пелионских трговаца који су се настанили у Константинопољу и аутономним кнежевинама близу Дунава. Такав пут следио је и Рига. После Кучук-Кајнарџијског мира (1774), отишао је прво у Цариград а касније у Букурешт, где су грчко просветитељство и језик били присутни.



Слика 1: Грчка црква у Букурешту са спомеником Риги од Фере.

Много података о Ригином животу може се наћи у књизи *Рига Велестинлис* Леандроса Вранусиса (1968) и у новом разматрању његове улоге и социјалног окружења, филозофа Лукаса Акселоса (2003). Поменути аутори се слажу да није био довољно срећан да студира на универзитету, али је и у Истамбулу и у Букурешту систематски обогаћивао своје интелектуалне капацитете. Имао је жеђ за учењем, природну радозналост, а такође и јаку жељу и амбицију да достигне ниво образовања највиших кругова у својој околини. Много користи имао је и од дружења са народом и омладином грчке четврти Фанар у Цариграду (Фанариоти).



Слика 2: Споменик Риги од Фере у дворишту Грчке цркве у Букурешту.

Касније, у Букурешту, службовао је на двору грчког кнеза Влашке Николаоса Караџаса (1782-1783), ученог човека који је на грчки превео обимно дело Волтера и проучавао текстове француских енциклопедиста. У Букурешту, Рига је завршио учење страних језика и успео да обезбеди високи положај као кнежев секретар и човек од поверења. У доби од тридесет година, био је релативно утицајан, добро познат у високом друштву фанариотских суверена Влашке а сарађивао је и са вишом школом просвећених учених људи у Букурешту. Ипак немирни дух грчког визионара није имао починка. Као секретару, постали су му блиски главни европски језици, док је преводио и хранио своју љубав за учењем радовима енциклопедиста и последњим достигнућима науке.

2. РИГИНА ДЕЛА

Са 33 године, 1790, Рига изненада добија могућност да шест месеци борави у Бечу, «престоници» грчких емиграната. Као тумач и секретар пратио је Христодулоса Кирлијаноса «Великог сердариса» кога је аустријски император, за услуге царству наградио титулом барона од Лангенфелда. Рига је већ био написао и превео неке од својих бројних радова и имао је потребу да их штампа. Њихова разноликост осликава његову богату активност , а проучавање показује да му је основни циљ био јачање историјске самосвести

и самопоуздања свих балканских народа. У Бечу, он се прво јавља као аутор три књиге. После контаката са цветајућом грчком заједницом иде код грчких штампара и објављује серију кратких прича преведених са француског, из обимне збирке приповедака Ретифа де ла Бретона (1734-1806), обогаћених стиховима савремених фанариотских песама, под општим насловом *Школа деликатних љубавника* (Схолеио тон деликатон ерастон).

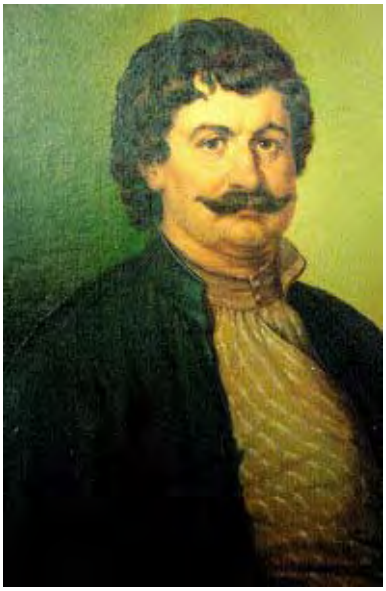
Осим тога, успео је да штампа популаризаторски приручник за познавање природе и астрономију *Антологија физике* (Фисикис Апантхисма). Ово дело даје чињенице преузете из француских и немачких референтних књига о астрономији и физици, представљене у личном Ригином стилу. Уствари, у *Антологији физике* Рига нуди младим грчким ученицима научно знање француске *Енциклопедије* Дениса Дидроа (1713-1784) и Жана ле Ронд д'Аламбера (1717-1783). Књига је писана на народном грчком да би популарисала научно знање према идејама француских енциклопедиста и пружила допринос остварењу тежње «*да на сваки начин пали Грчки народ опет стане на своје ноге*». Карактеристичан је мото који је Рига написао у овој књизи: «*Ко слободно мисли, добро просуђује*». Од тада, он карактерише



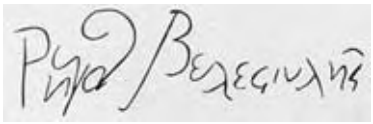
Слика 3: Спомен плоча на Ригиној кући у Бечу.

овог пасионираног демократу. Ниједан штампани примерак *Антологије физике* није преостао, али срећом у библиотеци мецовског трговца у Бечу Д. Постолакаса, нађен је оригинални рукопис, који се сада чува у Грчкој националној библиотеци у Атини, у одељењу рукописа, под бројем 1288. Грчко физичко друштво публиковало га је 1971, са предговором Михаила Анастасиадеса (1909-1978), тада професора Електронске физике на Универзитету у Атини (Ригас Велестинлис, 1971).

На крају ове књиге Рига је најавио да је превео готово половину Монтескјеовог *Духа закона*, што никада није штампано нити је рукопис нађен. То представља Ригу као значајну личност за историју политичких идеја, као преносиоца теоријских основа Француске револуције.



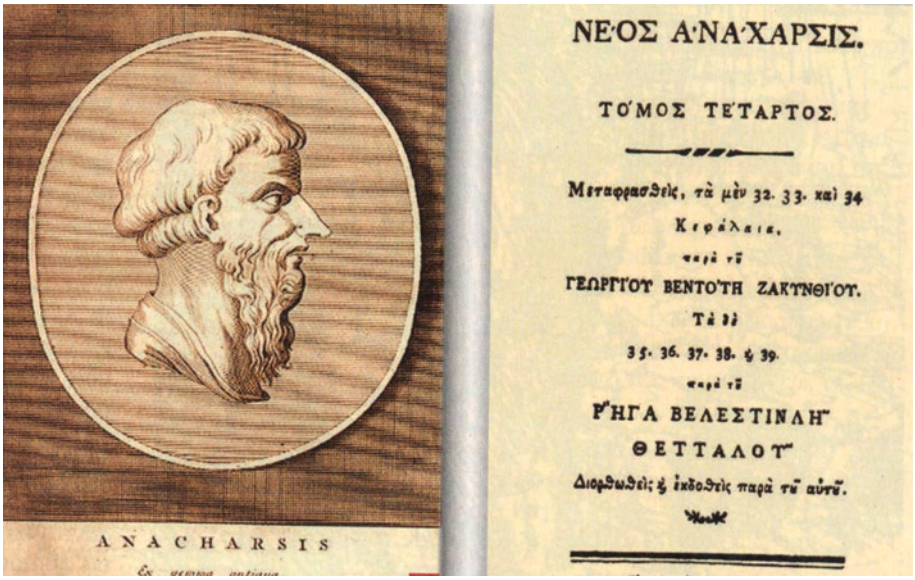
Слика 4: Портрет Риге од Фере.



Слика 5: Ригин потпис.

Напомињемо да је 1998. поводом 200-годишњице његове смрти, Грчки парламент задужио групу научника на челу са проф. Пасхалисом М. Китромилидесом, да у част Риге од Фере припреме специјално издање његових постојећих радова, те је од 2000. до 2002. штампано пет томова, као резултат овог веома значајног подухвата. Поред *Школе деликатних љубавника* и *Антологије физике*, штампане су и друге Ригине књиге које

припадају наредној фази његове издавачке активности, када је 1796-1797. опет боравио у Бечу. То су *Етички троножац* (Етикос трипус), *Нови Анахарсис* (Неос Анахарсис), и *Нова политичка управа становника Румелије, Мале Азије, медитеранских острва и Влахобогданије* (Неа политики диоикиси тон катоикон тис Румелис, тис Микрас Асиас, тон Месогеион ниссон каи тис Влахобогданиас).

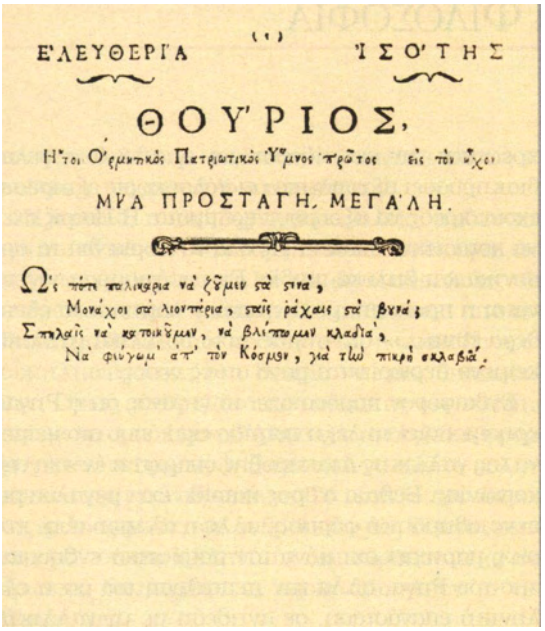


Слика 6: «Нови Анахарсис» Риге од Фере. Четврти том Сабраних дела које је издао Грчки парламент (Рига Велестинлис 2000-2002).

Књига *Нови Анахарсис*, у основи измишљено путовање по античкој Грчкој, је прилагођени превод *Путовања младог Анахарсиса у Грчку*, углавном историјског романа опата Ж. Бартелемија (1788), који открива дубоко познавање антике и обожавање грчког класичног чуда. Рига је такође објавио и друге преводе иностране литературе. Ови текстови су претстављени тако, да са Ригиним предговором и примедбама добију патриотски карактер, спремајући народ за устанак против Турака. Осим тога, Рига је користио народни језик, као инструмент своје писане пропаганде. Посебно је *Нови Анахарсис* од аустријске полиције био сматран као опасна књига, пошто је, како је написано у документима о Ригином хапшењу, «*тајна жеља Грка увек била усмерена ка формирању независне државе, чињеница која се, као искра, може проширити такође и на друге крајеве*».

Борбеног духа, обелоданио је *Војни приручник* (Стратиотикон Енголпион), упутство за обуку грчких устаника. Професор астрономије на Атинском универзитету, Деметриос Коцакис истиче (1983) да је *Антологија физике*, прва научно популарна књига за Грке из ове области, доказ његовог научног прегнућа.

Као државник и човек закона, Рига је припремио *Нову политичку управу*..., дело које је по своме саставу и очекиваној практичној улози, било обликовано очигледним револуционарним приликама тога доба и жељом да им се прилагоди. Састављено је од увода, Права човека, Устава Грчке демократије и Бојне песме (Туриос). Он често готово дословно следи француски узор, упркос Ригиним настојањима да усвоји само облик и типичне елементе, а текст приреди у складу са грчким духом.


ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ ΙΣΟΤΗΣ

ΘΟΥΡΙΟΣ,

Ἤτοι Ὁρμητικὸς Πατριωτικὸς Ὕμνος πρῶτος εἰς τὸν ἦχον

ΜΙΑ ΠΡΟΣΤΑΓΗ, ΜΕΓΑΛΗ.

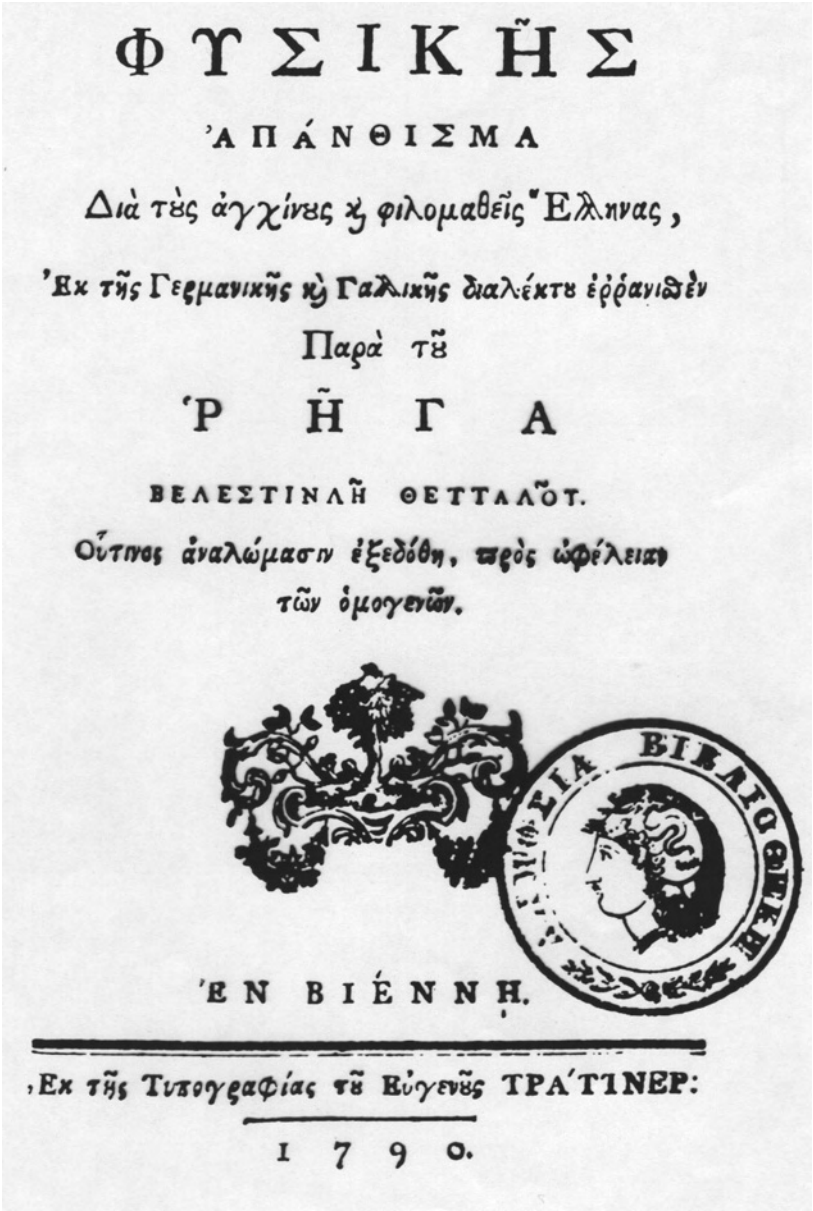
Ὡς πότε παλικάρια νὰ ζοῦμεν στὰ στενὰ,
Μονάχοι σὰ λιοντάρια, σταῖς ῥάχαις στὰ βουνά;
Σπηλαῖς νὰ κατοικοῦμεν, νὰ βλέπωμεν κλαδιά,
Νὰ φεύγωμ' ἀπ' τὸν Κόσμον, γιὰ τὴν πικρὴ σκλαβιά.

Слика 7: Ригина «Бојна песма» - Туриос, коју је Кристофорос Перајвос ширио 1798. на Криту.

Ригина *Бојна песма* (Туриос) заједно са *Патриотском химном Хеладе и целе Грчке ка освајању њихове слободе* (Имнос патриотикос тис Еладо каи олис тис Грекиас прос ксанапоктисин тис афтон елефтхериас) и *Револуционарни проглас* (Епанастатики прокирикси) су национално духовно наслеђе, зато што су пробудили свест и помогли Грчком народу да спозна себе и припреми се за ослобађање. *Бојна песма* је преведена на разне језике а на српски је препевала 2003. Ксенија Марицки-Гађански (Рига од Фере, 2003).

3. *АНТОЛОГИЈА ФИЗИКЕ* КАО ИНСТРУМЕНТ ПРОСВЕЋЕЊА И НАРОДНОГ УСТАНКА

Антологију физике Рига је публиковао 1790. године својим средствима *«на добро Грка»*, како је написао. Користећи народни језик, на једноставан али јасан начин, покушава да пружи омладини поробљене Грчке основна


Φ Υ Σ Ι Κ Η͂ Σ

΄Α Π Ά Ν Θ Ι Σ Μ Α

Διὰ τὺς ἀγχίνους ϗ φιλομαθεῖς Ἕλληνας,

΄Εκ τῆς Γερμανικῆς ϗ Γαλλικῆς διαλέκτυ ἐρράνισθεν

Παρὰ τῦ

΄Ρ Η͂ Γ Α

ΒΕΛΕΣΤΙΝΛῊ ΘΕΤΤΑΛΟ̃Τ.

Οὗτινος ἀναλώμασιν ἐξεδόθη, πρὸς ὠφέλειαν τῶν ὁμογενῶν.

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

΄Ε Ν Β Ι Έ Ν Ν Η.

΄Εκ τῆς Τυπογραφίας τῦ Εὐγενῦς ΤΡΑ΄ΤΙΝΕΡ:

1 7 9 0.

Слика 8: Насловна страна «Антологије физике».

знања о астрономији и физици која су већ укључена у западноевропско образовање.

То је у Европи било доба великих преображаја, време просветитељства и Француске револуције, када су Рига и други грчки родољуби почели да верују да ће знање донети слободу духа што ће бити праћено збацивањем омрзнуте Отоманске власти. *Антологија физике* је велика књига ако се разматра у оквиру научно-филозофске климе тога времена. Рига користи метод питања и одговора, којим покушава да допринесе образовању својих земљака у духу просветитељства, да понуди реформисани пут учења и да нову природну науку са експерименталним методама учини приступачнију грчкој јавности.

Рига, како пише у предговору, не покушава да покаже своје знање или списатељско умеће. Он пише једноставно, на народном језику, тако да «*свако може да га разуме и добије малу идеју о непојмљивој физици*».

Он *Антологију физике* сматра важном за ширење знања и као инструмент за народни устанак, оружје против таме и тираније. Стога је написана на једноставан начин пошто јој је најважнија сврха да буде схваћена. Рига није никада тежио слави физичара или астронома, његов циљ је био буђење нације, и томе је посветио живот. Осим тога, овом књигом хтео је да побуди у грчким духовима радозналост и интерес за научна достигнућа просвећене Европе. Веровао је да својим писањем уводи Просветитељство у поробљену Грчку, те да је управо то покренуло Француски народ да збаци тиранију. Овај Ригин крик за слободом имао је одређени учинак и стога се може сматрати претечом грчког рата за независност. Просветитељство које је започео *Антологијом физике*, двадесет година касније, Ратом за независност, почело је да даје плодове.

Приказивање основа физике и астрономије написаних пре више од двеста година, свакако неће придонети данашњем знању. Може се рећи да Рига у својој књизи приказује антологију знања о природи оног доба да би сузбио празноверје (нпр. о кометама) и привукао интерес, оних који желе да сазнају, помоћу једноставних основних података, како би се код Срба рекло на доситејевски начин. Идући стопама Сократа и Галилеја, користи форму дијалога са неком врстом ученика и на постављена питања даје јасне одговоре обогаћене са много примера из свакодневног живота. Такође, ради бољег разумевања, описује једноставне експерименте.

Покушава да понуди општу идеју о огромности универзума са безбројним «сунцима», што његов ученик схвата и усхићено узвикује: «*Мој Боже, колико много сунаца, колико много светова*». Осим тога, Рига се труди да дочара општу идеју о кретањима у Сунчевом систему, помињући прво Птолемеја и геоцентрични систем а онда Коперника, Галилеја и хелиоцентрични. Ту такође помиње и претече – античке грчке филозофе – као што су Филолај, Хикета, и наравно, Аристарх са Самоса.

Његова догма је «*верује и истражује*», а религиозност је очигледна из изјаве: «*За Великог Творца све је лако, а људи не греше ако истражују*

Његово дело и Његову реч, која је веома далеко од њиховог ограниченог ума». Теорија о сврси стварања Васионе и насељивости планета, коју нуди, занимљива је због једноставности:



Слика 9: Портрет Риге од Фере.

Ако усвојимо претпоставку да Бог није ништа створио без циља, планете морају имати сврху и разлог. Зашто мислиш да су створене? Ми не видимо ни један тако важан разлог осим да сматрамо да су настањене. Шта више, закључујемо, да су, пошто су настањиве, створене са тиме на уму и њихови становници имају сличну природу и разум као и ми.

Знајући високе и ниске температуре на другим планетама и велике разлике у тамошњим условима у односу на земаљске, изводи свој једноставни закључак: «*Становници Меркура и Сатурна треба да буду веома различите природе; пошто прва планета има тако велику топлину да изазива кључање воде, док је на другој лето тако хладно да се може упоредити са најужаснијом зимом*».

Ученик на то каже да становници Меркура ваљда једу ... ваздух, пошто би врелина спалила сваки облик вегетације, док Сатурњани треба да се смрзавају од хладноће. Рига му одговара да нажалост о становницима других планета мисли као човек са Земље. Он очекује да ако тамо има живих бића, буду вероватно прилагођена да се хране ваздухом и опстану у ватри, односно нађу храну у леденим кристалима и издржавају страховиту хладноћу.

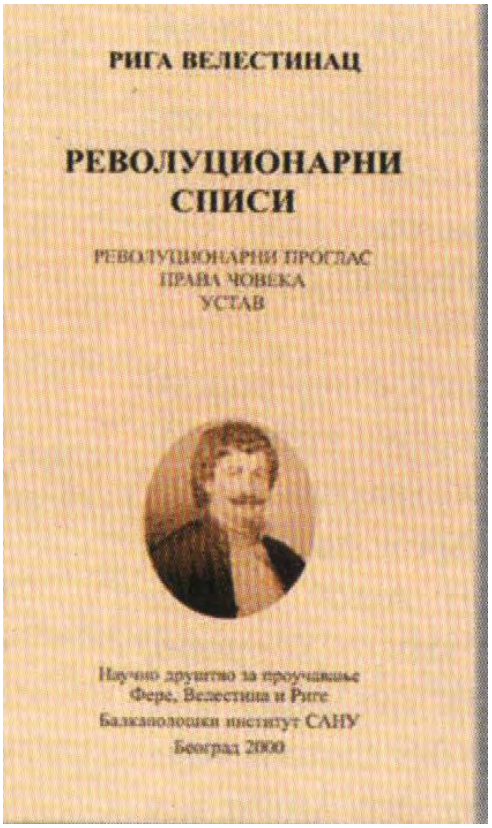
Образлаже да је настањивост планета оправдана на основу оновремене теорије о «електричној материји». Сматра да је на Меркуру има мало, док је Сатурн окружен «електричним ваздухом» (прстенови) те је има довољно да тамо подржава живот.

Што се тиче Сунца, Рига зна да му је природа друкчија од ватре која гори на Земљи. У књизи наводи претпоставке онога доба о природи светлости и сунчевој енергији. Помиње електричну енергију, сматрајући да Сунце делује као електрична сфера, која обртањем око своје осе ствара трење, те тако зрачи светлост и топлоту. Помоћу електричне материје објашњава вечну и неистрошиву природу Сунца (конзервација електрицитета).

Свакако такви погледи нису у складу са данашњим знањем; али у оно време *Антологија физике* била је пионирски рад, који је приказивао савремене научне теорије о саставу Универзума, настањивости планета, те природи светлости и сунчеве енергије. На основу тада нових концепата електричне материје и електричних појава, Рига замишља Васиону прожету њима, додељујући дубљу електричну природу не само светлости него и гравитацији.

4. РЕВОЛУЦИОНАРОВ ТРАГИЧНИ КРАЈ

Ригини револуционарни планови и друштвено-политичке тежње на прави начин су сабране и приказане у његовом *Прогласу*. За две ноћи, октобра 1797, Ригин револуциоинарни проглас је тајно штампан у три хиљаде примерака. Један једини лист папира великог формата са густим текстом, почињао је универзалним мотом «Слобода – једнакост – братство», настављао се са ватреном објавом *Декларације права човека* и *Уставом новог поретка* а завршавао *Бојном песмом*. Изгледа да је у Бечу такође деловало и «Ригино тајно братство», о коме се и данас мало зна. Научно друштво за проучавање Фере, Велестина и Риге, објавило је 2000. у Београду, заједно са Балканолошким институтом САНУ, *Револуционарне списе Риге Велестинца (Револуционарни проглас, Права човека, Устав)* у преводу Мирослава Вукелића.



Слика 10: Српски превод «Револуционарних списа» Риге од Фере.

Кутије са *Прогласом* послате су као роба из Беча у Трст, тада главну луку моћне Аустроугарске империје, где је и сам Рига дошао 8. децембра 1797. Оне су пале у руке аустроугарских власти, због издаје трговца из Кожана Деметриоса Икономуа, који је имао радњу у Истамбулу и био у ширем кругу Ригиних сарадника. Кордатос (1983) сматра да је Иконому био агент грчког религиозног естаблишмента, Васељенске патријаршије и Фанариота, који никако нису желели револуцију која би угрозила њихове привилегије. Исто мишљење дели Лука Акселос (2003), који додаје да је интерес богатијег дела грчке заједнице, био у ширем смислу сличан оном иностраних колонијалиста у области југо-источног Медитерана. Они нису хтели да делају против постојеће власти.

Тако су револуционарни планови и демократске визије, изражене кроз продуховљене стихове и велике прогласе за уједињену демократску југоисточну Европу, остали неостварени, пошто је Ригу, спремног да крене за Грчку, у Трсту, 19. децембра 1797, ухапсила аустријска полиција.



Слика 11: Споменик Риги од Фере у Београду.

Заплењени примерци његових радова били су спаљени, а о свему обавештен министар полиције у Бечу. Он је наредио истрагу, обавестивши цара о грчкој завери. Следило је искорењивање «тајног братсва» чији су чланови позатварани. Треба напоменути да је Рига био у земљи ватреног подржаваоца Отоманске империје, кнеза Метерниха (1773-1859). Без обзира



Слика 12: Статуа Риге од Фере на улазу у Универзитет у Атини.

на оптужујуће чињенице, да је њихов «злочин» био на редовном суду, вероватно у основи не би били строго кажњени. Наиме Рига и његови другови нису ковали заверу против цара државе у којој су ухапшени и под обичним околностима вероватно се са њима не би тако поступало, али је судбина отоманских поданика била друкчија него што би било да су грађани



Слика 13: Табле које обележавају улицу Риге од Фере у Београду.

Аустрије. Они су предати Турцима а остали само протерании са Хабзбуршких поседа.

Тако је једино Ригу и његових седам земљака, јака стража одвела 27. априла 1798. из Беча у Земун и изручила Осман паши 10. маја. Заточени су у Небојшиној кули, где су 13. (24. по Грегоријанском календару) јуна 1798. били задављени. Неколико дана после њихове смрти, *Бојну песму* и *Патриотску химну* је на Крит, тада под француском влашћу, донео Ригин верни сарадник Кристофорос Перајвос.

Данас, у Београду постоји споменик вајара Константина Аргириса овом великом човеку, који су 1994. подигли град Београд и грчко Министарство културе, на почетку улице која носи његово име.

Универзитет у Атини је, у славу ученог човека и мученика грчке борбе за ослобођење од турског ропства, поставио његову статуу на улазу Пропилеја (код старе главне зграде). Донатор је био добротвор Џорџ Авероф а ректор Константин Вусакис. Скулптуру је начинио вајар Јоанис Косос.

Рига је у тренутку преране смрти имао 41. годину, али је иза себе оставио велики спомен. Код Срба, Свет. Николајевић је 1889. објавио у часопису *Отаџбина* и као посебну публикацију *Рига из Фере: песник и патриота грчки*. Интересантно је да је понудио новац од ових дела као прилог за изградњу Ригиног споменика. Напоменимо и да је у Београду 1998. године одржан међународни симпозијум Рига Велестинац и балкански народи (Стојановић, 2003).

Поклич слободе Риге од Фере и мученичка смрт, покретали су његове поробљене земљаке. «Филики Етаирија» (Друштво Пријатеља) 1814. и борци револуције из 1821. одали су му признање као претходнику модерног грчког просветитељства и мученику слободе. Рига је постао (и остао) симбол, херој који се борио и жртвовао себе за националне и општељудске идеале, мислилац и визионар чији кредо може да се сумаризује његовим мотом:

«К о с л о б о д н о м и с л и д о б р о п р о с у ђ у ј е».

Захвалница

Овај рад је урађен у оквиру пројекта «Астрономија, историја и филозофија», потписаног између Астрономске опсерваторије у Београду и Катедре за Астрономију, Астрофизику и Механику, Школе за Физику, Универзитета у Атини. Такође је део пројекта 146022 *Историја и епистемологија природних наука*, код Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије.

Литература

Axelos, L.: 2003, *Rigas Velestinlis: Landmarks and limits in the formation of the national and social conscience in Greece*, Stochastis editions, Athens.

Vranoussis, L.; 1968, “Rigas Velestinlis”, *Works of the modern Greek classics*, Etaireia Ellinikon Ekdoseon – S. P. Tavoularis, Athens, **1-2** .

Woodhouse, C.: 1997, *Rigas Velestinlis: The first martyr of the Greek Revolution*, Greek transl. by N. Nikoloudis, Papadimas editions, Athens.

Whitrow, G. J.: 1989. *Time in History: Views of time from prehistory to the present day*, Oxford University Press, Oxford.

Kordatos, Y.: 1983, *Rigas Ferraios and the Balkan Confederation*. Epikairotita editions, Athens, 61, 76.

Kotsakis, D.: 1983, *Teachers of the Nation and Astronomy (1453-1821)*. Zoe editions, Athens.

Николајевић Свет.: 1889, «Рига из Фере: песник и патриота грчки», *Отаџбина*, **XXII**, бр. 85, Београд,104-212 (прештампано исте године као посебна публикација, Краљевско-српска државна штампарија, Београд).

Rigas, Velestinlis: 1790, *Anthology of Physics*, Vienna (National Library of Greece, in Athens, manuscript department, No. 1288). Reprinted by the Greek Physicists' Society (Athens 1971).

Рига, Велестинац: 2000, *Револуционарни списи (Револуционарни проглас, Права човека, Устав)*, превео Мирослав Вукелић, Научно друштво за проучавање Фере, Велестина и Риге, Балканолошки институт САНУ.

Rigas, Velestinlis: 2000-2002, *The Complete Rescued Works*, in 5 volumes, Greek Parliament edition, Athens.

Рига од Фере: 2003, «Бојна песма», прев. Ксенија Марицки-Гаћански, *Дневник*, Нови Сад, 25 јуни 2003.

Spandagos, V., Spandagou, R., Travlou, D.: 1998, *Greek Scientists from 1453 to 1821*, Aethra editions, Athens, 252-258.

Стојановић, Миодраг (уредник): 2003, *Међународни симпозијум Рига Велестинац и балкански народи*, Београд 1998, Филолошки факултет.

RIGAS FERRAIOS AND ASTRONOMY IN HIS "ANTHOLOGY OF PHYSICS" (For 250th years from its birthday)

Rigas Velestinlis (Velestino 1757 – Belgrade 1798) was a herald and martyr of freedom, but also one of the forerunners of the modern Greek enlightenment movement, With his restless intellectual researches, his books and publications, and his revolutionary ideas, he managed to participate in the intellectual awakening of his enslaved nation, channelling through his works the novel ideas of the European enlightenment together with the messages of French revolution. His vision was a great revolution, uprising of enslaved nations against Otoman repression, which will result in the creation of a democratic commynity of nations of Balkany and neighbouring areas. Due to this, and his tragic death in Belgrade, he is important and for Serbian history. For the history of astronomy, interesting is his *Antology of Physics*, where astronomical contents are present. In this article, his life and work are presented and analyzed, with a particular attention to the astronomical aspects of the mentioned work.

Зборник радова конференције "Развој астрономије код Срба V"
Београд, 18-22. април 2008,
уредник М. С. Димитријевић
Публ. Астр. друш. "Руђер Бошковић" бр. 8, 2009, 423-436

ПОЈАМ БЕСКОНАЧНОСТИ И ИДЕЈА О МНОШТВУ СВЕТОВА ОД АНТИЧКИХ ГРЧКИХ ДО МОДЕРНИХ КОСМОЛОГИЈА

ЕФСТРАТИЈЕ ТЕОДОСИЈУ[1] , ПЕТРОС МАНТАРАКИС[2],
МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ[3]
ВАСИЛИЈЕ Н. МАНИМАНИС[1] и ЕМАНУЕЛ ДАНЕЗИС[1]

[1]*Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, School of Physics, University of Athens, Panepistimiopolis,Zografos 157 84, Athens, Greece*
e-mail: etheodos@phy.uoa.gr, vmanimanis@phy.uoa.gr, edanezis@phy.uoa.gr
[2]*22127 Needles St, Chatsworth, California, U.S.A.*
e-mail: zanispetros@socal.rr.com
[3]*Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд, Србија*
e-mail: mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu

Резиме: Истражени су и анализирани антички грчки текстови да би се размотрило увођења појма бесконачности и идеје мноштва светова у пресократовске космологије и упоредило са неким погледима у модерној науци. У старој Грчкој, Анаксимандар је увео **апеирон** (безгранично) као почетак свега (први принцип), према његовој теорији недефинисан и увек покретан. Он рађа супротности «топло» и «хладно», као и «влажно» и «суво» и њихову вечну борбу. Резултат овог бесконачног процеса је мноштво постојећих ствари и бесконачан број универзума

Космолошки аспекат Анаксимандрове теорије има необичну лепоту; небројени светови се рађају из **апеирона** и нестају у њему. Дакле **апеирон** је повезан са вечним космолошким процесом - током времена.

Космолошки проблем огромности Универзума или њихов бесконачан број је елементарни философски проблем, док је теорија Великог праска, са концептом простор-времена, полазна тачка за описивање наше Васионе.

1. УВОД

Пресократовска философија настала је у грчким градовима Јоније крајем 7. века пре наше ере. У то време, ту су се философски погледи брзо развијали, као нигде на другом месту у Грчкој. Веровање да богови контролишу свет, уплићући се повремено у животе људи, није могло више да да задовољавајуће одговоре.

Милетска школа (Талес, Анаксимандар, Анаксимен) спојила је античку митологију са рационалним мишљењем, тражећи које силе делују у природи. Пресократовски филозофи истраживали су главни узрок настанка Космоса и силе на којима је заснован Универзум.

При томе, они су се усредсредили углавном на природни свет, проучавајући реалност која их окружује. Јонски филозофи, који су живели и размишљали у Малој Азији, пажљиво су посматрали природне појаве и њихова улога у истраживању истинитости митова, била им је пресудна. Трудили су се да изведу све могуће закључке на основу посматрања природе, користећи основну логику. Проблем првобитне супстанце (**архе**) био је један од главних за разматрање питања структуре нашег света и његовог настанка. Ови филозофи вероватно су више покушавали, да на основу неке теорије објасне «зашто» у некој појави него «како».

У сваком случају, у то време је учињен преокрет, и прилично неочекивани помак, од мистицизма и религиозности на разматрање узрочности. То је била промена која је показивала узвишеност античке грчке филозофије и имала огроман утицај на цео свет.

Свакако, нећемо занемарити чињеницу да су већина грчких пресократовских филозофа били уставри природњаци, пошто су покушавали да дефинишу «**архе**» првобитну супстанцу од које је све постало.

Талес из Милета (624-546. пре н.е.), отац античке грчке филозофије, веровао је да је вода основа свега и примарни принцип Универзума. Њен значај у животу и природи био је вероватно главни разлог који је Талеса навео на овакав закључак. Према Диогену Лаертију: *"Његово учење било је да је вода универзална првобитна супстанца и да је свет продуховљен и пун божанстава"* (Диоген Лаертије, Вол I, књига I, 27). Анаксимандар (610-540. пре н.е.), Талесов ученик, доделио је ову особину појму «**апеирон**» (бесконачност): *"Поставио је као свој принцип, један елемент који је неограничен без одређености"* (Диоген Лаертије, Вол. I, књига II, 1). Разматрајући античке грчке филозофске погледе, који материју сматрају једнаком, води, ваздуху или ватри, закључујемо да је Анаксимандров појам «**апеирон**» изведен од грчког предлога **а-** (без) и речи "**перас**" (граница, крај) са значењем да нема почетка и краја у времену и границе у простору

Овај појам је пресудан у образлагању, како су се основе космологије и јонске физике одвојиле од митологије, нешто што сматрамо првом револуцијом у науци. У то време су грчки филозофи покушавали да одговоре на два основна питања о којима су дубоко размишљали; како је настао Космос и каквог је облика. Овај напор их је учинио оцима филозофског мишљења и оснивачима науке. Пресократовци су спојили античку грчку митологију са рационалним мишљењем и тражили силе које чине природу, као и главни узрок стварања света

Уз то, идеја о мноштву светова, изведена из напора да се схвати Универзум, доноси нам, као астрономима, више питања за даља

истраживања, пошто Физика и Астрономија нису и не треба да буду далеко од Философије.

Питања постављена у антици, као што је оно о постојању мноштва Светова, о коначности или бесконачности Универзума, и теорија Великог праска између осталог, још једном покрећу разматрање основних егзистенцијалних философских проблема. То су питања на која још немамо потпуни одговор, пошто је коначна судбина Универзума неизвесна.

2. АНАКСИМАНДРОВ «АПЕИРОН»

Анаксимандар (610-540. пре н.е.) је живео када и Талес. Био му је ученик и после учитељеве смрти, преузео је његову школу. Многи учени људи сматрали су да му је раван, и да је први са Емпедоклеом из Акраганта (500-428. или 483-430. пре н.е.), увео експериментално истраживање физичких појава. У ствари био је први који је дао научни поглед на свет, ослобођен митологије (Themist. Or. 36, стр. 317 или Vorsokratiker 2, 7, Diels Hermann, 1996). Увео је појам о Универзуму, бесконачном у времену и простору.

Анаксимандар је веровао у постојање природног закона, неку врсту космичке правде, која четири основна елемента држи у равнотежи. Ови елементи су у бесконачној борби због различите природе и неједнаке густине. За Анаксимандера природна равнотежа треба вечно да се одржава, спречавајући да један елемент надвлада друге. Ово је водило одбацивању Талесовог учења о води као првобитном принципу Космоса, пошто то противречи идеји природне правде и равнотеже Ако би један елемент превладао и одбацио друге, Свет не само да би био друкчији него би се кретао ка уништењу.

Важан аргумент Анаксимандрове теорије је философска идеја о вечној и непроменљивој космичкој основи из које све настаје и у коју се све враћа. Она постоји изван четири примарна елемента и идентична је са бесконачним (**апеирон**). У његовој раној космологији то је самоодређујућа, непроменљива, бесмртна супстанца, нешто без облика и особина, без граница у времену и простору и без одређених својстава. «**Апеирон**» је бескрајно и неуништиво и то је разлог зашто светови настају из њега и ту се враћају

Анаксимандар је пак веровао, да се «**апеирон»** претвара у четири елемента који делујући између себе воде настанку свега. Они се пак распадају и враћају назад у њега. Заснивао је своје философске погледе на дефиницији речи «**архе**», која има двојно значење – почетак – али и – владавина (од грчког глагола «**архе**»).

Такође помиње «**архе**» (почетак) који није сличан било ком другом «**архе**» или неком елементу Космоса, то јест «**архе**» «који обухвата све и управља свиме». Према Аристотелу:

"*Тако се «безгранично» не може извести из било ког другог принципа, него се само сматра као принцип свега другог «обухватајући и управљајући свиме. Ово «безгранично», би онда било само божанство, «бесмртно и неуништиво», како Анаксимандар и већина природњака изјављују да јесте*" (Аристотел, Физика, III.iv. 203b 11).

Анаксимандар и његов учитељ потпуно су одбацили антропоморфни чин сексуалне репродукције међу божанским бићима, који је био у основи свих митолошких космогонија тога времена. Анаксимандар је претпостављао да је «материца Космоса», у основи «**апеирон**», способна да подари живот. У ствари живот почиње уз помоћ плодоносног семена постављеног унутар космолошког јајета. Семе оплођује своју супротност, одвојену од **апеирона**, која расте у огњеној сфери која садржи хладну масу. У почетној фази стварања, две супротности, *топло* које укључује *суво* и *хладно* које укључује *влажно*, су одвојене. Услед деловања *топлог, суво* и *влажно* се раздвајају и стварају копно и море Последица деловања топлог на хладно је влага која доноси живот. Према Етију (Aetius), Анаксимандар је сматрао да је море оно што је остало од примарне влаге [Aet. III, 16, I (D, 381)].

Изгледа да је Анаксимандар користио «**апеирон**» са још апстрактнијим значењем, као математички појам за бесконачно. Могуће је да је сматрао да је то огромна материјална маса или примарна маглина. Могао га је такође користити за природну силу или енергију, неограничену у времену и вероватно без унутрашње структуре. Многи се слажу да «безгранично» долази од *топлог* и *хладног,* који су касније раздвојени, при чему прво образује спољашњу огњену сферу, односно «**пир**» (ватра), а затим ваздух, воду и земљу унутар Космоса. Ови елементи се спајају и потом раздвајају стварајући море и копно, док су цепањем огњене сфере и захватањем «**пир-а**» у прстенове, настали Сунце, Месец и звезде. На крају, деловањем Сунчеве топлоте и путем струјања изазваних кретањима небеских тела, вода испарава стварајући ваздух.

Према Псеудо-Плутарху:

"*Анаксимандар је рекао да је једино «Бесконачно» одговорно за настанак и нестанак Универзума. Анаксимандар изјављује да су различита небеса излучена из овог Бесконачног, као што су уопште и сви светови којих је бесконачно. Рекао је, да се нестанак и (много раније) стварање догађа тако што се циклус понавља из бесконачне прошлости "* (Stromata, fr.172. 2).

Што се тиче Анаксимандровог «**апеирона**», Диоген Лаертије бележи:

"Анаксимандар, син Праксиадеса, био је пореклом из Милета. Установио је, као принцип, елемент који је безграничан, без да га одреди као ваздух или воду или нешто друго. Сматрао је да делови трпе промену али је целина непроменљива" (Диоген Лаертије, Вол. I, књига II, 1, стр. 131).

Универзум је, према Анаксимандру бесконачан, а Светови безбројни. Од бесмртног и неуништивог «**апеирона**» његовим вечним кретањем настају «супротности» које бивају ношене у њему. То значи да је Анаксимандар сматрао да супротни елементи, ватра и вода, не могу да буду у хармонији него су у вечној борби.

Нажалост, протекле векове је преживео само мали одломак Анаксимандрове чувене књиге «О природи». Симплиције (у Аристотеловој књизи Physicorum, 23-24, 1882) од Теофраста преноси само уопштено тумачење појма «**апеирон**», са парафразом о стварању и пропасти Светова и тачном изјавом, која описује однос између космолошких фактора под окриљем осветничке правде.

"*Анаксимандар је рекао да је **апеирон** почетак свих ствари; сва небеса и светови долазе из њега; рођење долази из њега и ту се све враћа, када је једном уништено. На тај начин дата је правда и освета за неправду, коју једни другима наносе током времена*" [Simplic. Phys. 24, 13 (Z. 3-8 aus Theophrastus Phys. Opin. Fr. 2 Dox. 476].

G.S. Kirk, J.E. Raven и M. Schofield (1995) су мишљења да је Анаксимандар веровао у низ појединачних светова, који се стварају из Бесконачности и враћају у њу. То води закључку да је вероватно имао слику *периодичног* Универзума.

Аристотел (384-322. пре н.е.), расправљајући о бесконачном и начину на који је Анаксимандар користио овај појам каже:

"*Све ствари су почетак или имају почетак, односно порекло; ако је то тако, онда ће такође бити и крај; бесмртно је неуништиво, како Анаксимандар и многи други философи кажу"* (Аристотел, Физика, III.iv. 203b 6).

У своме делу «Физика» ("***Physikes Acroaseos***"), Аристотел разматра Анаксимандрово «бесконачно». Веома је заинтересован за апсолутни почетак, који има двојну мисију, да буде узрок материје и кретања (W. Jaeger, 1964). Напор да се споји *божанско* са кретањем водили су Анаксимандровом ***апеирону*** и *бесмртном*, како је написано у његовим фрагментима (Аристотел, Физика, III.iv, 203b 10-15).

Како су рекли Етије (Aetius) [De Plac. I 3, 3 (D. 227)] и Симплиције (Phys. 24, 13) Анаксимандар је био мишљења да је **апеирон** извор многих светова.

Закључујемо да је Анаксимандар сматрао да су све ствари настале из **апеирона** и као што су писали Етије и Симплиције, хиљаде светова су настали и нестали, као што ће и наш једнога дана. Анаксимандар је, као и Демокрит, предпостављао да у Универзуму постоји бесконачан број космолошких система, поглед који је упадљиво близак схватањима модерне астрофизике. Могао је да има различите дефиниције за појмове «Космос» и

«Универзум» у свом космолошком прилазу. Земљу је стављао у центар нашег Света али није био мишљења да је она у центру Универзума, који садржи милионе различитих Светова.

Према другим студијама, Аснаксимандар је стављао Земљу у центар сферичног Универзума, док су остале планете обилазиле око ње. *"Да Земља, која је сферичног облика, лежи у средини, заузимајући место центра"* (Диоген Лаертије, Вол. I, књига II, 1, стр. 131).

Такође, према другим студијама, каснији погледи Анаксимандра одражавају јасно његову веру у геоцентрично уређење Космоса, унутар сферичног Универзума, који описује. То објашњава зашто Земља стоји у ваздуху, у центру огромне сфере. Земља је у равнотежи у средини Универзума, због тога што је подједнако удаљена од крајева сфере на чијој су унутрашњој страни учвршћене звезде.

3. ДРУГИ ФИЛОСОФИ О БЕСКОНАЧНОСТИ

Погледе сличне Анаксимандровим о бесконачном космичком *бићу* или о бесконачном броју универзума имали су и други пресократовски филозофи као Хераклит, Мелисус, оци атомистичке теорије, Леукип и Демокрит, Питагорејци, Платон, Аристорел, Неоплатонисти и други.

Изгледа да је идеја **апеирон-а** један од најстаријих и најкоришћенијих појмова пресократовске филозофије.

Према Питагори, свет је без граница. Демокрит је слично користио реч ***апеирон*** за празнину простора и *не-биће*.

Епикурејци су такође прихватали бесконачност броја светова а Елеати су сматрали да је основни садржај Универзума бесконачан, поглед који је прихватио и Платон. Стоици су, на против, веровали да је само простор бесконачан, а да је наш Свет коначан. Неоплатонисти су сматрали да је једино Бог бесконачан, а да је Свет – креација бесконачног Бога, коначан у времену.

Осим тога, Анаксимандар је веома утицао на космолошке системе Анаксименеса (585-525. пре н.е.) и Диогена Аполониата (510-400. пре н.е.). Наиме, први је био Анаксимандров ученик, који је наставио његов рад и мада је као основни принцип узео ваздух «**аер**», ставио је „**апеирон**" као супротност одређеним стварима, које су од њега настале.

"Анаксименес каже да је порекло свих ствари ваздух; и да су оне настале неком врстом кондензације, супротном од разређивања. Промена је пак, одувек постојала" (Псеудо-Плутарх, Stromat, fr. 179. 3).

Додатно, према Симплицију:

"Анаксименес из Милета, син Еуристрата, који је био садруг Анаксимандра, говорио је попут њега, да је супстанца која се налази у

основици једна и бесконачна. Ипак, није говорио да је она неодређена, него одређена и то, како је рекао, ваздух. Он се разликује у разним супстанцама сходно његовом разређивању или кондензовању" (Phys. стр. 24, 26).

Како је напоменуо Диоген Лаертије:

"Диоген из Аполоније, син Аполотемиса, био је философ природњак и веома славан човек. Антистен га назива Анаксименесовим учеником; али живео је у време Анаксагоре... Диогеново учење било је следеће. Ваздух је универзални елемент. Постоје светови чији је број неограничен и безграничан празан простор" (Диоген Лаертије, Вол. II, књига IX, 57, стр. 469).

Диоген је сматрао да је Универзум бесконачан и садржи безбројне светове. Они су коначни а крећу се унутар овог бесконачног простора. Веровао је да је наш свет најбољи од свих могућих, зато што су појаве – које доноси – уређене на посебан начин. Да би се одржао овај поредак, треба да је присутна духовна сила, наиме „**Ноесе**" (разумевање, садржајност); она доводи ствари у ред и надгледа очување савршенства. Ово основно веровање важило је за *ваздух* а истовремено је називано *божанство*, које представља Анаксимандров и Анаксагорин духовни *Ум* („**Нус**") који је створио свет.

Према Симплицију: *"Леукип и Демокрит кажу да има бесконачно много Светова у бесконачној празнини, који су начињени од бесконачног броја атома"*. (Симплиције, De Caelo 202, 16). Један, од тих безбројних Светова је наш.

Леукип и Демокрит се сматрају оснивачима Атомистичке теорије, теоријског космолошког система са материјалном јединичном основом, што спада међу највеће научне продоре античке грчке мисли.

Они су сматрали да је Универзум бесконачан и састављен од атома; његови безбројни светови пуни живота, су последица спајања атома. Вртложним кретањем ових акумулација настају Светови; неки изгледају као наш а неки су потпуно друкчији.

Хиполит [***Ката пасон тон аересеон елегхос*** (Refut.) I, 13, 2-4, (D. 565, W. 16)] пише:

"Светова је бесконачнан број а разликују се по облику. На некима од њих нема ни Сунца ни Месеца, код неких је оно веће а други имају више Сунаца и Месеца. Растојања између светова су неједнака те у овом делу празнине може их бити више а у другом мање. И једни светови се још развијају, други су достигли свој максимум, а трећи се разграђују, једни се рађају а други нестају. Светови се разарају када се сударе. Постоје светови без биљака, животиња и воде."

Према Аристотелу, *бесконачно* постоји само као нешто што је *могуће да буде* (“**ен динамеи**”) а не као нешто што *стварно постоји* (“**енерги**”). То показује да је он прихватио бесконачно кретање и време, али је одбацио идеју о просторно бесконачном Универзуму.

Платонски појам Бога повезан је са погледом о *бесконачном,* одбацивши негативно значење а задржавајући само позитивно. Изузетак је Парменидова теорија (рани 5. век пре н.е.), која узима *бесконачно* као почетак свих ствари. Неоплатонисти су такође сматрали да је *бесконачно* везано за Бога. Платонистичко и касније Неоплатонистичко схватање о злу, отпаднутом од Бога, прихватили су хришћански мислиоци. Овакав поглед је коришћен и снажно пројектован у идеалистичку теолошку филозофију, која дефинише *бесконачно* као производ свести. Материјалистички философски поглед, напротив, посматра *бесконачно* као својство времена и простора, са математичке и космолошке тачке гледишта. Такође, дијалектичко-материјалистички концепт *бесконачног* и *коначног* произилази из позитивне стране Хегелове идеје о овом питању. Он је био први који је поменуо дијалектички однос између *коначног* и *бесконачног* (Niarchos, C., 1997, стр. 216).

4. БЕСКОНАЧАН БРОЈ СВЕТОВА У АНТИЧКОЈ ГРЧКОЈ МИСЛИ

Ксенофан из Колофона (565-488. пре н.е.) је сматрао да је Универзум вечан, без да је у почетку створен. Сматрао је само да су поједини светови подвргнути непрестаним променама. Према Диогену, Ксенофан је веровао у постојање бесконачног низа светова:

“Ксенофан, пореклом из Колофона, син Дексија, сматрао је да су четири елемента у основи постојећих ствари, неограничен број светова, који се не преклапају [у времену]” (Диоген Лаертије, Вол. II, књига IX, 19, стр. 427).

Мелисус са Самоса (5. век пре н.е.), Парменидов студент, мислио је да је Универзум нешто јединствено, бесконачно, испуњено, непокретно и хомогено. Према Диогену Лаертију:

“Мелисус, син Итагена, био је родом са Самоса и Парменидов ученик. Сходно његовим погледима, Универзум је безграничан, непроменљив и непокретан, јединствен је, хомоген и испуњен материјом. Не постоји стварно него само привидно кретање” (Диоген Лаертије, Вол. II, књига IV, 24, стр. 433-435).

Симплиције (Phys. 35, 3) напомиње да је Анаксагора (500-428. пре н.е.) сматрао да постоји бесконачан број светова, мишљење које су такође делили, као што је раније поменуто, Леукип и Демокрит.

Диоген Лаертије је такође претставио две Епикурове (341-270. пре н.е.) посланице Херодоту и Питоклу, које сведоче о погледима овог философа о мноштву светова. Прва је упућена Херодоту и односи се на философију природе:

"*Опет, збир ствари је бесконачан… Шта више, сума објеката је неограничена како због мноштва атома тако и због размера празнине. Осим тога, постоји бесконачан број светова, неки као овај а други различити. Атоми чији је број бесконачан, као што је управо доказано, ношени су све даље у своме кретању. Атоми, од којих свет може да се створи, или да се од њих састоји, нису потрошени на један, или на коначан број светова, сличних или различитих од овог. Сходно томе, ништа не може да спречи бесконачност броја светова*". (Диоген Лаертије, Вол. II, књига X 44-46, стр. 573).

Друга посланица је намењена Питоклу и односи се на астрономију и метеорологију:

"*Свет је заокружени део Универзума, који садржи звезде и Земљу и све друге видљиве објекте, исечак из бесконачног и ограничен [међом која може бити дебела или танка, чије растурање ће донети разарање свему унутар ње]*". (Диоген Лаертије, Вол. II, књига X, стр. 617).

Поврх тога, Метродор са Хиоса, Епикуров учитељ, напомиње према Етију да је:

"*... апсурдно да један једини кукуруз расте у пољу и само један свет буде у бесконачности. Чињеница да их је бесконачно мноштво, следи из тога да постоји бесконачан број узрока. Да је свет коначан, а узрока његовог стварања бесконачно, такође би било бесконачно много светова, пошто где је бесконачан број узрока, бесконачно је и резултата. А узроци су атоми или елементи.*" (Aet. 15, 4 d. 292).

Говорећи уопштено, можемо рећи да се појам бесконачног не може осетити, него је производ интелектуалног размишљања комбинованог са имагинацијом.

Постоје два начина како претстава бесконачности може да се образује у човековој свести:

а) Емпиријски: сходно томе, потпуно разумевање појма коначности, води настанку појма бесконачности. На тај начин, нема бесконачности као такве, већ је то динамички процес стварања преко непрекидног пораста (бесконачно велико) или смањивања (бесконачно мало) коначности.

б) Идеалистички: постојање Бесконачног претходи сваком Стварању и то је појам који се мора схватити као примаран и потпун а не изведен из других коначних реалности (стварно постојећих).

У модерној философији има више предлога у односу на бесконачно. Простор, време и материју, многи философи и научници сматрају бесконачним. Често постоји забуна између апсолутне и релативне бесконачности. Прва по дефиницији негира увођење било каквих ограничења у свој садржај, будући основни и потпуни појам и недељива јединица (идеалистичка бесконачност), док је друга представљена само без одређених граница (емпиријска бесконачност). Релативна бесконачност представља могућност преиначења коначности, док се апсолутна бесконачност разматра као потпуно и целовито својство. Са апсолутном бесконачношћу стављамо се изван било каквог схватања величине. Дакле између релативне и апсолутне бесконачности постоји пре квалитативна него квантитативна философска дистинкција.

5. БЕСКОНАЧНОСТ У МОДЕРНОЈ КОСМОЛОГИЈИ

Као астрофизичари, сматрамо да је бесконачност Универзума философско исходиште. При свему томе, модерна Космологија је такође заснована на философским принципима.

Модерни приступ овом онтолошко проблему засновао је Алберт Ајнштајн (1879-1955), који је, развијајући Општу теорију релативности покушао да да научни одговор на проблем бесконачности или ограничености простора. За овај напор битна је била не-Еуклидска геометрија, коју је развио немачки математичар Г. Риман (1826-1866). Он је увео идеју закривљености простора, наговестивши сферичност Универзума (са позитивном закривљеношћу), што је са једне стране коначно а са друге бесконачно.

Један од већих проблема модерне космологије је питање да ли је Универзум бесконачан. Да ли је његова бескрајност илузија, настала, можда и вишеструким кривљењем путање светлости коначног космоса, тако да уместо једног, видимо више ликова неке галаксије, као да се налазимо између два огледала?

Сагласно Теорији релативности, простор је динамички медијум који, у зависности од масе у њему може бити закривљен на три различита начина, који се описују геометријама Римана, Еуклида и Лобачевског.

Ајнштајн је у своје једначине увео космолошку константу да би добио стационаран Универзум, који је, мада коначан, неограничен

Чувени руски математичар А. Фридман (1888-1925) вратио се на изворне Ајнштајнове једначине и предложио 1922. године модел нестационарног Универзума, који се шири и скупља услед гравитационе силе, у коме су време и простор коначни али просторно неограничени.

Едвин Хабл (1889-1953), чувени амерички астроном, пружио је 1929. године доказе да се Универзум шири, посматрајући међусобно удаљавање галаксија.

Тако су неки погледи Пресократовских философа, нашли своје место међу идејама модерне Астрофизике.

Хуго Еверет III, студент професора Џона Арчибалда Вилера са Универзитета у Принстону, био је један од првих који је, 1950. године, применио законе Квантне механике на Космологију. Претпоставио је универзалну таласну функцију и проучавао ефекте међусобног уплива различитих области Универзума. Био је изненађен открићем да овај ефекат може да објасни процес стварања његових копија. Оне су резултат групе могућих последица овог утицаја. Та теорија је позната као «Објашњење многих светова мултиверзума или разгранати Универзум» (1957). Према њој, посматрач није умешан у процедуру квантног мерења, што се подразумева у пробабилистичком објашњењу копенхагенске Ψ таласне функције. Теоријска анализа разгранатог Универзума може да да толико независних копија колико је могућих резултата. М. Гел-Ман и Џ. Б. Хертл проучавали су прилаз Х. Еверета III и предложили измењену верзију његове теорије «Несагласне историје» (Decoherent Histories), према којој Универзум може да еволуира на много начина, од којих сваки има специфичну могућност. Ова теорија указује да је за наш Универзум већ изабрана једна од њих. Према другим теоријама постоји могућност да он еволуира у много праваца, од којих ми спознајемо само један

Х. Еверет III је дао философско мишљење да

"*... се Универзум непрекидно дели у импозантан број паралелних реалности. У таквом Космосу, не само да постоји неограничени број светова, него коегзистирају и сва могућа исходишта било ког догађаја.*" Такође је предложио "*Васиону која се непрестано дели у огроман број огранака (светова), који произилазе из деловања много чинилаца. Поврх тога, унутар таквог Универзума, свака квантна промена у било којој звезди, галаксији или најдаљој забити, дели га на «зилионе» копија самог себе.*"

Осим наведених теорија, ту је и поглед познатог индијског астрофизичара Џајанта Нарликара (1993), који већина астрономске јавности прихвата. Према њему, Универзум који спознајемо је само један, од бесконачног броја других, који сви заједно чине Хипер-универзум или Мултиверзум.

Узевши ово у обзир, можемо цео процес стварања да посматрамо слично течности која пени, с тим што сваки мехурић у њој претставља један од безброј независних Универзума. Као што описује руски физичар Андрej Линде (1989, 1990, 1994), који од 1990. предаје Физику и Космологију на Универзитету у Стенфорду: ако представимо Универзум као хомогени мехур, сваки поремећај у њему створиће нови мехур. То је претстава самостварајућег, Универзума који се шири и развија на начин, који

математичари зову «фрактални”. Фрактална копија има особину самосличности, тако да је сваки њен део идентична копија целог обрасца.

Пространствени мехури су примарно омеђени неодређеним границама; оне се шире и развијају брзином повезаном са светлосном. Теорија Великог праска, при том, опис је само једног мехура а не фракталног Хипер-универзума «космичке пене». Сваки мехур може да има своје сопствене физичке законе и сходно томе различите математичке структуре. Као астроном Мартин Клатон Брок (Martin Clatton Brock) каже:

«По дефиницији, реч Универзум укључује све. Према томе погодније је говорити о бројним световима, а да је Универзум подељен на безброј њих. Ми спознајемо само један. Постоје отворени и затворени светови. Има их са делимичном структуром и хаотичних. У некима , неће никада настати живот. У другима живот постоји, али само у елементарном облику. На крају, само у веома мало њих постоји обиље живота (Talbot 1981).»

6. ЗАКЉУЧЦИ

Проблем огромности Универзума је у основи философске природе. «**Апеирон**» (безгранично) Анаксимандра, заједно са «Хаосом» Хезиода односно «бесконачним световима» Епикура и философа атомиста помогли су нам да сагледамо

Космолошка идеја простор-времена, како је претстављена у Општој теорији релативности, повезана је са Теоријом Великог праска, која је такође полазна тачка три Фридманова модела, са позитивном, нултом и негативном закривљеношћу.

Према овој теорији, Универзум је настао пре око 15 милијарди година (најновији резултати су 13,7 милијарди), великом експлозијом из неке врсте «космичког јајета» (теоријски) бесконачне густине и температуре, која је стварала (теоријски) бесконачну закривљеност простор-времена. Да би превазишли недоречености закона физике услед којих се добијају решења која садрже бесконачне величине – сингуларитете, астрофизичари се окрећу формулисању Квантне теорије гравитације, која би, како се очекује, могла да превазиђе ове тешкоће.

Да ли ће успети да превазиђе и неувидљивост појма «бесконачно»?

Захвалница

Овај рад је урађен у оквиру пројекта «Астрономија, историја и филозофија», потписаног између Астрономске опсерваторије у Београду и Катедре за Астрономију, Астрофизику и Механику, Школе за Физику, Универзитета у Атини. Такође је део пројекта 146022 *Историја и епистемологија природних наука*, код Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије.

Литература

Aetii: 1965, *Ton peri areskonton Synagogen (Xinagoge**).** Placitorum Compositione (De Vestutis Placitis)* in Diels Hermann: Doxographi Graeci. Berolini. Apud Walter De Gruyter et Socios. Editio Quarta.

Aristotle: 1956, *The Metaphysics.* Vol. I-IX, The Loeb Classical Library, Book XVII with an English Translation by H. Rackham. London: William Heinemann Ltd. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

Aristotle: 1957, *The Physics.* The Loeb Classical Library, Vol. I, Book III, with an English Translation by Philip H. Wicksteed. London: William Heinemann Ltd. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

Aristotle: 1968, *The Nicomachean Ethics*, The Loeb Classical Library, with an English Translation by Hugh Tredenick. London: William Heinemann Ltd. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

Diels Hermann: 1996, *Die Fragmente der Vorsokratiker*, herausgegeben von Walther Kranz, Erster und Zweiter Band, Weidmann, Zurich.

Diogenes Laertius: 1958, *Lives of Eminent Philosophers.* The Loeb Classical Library, Vol. I, with an English Translation by R. D. Hicks. London: William Heinemann Ltd. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

Diogenes Laertius: 1959, *Lives of Eminent Philosophers.* The Loeb Classical Library, Vol. II, with an English Translation by R. D. Hicks, M.A. London. William Heinemann Ltd. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.

Everett III H.: 1957, *On the Foundation of Quantum Mechanics*. Thesis, Princeton University, March 1.

Hippolytus: 1857-1866, *Kata pason aireseon eleghos or A Refutation of All Heresies*: Refutationis Omnium Haeresium (Filosofoumena). Patrologia Greca (P.G.) 16, In Origenes, Liber VII, 404-405, 339. Typographi Brepols Editores Pontificii, Parisiis.

Jaeger, W.: 1964, The *Theology of the Early Greek Philosophers*, Transl. E.S. Robinson, Oxford, Clarenton Press, pp. 25-28.

Kirk, G. S., Raven, J. E., Schofield, M. 1995, *The Presocratic Philosophers. A critical History with a selection of Texts*, Cambridge University Press, First printed 1983, 2nd edition.

Linde, A.: 1989, *Particle Physics and Inflationary Cosmology*, Gordon and Breach.

Linde, A.: 1990, *Inflation and Quantum Cosmology*, Academic Press.

Linde, A.: 1994, *The self-Reproducing inflationary Cosmology*, Scientific American, p. 32, November.

Narlikar, J.V.: 1993, *Introduction to Cosmology*. Cambridge University Press.

Niarchos, C.: 1997, *Problems of the European Philosophy*, Publications of the Athens University, Athens (in Greek).

Plato: 1962, *Philebus.* The Loeb Classical Library, with an English Translation by H. N. Fowler, Ph. D., William Heinemann Ltd. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.

(Pseudo)-Plutarch: 1969, *Moralia*, Vol. XV: *Fragments: Stromata* (*A Patchwork*), with an English Translation by F. H. Sandbach, William Heinemann Ltd. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.

Simplicius: 1882, *On Aristotle's Physics* (In Aristotelis Physicorum, Libros IV) 24, 13 (Z. 3-8 aus Theophrastus Phys. Opin. Fr. 2 Dox. 476), Priores Commentaria, Edit, Hermannus Diels, Berolini, Typis et Impensis G. Reimeri.

Simplicius : 1882, *Peri Ouranou* (De Caelo) 202, 16, Priores Commentaria, Edit, Hermannus Diels, Berolini, Typis et Impensis G. Reimeri.
Talbot, M.: 1981, *Mysticism and Modern Science*, Bantam Books, New York.

THE NOTION OF INFINITY AND THE IDEA OF THE MULTIPLICITY OF WORLDS FROM ANTIQUES GREEK -, TO MODERN - COSMOLOGIES

Ancient Greek writings are investigated and analyzed in order to consider the introduction of notion »infinity« and of the idea of multiplicity of worlds in Presocratic Cosmologies and to compare them with some views in modern science Anaximander introduced in Antique Greece the **apeiron** (the boundless) as the beginning of everything (the first principle), undefined and ever moving according to his theory. It gives birth to the oposite terms of warm and cold, and of moist and dry, and their perpetual strife. Man is able to comprehend the result of this eternal process from the vast plurality of things and the infinite number of Universes.

The cosmological aspect in Anaximander's theory is beautiful; innumerable worlds are born from the **apeiron** and absorbed by it, once they are destroyed. Thus, the **apeiron** is related to the eternal, through out time, cosmological procedure.

The cosmological problem of the vastness of the Universe or of the innumerability of Universes is an elementary philosophical problem, while the Theory of Big Bang bounded with the notion of time-space, is a starting point for understanding the models that describe our Universe.

Зборник радова конференције "Развој астрономије код Срба V"
Београд, 18-22. април 2008,
уредник М. С. Димитријевић
Публ. Астр. друш. "Руђер Бошковић" бр. 8, 2009, 437-449

МОСХОФОРОС, КРИОФОРОС, ИХТХИС САЗВЕЖЂА, МИТОЛОГИЈА И УМЕТНОСТ

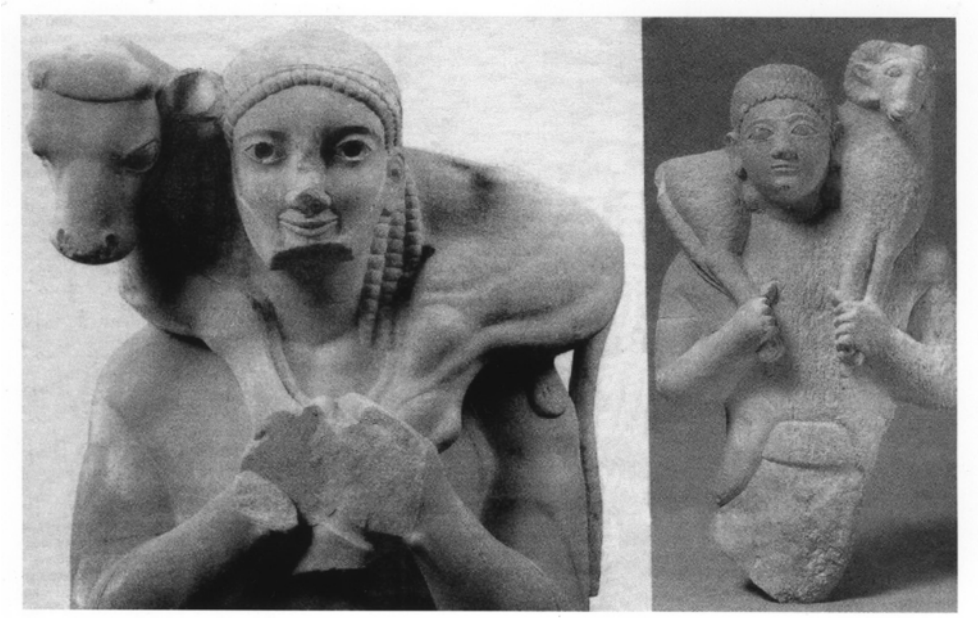
ЕФСТРАТИЈЕ ТЕОДОСИЈУ[1], ВАСИЛИЈЕ Н. МАНИМАНИС[1], СЕА ГОЈЕТ,[2] МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ[3]

[1]*Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics*
School of Physics, University of Athens, Zographou 157 84, Greece
[2]*School of Philosophical and Historical Inquairy*
University of Sydney, Camperdown 2006, Australia
[3]*Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade, Serbia*
e-mail: etheodos@phys.uoa.gr

Резиме. Да би размотрили утицај небеске митологије и прецесије Земљине осе ротације на уметност, разматрамо овде могућу везу између античких статуа грчких богова и сазвежђа, односно такозваних астрономских ера. Наиме да ли Мосхофорос (носач телета) у музеју на Акропољу у Атини има везе са ером Бика, у току које је сазвежђе тога имена (Taurus) садржало тачку пролећне равнодневице (♈), или можда статуа Криофорос (носач овна) из Аполоновог храма у Куриу (Кипар) означава еру Овна (Aries). На крају, да ли Ихтхис (риба) у катакомбама и на поду катедрале у Калимносу означава не само Исуса Христа, него такође и еру Риба (Pisces)?

1. УВОД

Опште усвојени закључак је да су астрономска знања антике организовали и кодификовали стари Грци у последња четири века пре н.е., посебно Хипарх (2. век пре н.е.) у својим радовима, па је и обликовање имена северних сазвежђа грчки допринос. Ипак, обликовање посебно зодијакалних сазвежђа, био је динамичан процес, који је еволуирао током више миленијума, од истока до запада, од севера до југа и много је народа ту учествовало, као на пример Кинези (Gurshtein, 2004).



Слика 1: Лево: Мосхофорос, Музеј Акропоља у Атини. **Десно:** Криофорос из Аполоновог храма у Куриу (Кипар).

Зодијак је према Алену (Allen, 1899) настао у Месопотамији: *"Много теорија је било понуђено за његово место настанка и време формирања; али данас изгледа постоји општа сагласност мишљења да је настао, углавном како га данас имамо, у древној еуфратској астрономији, могуће само са шест знакова, Бик (Taurus), Рак (Cancer), Девица (Virgo), Шкорпија (Scorpio), Једнорог (Capricornus) и Рибе (Pisces), а касније био подељен због постојања дванаест пуних месеца годишње на још шест делова." (*Allen, 1899, стр.1*)*

Друго веома важно питање је: 'Да ли су сазвежђа формирана и именована само према свом облику или су и други чиниоци имали утицаја?' Неки истраживачи – на челу са Ал Суфијем (903-986) и његовим '*Описом звезда некретница'* (964) – сматрају да су обриси сазвежђа утицали на настанак њихових имена, али по нашем мишљењу ово изгледа вероватно само у случају Шкорпије (Scorpius). Други подржавају супротни став. Они кажу да су стари астрономи (који су били веома искусни посматрачи неба) желели не само да обједине неке групе звезда него такође да употребе сазвежђа као „небеске ознаке". То је постигнуто када су групе звезда повезане са митологијом и народном историјом. На тај начин је лепа грчка митологија остала да живи на небу.

Професор Александар Гурштајн је у својим фундаменталним радовима (Gurshtein, 1993, 1995a, 1995b, 1997, 1998, 2004, и нарочито 1995a) заузео ово друго становиште, узимајући као пример аустралијске аборицине. Он сматра да су имена небеских објеката као што су сазвежђа веома постојана, као и

географски називи. У складу са тим покушава да утврди епоху када су установљена зодијакална сазвежђа, узимајући њихову симболичку вредност и примењујући је на четири годишња доба. Следећи његове кораке, покушали смо да продужимо средишњу идеју коју је дао у класичну грчко-римску антику и стару Персију, и да нађемо могуће утицаје промене астрономских ера на уметност.

2. ЧЕТИРИ ГОДИШЊА ДОБА И ПОЛОЖАЈИ ЗОДИЈАКАЛНИХ САЗВЕЖЂА

Може се узети као чињеница да је идеја појаса Зодијака била првобитно зачета да би се обележила привидна годишња путања Сунца на еклиптици. Ахил Тације (четврти век) дао му је име «еклиптика», које је заменило претходно «круг међу зодијима (зодијакалним знацима)». Овај значајан астроном, филозоф и свештеник, правдао је ново име чињеницом да када год се Месец нађе у средишту зодијакалне зоне за време једног од својих синода долази до помрачења. Дакле дванаест зодијакалних сазвежђа обележавају привидну путању Сунца на небу. Тих сазвежђа је дванаест због «светости» овог броја (као производа савршених бројева 3 и 4) и зато што Сунце прелази приближно 30 степени месечно на небеском своду у току свога привидног годишњег кретања, тако да је 30° × 12 = 360°, т.ј. потпуни круг.

Напоменимо да је у почетку њихов број био мањи. Овенден (Ovenden, 1966) је претпоставио да су их начинили људи који су живели између 2000 и 3000 пре н.е. на око 36° северне географске ширине. Рој (Roy, 1984) је покушао да идентификује могуће ствараоце сазвежђа, и његови кандидати су Феничани, Египћани, Вавилоњани и Минојци. Вавилонски астрономи су установили коначну листу од 12 зодијакалних сазвежђа приближно једнако распоређених око еклиптике. Такође су је касније поделили на дванаест једнаких делова, „знакова Зодијака“, именујући сваки према најближем сазвежђу (Thurston, 1994).

Захваљујући дуготрајним и систематичним посматрањима, стари посматрачи-астрономи повезали су изглед ноћног звезданог неба са одговарајућим годишњим добима сунчево-тропске године. Повезујући положај Сунца када има своје максималне висине са одговарајућим трајањем дана и ноћи, или са азимутом његовог изласка и заласка, одредили су четири главне тачке привидног годишњег кретања Сунца по еклиптици: тачке две равнодневице (еквинокција) (♈ 21. марта и ♈′ 22 септембра) и два солстиција (Е 22 јуна и Е′ 22 децембра). Откриће ова четири основна положаја Сунца на еклиптици било је веома значајно. Пошто су оне означавале почетак и промену четири годишња доба. То је било важно за људе који су живели у тим вековима, пошто су тако тачно знали када да ору, сеју, жању или лове, судећи само по привидном кретању Сунца међу звездама и сазвежђима.

Дакле, прво су створене четири групе сазвежђа, четири основне, које су показивале и привремено дефинасале сваку од четири тачке. Ова сазвежђа су током дугих временских периода мењала место услед кретања земљине осе познатог као прецесија еквинокција. Полаган али непрекидни помак на запад тачака где небески екватор пресеца еклиптику догађа се тако да се ♈, ♈′, E и E′ померају за приближно 50 лучних секунди годишње или 1° сваке 72 године. Сходно томе, приближно сваких 2150 година „знаци зодијака“ или приближно зодијакална сазвежђа која дефинишу ова четири главна положаја сунчевог кретања се промене, а сваких 25,800 година сва сазвежђа се враћају на почетне положаје после потпуног циклуса.

Табела 1. Квартети основних зодија (знакова) од 6000. пре н.е. до 4500. године
(Једно од различитих мишљења о трајању астрономских епоха)

	ПРОЛЕЋЕ	ЛЕТО	ЈЕСЕН	ЗИМА
6000-4500. пре н.е.	Gemini	Virgo	Sagittarius	Pisces
4500-2000. пре н.е.	Taurus	Leo	Scorpius	Aquarius
2000. пре н.е. – 1.	Aries	Cancer	Libra	Capricornus
1-1950.	Pisces	Gemini	Virgo	Sagittarius
1950-4500.	Aquarius	Taurus	Leo	Scorpius

Табела 1 представља приближне периоде када су различити “знаци” или сазвежђа једнаке дужине, била, јесу или ће бити у положајима еквинокција и солстиција. Али пре увођења дванаест једнаких “знакова”, најранија сазвежђа нису била једнаке дужине, чак ни у квартету! Ову чињеницу подржао је Геминус: *‘Али знаци начињени од непокретних звезда нити су једнаки по величини нити начињени од истог броја звезда’* (Heath, 1932, стр. 126). Ова чињеница, као и она да неки узимају за почетак епохе улазак Сунца у «знак зодијака» а други у зодијачко сазвежђе, и да постоје различите дефиниције небеског положаја почетка знака, ствара прилично неслагање у одређивању почетка и краја поједине епохе. Важно је такође да су ови датуми за догађај када се приликом еквинокција или солстиција Сунце појављује унутар граница сазвежђа, а то је догађај који се не може посматрати. Према томе, Табела 1 даје само једно од неколико различитих мишљења, како да се разматрани астрономски периог подели у астрономске епохе или ере.

Сваки квартет сазвежђа узима име оног које је у тачки пролећне равнодневице (♈) у току одговарајуће епохе. Али пошто је уређивање сазвежђа извршено у првом хиљадугодишту пре н.е., када је пролећна раввнодневица била у сазвежђу Овна (Aries), зовемо (♈) *прва тачка Ariesa (Овна)* чак и данас а симбол (♈) је уствари упрошћена скица главе са овнујским роговима. Древно име зодијачког сазвежђа које дефинише тачку јесење равнодневице настало је од *Χηλαί Σκορπίου* (= Шкорпијина кљешта) и највероватније је у току истог периода промењено у *Ζυγός* (=Вага односно

теразије) да би означавало једнаку дужину дана и ноћи (тамни и осветљени део дана од 24 ч.), приликом јесење равнодневице. Дакле од тада, Вага (Libra) је једино зодијакално сазвежђе названо према неживом објекту.

У време Хипарха (други век пре н.е.) сазвежђе Овна (Aries) било је у првој дванаестини (0° до 30°) зодијачког круга (знак и сазвежђе су били истоветни), док је данс у последњој (330° до 360°). Услед прецесије еквинокција, сазвежђа зодијакалне зоне се непрекидно померају од једне дванаестине до следеће. Године 2000. пре н.е. зодијакална сазвежђа су се налазила у дванаестинама одговарајућих *кућа*. Aries (Ован) је био називан *Вођа небеских знакова* (Princeps signorum coelestium), *Вођа Зодијака* (Princeps zodiaci) и *Предводник армије Зодијака* (Ductor exercitus zodiaci), док данас Рибе (Pisces) имају назив Вођа небеског мноштва (Allen 1963, стр. 76, 337).

Источне религије биле су дубоко под утицајем астрономских појава; приписивале су им дубоко астролошко значење, узимајући сваки улазак Сунца у нови астролошки знак као почетак нове сунчане или космичке ере за Универзум. За време сваке од ових епоха, приписивали су богу-Сунцу облик који је одговарао сазвежђу у коме је био његов лик.

Напоменимо такође, да је, као што се може видети из Табеле 1, у раном историјском пеиоду од 4500 до 2000 пре н.е., сазвежђе Бика (Taurus) било прво у кругу Зодијака, оно у коме је пролећна равнодневица. Р. Х. Ален пише у свом фундаменталном раду : *„Taurus... је свугде било једно од најранијих и најистакнутијих сазвежђа, можда прво које је установљено, зато што је обележавало пролећну равнодневицу од око 4000. до 1700. пре н.е.., у златном периоду архаичне астрономије*“ (Allen 1899, стр. 378). Сходно томе, када је тачка пролећне равнодневице била у сазвежђу Бика, готово сви народи источног Медитерана су приносили бика на жртву. У Египту, бог-Сунце Озирис, био је рођен у облику ове животиње, док је у индији бог Шива јахао на великом белом бику, Надију, и постојала је традиција према којој је бик разбијао годишње космичко јаје, дозвољавајући тако рођење нове године

Стога је народ Ирана у том периоду користио Бика, примарни симбол мушке плодности, да представи пролеће. Персијски свештеници узимали су Бика као симбол религије , као што се може видети на рељефу на троструком порталу Апантана палате и у декорацији храмова Митре. Божанство Сунца Митра, обожаван у Тарзусу, чији се култ проширио у Европи и Азији, увек је на статуама и рељефима приказиван како жртвује бика, често међу симболима зодијакалних сазвежђа (види нпр. Bon, Ćirković, Milosavljević, 2002); а претставе митраистичког бика су уобичајене на гемама. Митра жртвује животородног космичког бика, чија крв оплођује растиње. За време митраистичких мистерија, у току чина жртвовања бика, претпостављено је да су они који се иницирају били прожети божанском есенцијом у облику крви и меса бика. (Theodossiou and Danezis, 1994); у старој Грчкој су се такође током Кабиријских мистерија верници купали у крви жртвованих

бикова, док су за време Елеусинских и Бахових ритуала на преваранте бацали клетве под кожама свеже жртвованих бикова.

Осим тога, бик је присутан у декорацији древних Минојских палата и храмова (*tavrokathapsia*). Бик зодијачког знака, можда је био чувени критски бик, познатији као Европин бик. Ипак, сматрамо да је сазвежђе Бика добило своје име раније, пошто се египатско обожавање „небеског бика" – бога Аписа – Озириса, проширило по свим источно медитеранским земљама.

У Старом Завету, такође, налази се „златно теле" које је направио Арон када је Мојсије био отсутан, на планини Синају, са одговарајућом симболиком. Према „Изласку", Арон је примио златне минђуше и *'начинио... ...идола изливеног у облику телета, кога је обликовао алатом. Тада су рекли 'Ово су ваши богови'* (Exodus 32:4). Када је Мојсије сишао са брда Синај, веома се растужио и молио је Бога да опрости народу и Арону: *'Када сам погледао, видео сам да сте сагрешили Господу, вашем Богу; направили сте идола обликованог као теле... ...Узео сам од вас ове грешне ствари, теле које сте направили, и бацио сам га у ватру; онда сам га разбио...'* (Deuteronomy 9:16,21). У сваком случају, чињеница је да данас многи истраживачи више воле да говоре о традицијама и слојевима традиција док су њихови претходници говорили о изворима.

Штавише, сазвежђе Лав, које симболизује летњи солстицај, у истом периоду је претстављено на Лављим вратима у Микени, као и на рељефу троструког портала у палати Апантана у Персеполису у комбинацији са Биком. Ипак, треба бити веома опрезан, замка у коју лако може да се упадне је да се изаберу изоловане чињенице из неповезаних култура да би се начинило уопштавање. Без обзира на то, мислимо да имамо доста чињеница од старе Персије до Грчке и Рима, у односу на обожавање Бика: Јупитер као бик – Европин бик – бик Митре.

Квартет сазвежђа је употпуњен са Шкорпијом, распрострањеном као симбол у старим вавилонским и египатским изворима. Они који проучавају Уранографију (проучавање фигура и облика на ноћном небу), знају да сазвежђе Шкорпија „убада" Сунце бацајући га у водену област Водолије (Aquarius), који вероватно симболизује обилне зимске кише и поплаве река Тигар и Еуфрат у Месопотамији. Ово водено сазвежђе чини позадину за Сунце које даје светлост у току његовог зимског силаска у царство мртвих: распрострањено веровање у митологији древних Месопотамских цивилизација. Такође је познато да се сазвежђе Бика помиње у најстаријим сумерским таблицама са клинастим писмом, као бик великог бога Ану – Господара Неба – док сазвежђе Водолија одговара Енкију, великом богу вода. Слично је, важни вавилонски бог Ниниб поистовећиван са сазвежђем Бика а Нергал са сазвежђем Лава.

Сматрамо да је значајно да у Месопотамији нису нађени натписи који се односе на сазвежђа Ован (Aries) или Рак (Cancer), док напротив постоје спомени на Једнорога (Capricornus), симбол вавилонског бога океана, Еа или Шумаршу, који одговара сумерском богу Енкију. У Мул-апин клинастим

таблицама (седми век пре н.е.), налазе се каталози 36 звезда означених као звезде богова Еа, Ану или Енлил.

Рак (Cancer), као симбол лета, алегоријски означава промену сунчевог понашања. Наиме када Сунце прође кроз тачку летњег солстиција Е, оно престаје да се у тренутку поднева „пење“ ка северу и сваког следећег поднева достиже све мању и мању висину изнад хоризонта, што је кретање уназад, као код рака.

У квартету Риба су „двоструки“ знакови: Рибе (Pisces), Близанци (Gemini), Девица (Virgo) и Стрелац (Sagittarius). Рибе су двоструке када их представимо шематски, а Gemini су близанци Кастор и Полукс, који су, као пролећни знак од око 6000. пре н.е., били извор новог живота за неолитске људе и симбол пролећног буђења природе. Девица (Virgo) симболише богињу Мајку Земљу, универзалну мајку (Ge+мајка = Demeter, девица virgo Ceres). Сазвежђе Девица (Virgo) је дакле повезано са богињом Деметром Demeter, Мајком Земљом према значењу њеног грчког имена, и богињом земљорадње; али истовремено оно слави Ћерку, Персефону. Дакле и симболизам овог знака је двострук, а повезан је са полодношћу, пошто је Богиња девица представљена на небеској карти како држи клас жита. Управо зато се најсјанија звезда у сазвежђу зове Spica (клас жита).

Стрелац (Sagittarius) је ловац, кентаур Хирон са својом двоструком природом: пола човек, пола коњ. Дакле сазвежђе можемо да окарактеришемо као «двоструко». У неолитском квартету, Стрелац гађа Сунце, присиљавајући га да започне свој „силазак“ према подземном свету (јужној полулопти), падајући у водено сазвежђе Јужне рибе (Piscis Australis).

Око 2000. пре н.е., када су Вавилонци заснивали систем мерења времена, тачка пролећне равнодневице је заузела место када се Сунце приближава Овну. Ипак, прецесија Земљине осе има за последицу, како смо већ поменули, померање екваторијалних тачака, тако да се тачка пролећне равнодневице стално помера „уназад“ кроз знакове приближно брзином од једног знака сваких 2100 година. То је стара тема са обимном литературом. Дискутовао је Hartner (1965), а Rogers (1998) пише прегледни чланак о пореклу вавилонског Зодијака. Истина је да су од око 3200 пре н.е. до око 1359 пре н.е., Месопотамци полако почели да додају симболе и богове, који ће касније бити употребљавани у Зодијаку. Око 1350. пре н.е., видимо да ови симболи који су раније постојали почињу да се повезују са сазвежђима на небу, а цео систем је комплетиран око 500. пре н.е. и тада вероватно пренет старим Грцима, као целина, око петог века пре н.е., а они су организовали и кодификовали имена зодијакалних знакова и осталих сазвежђа. Дакле коначна имена северних сазвежђа су грчки допринос и грчка митологија је преживела на небу.

Две хиљаде година пошто су Вавилонци дефинисали тачку пролећне равнодневице у знаку Овна, Сунце је почело да се приближава знаку Риба. Ова чињеница се приближно поклопила са рођењем Христа, и веома је вероватно да је то разлог што је ΙΧΘΥΣ један од првих симбола

Хришћанства, т.ј. иницијали који значе Исус Христ, Божји син, Спаситељ. Сматрамо да хришћански симбол риба потиче од приближавања Сунца (у тачки пролећне равнодневице) Рибама. Михаел Молнар (Molnar, 1999) сматра да је то средњовековна идеја. Наше мишљење је да није у праву. Постоје хришћанске гробне плоче са симболом рибе, као једна из четвртог века са натписом ΙΧΘΥϹ ΖΩΝΤΩΝ (ЖИВИ), и хришћански симбол рибе.

Симбол рибе и реч ΙΧΘΥϹ налази се такође у катакомбама Светог Калиста (крипта Луцине – трећи век) у Риму. Према Цезијусу: *'рибе представљају ΙΧΘΥΣ од Ιησούς Χριστός Θεού Υιός Σωτήρ, риба је увек била симбол ране хришћанске вере* (Allen 1899, стр. 340-341).

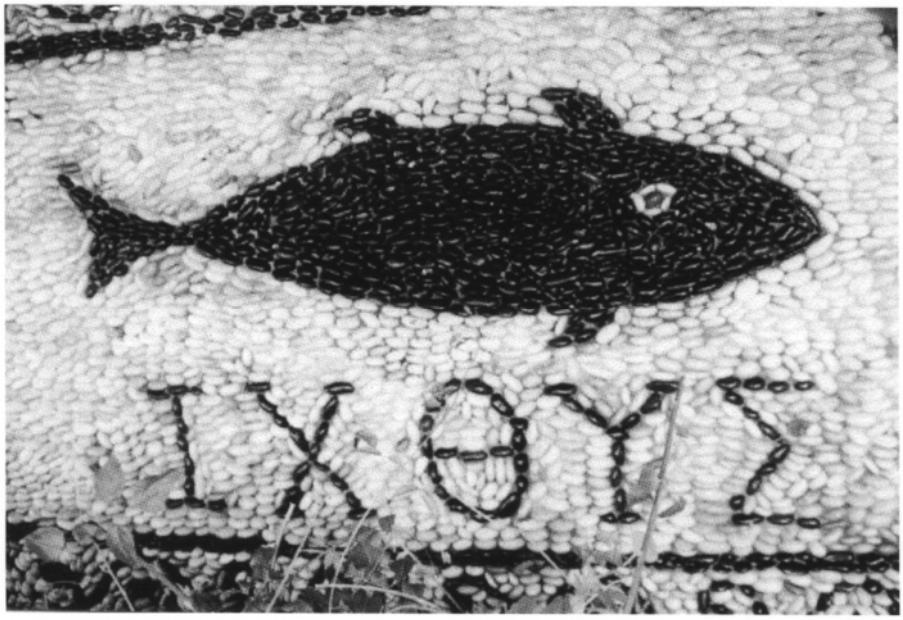
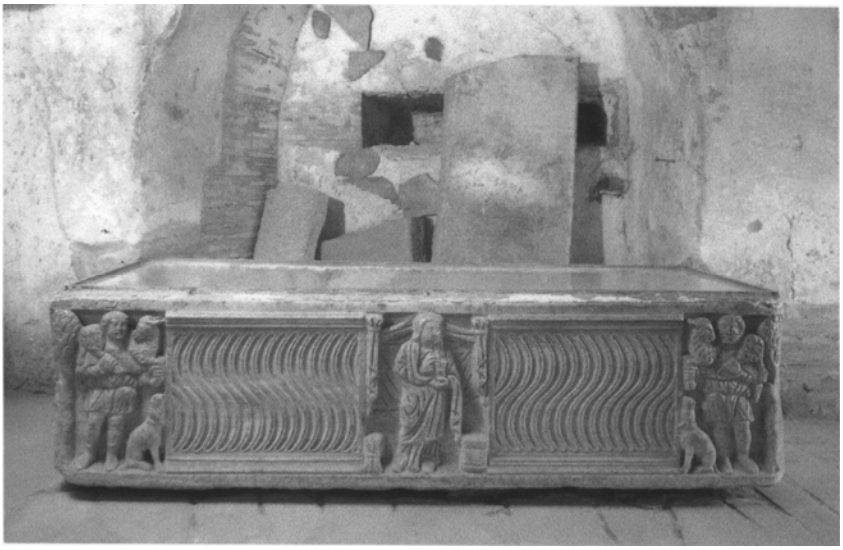


Figure 2: ΙΧΘΥΣ (Ихтхис): Риба насликана на поду улаза у Катедралу на грчком острву Калимнос.

Дакле следи да је око 2000 година после Христовог рођења (услед раније поменуте неодређености небеског положаја почетка знака, постоје различите процене о датуму када ће започети „ера Водолије"), у тачки пролећне равнодневице, Сунце дошло у близину знака Водолије. То је чињеница која обележава нашу епоху као „еру Водолије", у вези са покретом Новог доба (New Age), како чујемо или читамо у медијима. Само Сунце ће, према некима, бити у сазвежђу Водолије око 2700. године.



Слика 3: Добри Пастир из крипте Луцине у катакомбама Светог Калиста (Рим, 3. век).



Слика 4: Саркофаг у катакомбама Светог Калиста (Рим, 3. век).



Слика 5: ΙΧΘΥΣ (Ихтхис): Еухаристијска риба (катакомбе Светог Калиста, Рим 2. век).

3. ЗАКЉУЧЦИ

Подржавамо поглед да за време одговарајућих астрономских ера, представљање појединих сцена на скулптурама има карактеристичну тежњу, која указује на смену зодијакалних сазвежђа, која пролазе кроз тачку пролећне равнодневице (♈). Посебно указујемо да мермерна статуа *Мосхофороса* (= ‘носач телета’) у музеју на Акропољу у Атини (Сл. 1 лево) – и овај тип (стил) фигура– одражавају еру Бика или утицај ове ере, у којој је сазвежђе Бика (Taurus) заузимало ♈; док камена статуа *Криофорос* (= ‘носач овна’) из Аполоновог храма у Куриу (Кипар) (Сл. 1 десно) означава еру Овна (Aries). Вајари, вероватно под утицајем овог прелаза, заменили су теле или малог бика на човековом рамену са овном на одговарајућим статуама. Ипак, веома вероватно се могу наћи и касније статуе оваквог типа, Пошто је остао утицај ове ере, као што је у духовима уметника остао спомен и на ранију еру Бика. Дакле скрећемо пажњу да статуа *Мосхофорос* може бити и старија, пошто вероватно слави крај ере Бика. Исто тако, предлажемо археолозима да додатно истраже везу скулптура са астрономским ерама и њихов утицај. Слично, статуа *Криофорос* из Аполоновог храма на Кипру, може бити касниja, пошто симболизује следећу еру, еру Ariesa - Овна. Додатно напомињемо да је, када је тачка пролећне равнодневице била у Овну, божанство Сунца било представљено као пастир златне косе који носи

овна на плећима. Можда је то значење „Доброг Пастира“ у катакомбама Светог Калиста у Риму (трећи век). У току ере Овна, овнујски рогови су красили главу Амона-Зевса; Александра Великог су многи уметници такође представљали са овнујским роговима на глави, као сина Амона-Зевса. Удаљени одјек ове ере је Микеланђелова статуа Мојсија са овнујским роговима.



Слика 6: Хришћански симбол из катакомби Светог Калиста (Рим, 2. век).

На крају, 2200 година после почетка ере Овна, ♈ тачка је ушла у сазвежђе Риба, што је био догађај који се приближно поклопио са Исусовим рођењем (Theodossiou и Danezis, 2000). Због тога се, према неколицини истраживача, Христ означава као Велики рибар и симбол му је риба (Ихтхис). То је значење «Еухаристијске рибе» (други век) и симбола рибе са речима ΙΧΘΥC у катакомбама Светог Калиста. Слично, то објашњава мозаичку представу рибе на поду на уласку у Катедралу на грчком острву Калимнос: она означава како Исуса Христа, асоцирајући на ΙΧΘΥΣ, иницијале који значе Исус Христ, Божји син, Спаситељ, тако и еру Риба. Ова чињеница указује на астрономске корене бројних хришћанских симбола, као и на могући допринос веома старих астрономских идеја у изражавању дела хришћанских догми.

Да закључимо, покушали смо да нађемо однос између астрономских ера и симбола у уметности античког, грчко-римског периода. Наша хипотеза може бити и погрешна, пошто неки научници сматрају да је појам „ера“

вероватно модерни мит, формулисан у раним 1900'; ипак, сматрамо да овакав рад даје прилику истраживачима да покушају да нађу сакривене тајне односе између науке и уметности.

Захвалница

Овај рад је урађен у оквиру пројекта «Астрономија, историја и филозофија», потписаног између Астрономске опсерваторије у Београду и Катедре за Астрономију, Астрофизику и Механику, Школе за Физику, Универзитета у Атини. Такође је део пројекта 146022 *Историја и епистемологија природних наука*, код Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије.

Литература

Allen, R. H.: 1899, *Star Names: Their Lore and Meaning*, Dover Publications (1st edition). New York.

Archie, E. Roy: 1984, "The origin of the constellations", *Vistas in Astronomy*, **27**, 171.

Bon, E., Ćirković, M. M., Milosavljević, I.: 2002, "A new proposition for redating the Mithraic tauroctony scene", *Astronomische Nachrichten*, **6**, 579.

Gurshtein, A.: 1993, "The origin of the Zodiacal constellations". *Vistas in Astronomy*, **36**, 171.

Gurshtein, A.: 1995a, "When the Zodiac Climbed into the Sky", *Sky & Telescope*, **90**, no 4, 28.

Gurshtein, A.: 1995b, "Prehistory of Zodiac dating: three strata of Upper Palaeolithic constellations". *Vistas in Astronomy*, **39**, 347.

Gurshtein, A.: 1997, "The origin of constellations", *American Scientist*, **85**, 264.

Gurshtein, A.: 1998, "The evolution of the Zodiac in the context of ancient Oriental history". *Vistas in Astronomy*, **41**, 507.

Gurshtein, A.: 2004, "Relevant queries in respect to the archaic Chinese sky", In Orchiston, W., Stephenson, R., Debarbat, S., and Njha, I.-S. (eds.). *Astronomical Instruments and Archives from the Asia-Pacific Region*. Seoul, Yonsei University Press, 75.

Hartner, W.: 1965, "The Earliest history of the Constellations in the Near East and Motif of the Lion-Bull Combat", *Journal of Near Eastern Studies*, **24** (xxiv), no 2, 1.

Heath, Th. L.: 1932, *Greek Astronomy* (*Geminus*, pp. 123-41), Dover Publications. New York.

Molnar, M.: 1999, *The star of Bethlehem: The Legacy of the Magi*, Rutgers University Press.

Ovenden, Michael: 1966, "The origin of the constellations", *Philosophical Journal*, 1.

Rogers, J. H.: 1998, "Origins of the ancient constellations: I. The Mesopotamian tradition, II. The Mediterranean traditions", *Journal of British Astronomical Association*, **108**, I: 9 and II: 79.

The New International Version Bible: 1984, Zondervan Bible Publishers.

Theodossiou, E. and Danezis, E.: 1994, *Measuring the Timeless Time – Time in Astronomy* (in Greek), Diavlos Publ., Athens.

Theodossiou, E. and Danezis, E.: 2000, *ICHTYS — Astronomy-History-Philosophy* (in Greek), Diavlos Publ., Athens.

Theodossiou, E. and Danezis, E.: 1991, *The Stars and Their Myths — An Introduction to Uranography* (in Greek), Diavlos Publ., Athens.

Thurston, Hugho: 1994, *Early Astronomy*, Springer, New York, Berlin.

MOSCHOPHOROS, KRIOPHOROS, ICHTHYS CONSTELLATIONS MYTHOLOGY AND TIME

In order to consider the influence of celestial mythology and the precession of Earth's rotation axis on art, we discuss here the possible connection between the ancient statues of Greek gods and the constellations or the so-called astronomical eras. Namely does the *Moschophoros* (='calf-bearer') in the Museum of the Acropolis of Athens has relation with the 'era of Taurus', during which the constellation Taurus occupied the point of the vernal equinox (♈), or the stone *Kriophoros* (='ram-bearer') from the temple of Apollo in Kourio (Cyprus) signifies the 'era of Aries'. Finally, does the Ichthys (= fish) in the Catacombs and on the floor of Kalymnos Cathedral signifies not only Jesus Christ but also the 'era of Pisces'.

Зборник радова конференције "Развој астрономије код Срба V"
Београд, 18-22. април 2008,
уредник М. С. Димитријевић
Публ. Астр. друш. "Руђер Бошковић" бр. 8, 2009, 451-461

"ΥΔΩΡ – ХИДОР" ОД СТАРИХ ГРЧКИХ КОСМОГОНИЈА ДО МОДЕРНЕ АСТРОФИЗИКЕ

ЕФСТРАТИЈЕ ТЕОДОСИЈУ[1], МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ[2]
ВАСИЛИЈЕ Н. МАНИМАНИС[1] и ТЕОДУЛ ГРАМЕНОС[1]

[1]*Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, School of Physics, University of Athens, Panepistimiopolis, Zografos 157 84, Athens, Greece*
e-mail: etheodos@phy.ua.gr, vmanimanis@phy.ua.gr
[2]*Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11060 Београд, Србија*
e-mail: mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu

Резиме. "ΥΔΩΡ" је старогрчка реч која означава воду а и данас је присутна. Из ње су изведени многи српски, енглески и новогрчки изрази, као и слични термини у другим језицима. То су на пример Хидра, хидраулика, хидродинамика, хидроксид, хидрологија и други. Вода је увек била симбол живота и стари Грци су веровали у различита божанства повезана са њом. Такође је била веома значајна у њиховим Космологијама. У таквим разматрањима, она је за Талеса из Милета «први принцип природе». У овом прилогу разматра се "ΥΔΩΡ"-вода од античких космогонија, преко митологије и хришћанске традиције до физике и модерне астрономије.

1. УВОД

Мирна или брза, стајаћа или текућа, вода је сматрана за «крв» Земље, која кроз мрежу река тече у њеним венама дарујући живот. То је најдрагоценија течност на нашој планети неопходна и благодатна људима, животињама и биљкама. То је примарна супстанца људског организма, као и основа древних грчких космогонијских митова, један од доминантних «елемената на свету, потребна за стварање и одржавање живота. Безбојна, без мириса и укуса, али драгоцена и незаменљива, увек је била у центру научних, митолошких, религиозних и филозофских истраживања човечанства.

Људи су од најстаријих времена схватали колико је важна за постојање живота, као и за цео свет. Филозофи и обични људи веровали су да је "*χυδορ*" почетак свих ствари, пошто је изгледало да га све садржи. У космогонијским митовима целог човечанства има магична својства и то је супстанца која регенерише, ревитализује и прочишћава.

Вода, симбол живота, постала је од најдревнијих времена објекат обожавања готово свих примитивних раса. Стари Грци су веровали у разна водена божанства; божанства мора и река. Поред Посејдона (Нептун), бога мора, обожавали су Нереја и Нереиде, Протеја, Тритона итд. Обоготворили су и многе реке као Ахелос, Алфеос, Азопос и друге.

Хомер (1924) помиње да је Земља равна плоча, око које тече митска река Океан, која нема ни извора ни ушћа а циклично тече напред, па назад ка почетку у бескрајном и вечном кретању. Стари Грци су веровали да окружује целу Земљу. «*Ту су биле и струје реке Океан , из које су сви искочили*» (Хомер, *Илијада* xiv 246, с. 85). Изнад равне Земље је небеска полусфера, која је покрива. Односно у космологији оног доба: Земља равна попут плоче, плива на води покривена небеском куполом.

Океан је био отац свих богова. Тако Платон наводи (Кратилус, 402бц):

Упаво тако Хомер такође каже – Океан, од кога су настали богови, и њихова мајка Тетис [Окен из кога су богови искочили, и мајка Тетис (Илијада XIV, 201, 302)]; а верујем да је то исто рекао Хезиод [Теогонија 337: Тетис нага у Океану стварајући реке (Хезиод, 1914, с. 103]), Орфеј такође каже... Слободно пливајући Океан био је први за женидбу, и венчао се са својом сестром Тетис, ћерком његове мајке. (Платон, 1926, с. 69).

Аристотел у *Метафизици* (књига I, iii. 983b 6) даје више детаља:

Понеко мисли да су људи веома древних времена, много пре садашњег доба, први који су чинили претпоставке о боговима, имали исто такво мишљење о примарном ентитету. За њих су Океан и Тетис били родитељи Стварања а Завет богова била је вода - Стикс (Илијада XIV, 20:81, 246:85) «зато он је рукавац Стиксових вода, страшне заветне реке» (Илијада, ii 755), «дођи сада, закуни ми се несавладивим водама Стикса» (Илијада XIV, 271), «а доле текућа вода Стикса, која је највећи и најстрашнији завет благословених богова» (Илијада XV, 37), како су је звали (Аристотел, 1933:21).

Професор Г. Ј. Витров (Whitrow) у своме делу «*Време у историји*» пише:

Хомер није био заинтересован за порекло ствари и није било космогоније иза идеје да је вода порекло свих ствари То је било изражено митолошки називајући пореклом свих ствари Океан, реку која окружује светску плочу Илијада XIV, 246) В. К. Ц. Гитри (W. K. C. Gutrie) (1961, 39-40), који је скренуо пажњу на то, наглашава да је то вероватно Јонска идеја, пошто « се поново појављује у Јонској филозофији и код источних народа, чијем је утицају рана Јонија била посебно подложна». Скреће се пажња да је Талес, први грчки филозоф , био Јоњанин, и да је сматрао да је први принцип (архе) свих ствари вода (Whitrow, 1989, 37/38).

2. КОСМОГОНИЈА

У старој Грчкој, астрономија као наука почиње у шестом веку старе ере када су грчки филозофи у Јонији (Мала Азија) покушали да разумеју не само чињенице него и «зашто» и «због чега», шта лежи иза, укључујући сваку физичку и астрономску појаву. Оснивање Јонске школе у Милету је почетак пресократовске, прве филозофске мисли у античком грчком свету.

Талес из Милета (624-547 пре н.е.) био је водећи јонски филозоф, први који је дошао до закључка да материјална супстанца објашњава све природне појаве а према његовој космологији материјални узрок свих ствари је "ΥΔΩΡ". Секстус Емпирикус такође износи ову чињеницу:

Оснивач школе у Милету био је Талес (око 600 пре н.е.). Он је изјавио да је основна супстанца од које је сачињен свет, начињена од воде (Секстус Емпирикус, 1933, 7).

ΥΔΩΡ је старогрчка реч која означава воду а и данас је присутна. Из ње су изведени многи српски, енглески и новогрчки изрази, као и слични термини у другим језицима. То су Хидра, хидраулика, хидродинамика, хидроксид, хидрологија и други. На пример хидроген је грчка реч сатављена од "хидор" (вода) и глагола "гено" (породити). То је водоник – хидроген, елемент од кога се «рађа» вода.

То је био «први принцип» за филозофа Талеса, рођеног у богатом граду Милету у Малој Азији. Рекао је да је све сачињено од воде. Земља је резултат њене кондензације а ваздух разређивања. Када се он загрева настаје ватра. Талес је износио мишљење да је цео универзум рођен из воде («Говорио је да је она први принцип природе»). Дакле по први пут у историји науке, покушано је да се космички феномени објасне не помоћу акције изведене вољом антропоморфног божанства, него помоћу безличног природног принципа.

Талес, који је у Грчку увео математичку и астрономску науку, пажљиво је посматрао свет око себе и запазио да је очигледно најобилнији елемент у природи ΥΔΩΡ. На основу ове чињенице претпоставио је да то мора бити основни елемент почетка космоса и есенцијална компонента свих ствари. Његова космологија се заснива на води, као основи свега. Аристотел је писао да је Талес био први који је сугерирао јединствени материјални субстратум Универзума. Према њему, цео Космос је живући организам, који се храни воденим испарењима.

Талес, оснивач теоријске Геометрије и Астрономије, не задовољава се, као носилац апстрактног духа античке Грчке, само сакупљањем документације и учењем чињеница, него тражи теоријска објашњења појава. Увео је појам «првог принципа», који је и до данас остао у међународној научној мисли.

Вода је за великог филозофа, без било какве божанске интервенције, била основни састојак матерјалних ствари и сва жива бића су мутације ове првобитне супстанце.

Покушај Јонске школе, а посебно Талеса, да формулишу први филозофски систем, описао је Аристотел у *Метафизици* где јасно изјављује да су сви јонски филозофи предлагали неки «архе» (генеративни узрок) Васионе. Како Аристотел каже (књига I, iii. 983b 2-5), већина најранијих филозофа:

...разматрала је само матерјалне принципе као основу свих ствари. Оно од чега се све ствари састоје; одакле првобитно долазе и на шта се, после њиховог уништења, на крају разлажу, што у основи остаје мада измењено њиховим утицајем – то је, кажу они, елемент и принцип постојећих ствари. Према томе они верују да ништа није ни створено ни уништено, пошто ова врста основног ентитета увек постоји (Аристотел, 1933, с. 19).

Дакле према погледима Талеса - и свих Јонских мислилаца – Универзум је био огромна водена маса, на којој је Земља, која има облик простране кружне плоче, односно равна Земља плива на водама Космоса, а истовремено је центар нашег планетарног система и Васионе уопште.

Оваква претпоставка била је позната старим Грцима из Хомерове *Одисеје* (i 79), где се Посејдон (Нептун) назива владарем Земље. Бог мора, био је у почетку земаљско божанство. Стари Грци су лако ускладили две различите традиције. Дакле Посејдон једно време борави у мору, а затим хода Земљом изазивајући потресе, пошто је сматран за «земљотресника»: *Од тога времена надаље, земљотресник Посејдон заиста није покушавао да убије Одисеја* (Ibid. i 74).

Вероватно је оваква претпоставка о пливајућој Земљи – позната још из *Одисеје* - навела Талеса да формулише своју теорију о земљотресима. Сматрао је, да пошто Земља плови као чамац на космичким водама, поремећаји који могу наступити код такве водене масе су узрок њихове појаве.

Луције Енеј Сенека извештава у својим *Naturales Quaestiones*:

Следећа Талесова теорија је глупа. Он каже да је круг земље подржан водом и ношен као чамац , а када се каже да се земља тресе то је уствари због помераја услед кретања воде. Не чуди стога обиље воде која чини токове река, пошто је она свуда около. Одбаци ову древну и неучену теорију. Такође нема разлога да треба да верујеш да вода улази у овај шар кроз пукотине и формира мочварне воде. (Сенека, Naturales Questiones I, iii 14, 1971:231).

Традицију Талеса из Милета следио је Хипо са Самоса, који је своје погледе заснивао углавном на физиолошким посматрањима, као што је на

пример влажност живих организама. На њега су свакако утицали Талесови ставови о космогонији. То је такође подржао и неоплатонски филозоф и коментатор Аристотеловог дела Симплицијус (1882) у *Aristotelis Physicorum* (I 2, 23, с. 23). Хипо са Самоса (или из Регијума), био је медицински писац и еклектички филозоф који је живео у другој половини петог века пре н.е.

Секст Емпирикус у *Против физичара* (III, i. 361) извештава да су Хипо и Ономакритус усвојили воду као оригинални елемент, из кога је настала ватра, а из доминације ватре над водом Космос*: «Хипо из Регијума, ватру и воду; а Ономакритус у «Orphica», ватру, воду и земљу»*. (Секстус Емпирикус, 1936, с. 175).

Гледишта Хипа могу се наћи у издању Хермана Дилса (1996) *Фрагменти о Пресократовцима*. Хипо је сматрао да не постоји ништа изван света који осећамо нашим чулима. Сходно томе, веровао је да су богови били велике личности или хероји које је народ обоготворио. Због оваквог мишљења сматран је атеистом. Аристотел у *Метафизици* (I, iii 984a 5), критикујући инфериорност његове хипотезе, презриво каже *«Ништа не кажем о Хипу, зато што га нико не би укључио у ово друштво с обзиром на безвредност његове памети»* (Аристотел, 1933:21).

На почетку петог века пре н.е., Хераклит (544-484 пре н.е.) «је сматрао вечну промену као основни закон који управља свим стварима» (Whitrow, 1989, с. 38), али је такође имао своје гледиште у односу на ватру и воду.

Диоген Лаертије у својим *Животима истакнутих филозофа* (II, ix 8-11), даје више детаља о Хераклиту, који је сматрао да:

Ватра сажимањем прелази у влагу, а ова кондензовањем у воду; она пак када очвршћава прелази у земљу. Овај процес он назива силазни пут. Онда поново земља постаје течност, што води настанку воде, а од ње се изводи остатак низа. Он своди готово све на испарења из мора. Овај процес је узлазни пут. Испарења долазе из земље као и из мора; она из мора су сјајна и чиста, она из земље тамна. Сјајна испарења хране ватру, елемент влажан другима (Диоген Лаертије, 1925:417).

Ксенофан из Колофона (565-488 пре н. е.) проширио је оригиналну мисао Јонске школе, додајући земљу као првобитни елемент стварања. То је очигледно у два од 29 спасених одломака његовог дела *О природи*: «*Све ствари долазе из земље и у земљи све ствари завршавају постајући земља*» (цитирано у Фербанкс, 1898, с. 69, Фрагмент Б27).

Према Секстусу Емпирикусу (*Против физичара*, III, i. 361) Ксенофан је веровао да: «*Заиста ми сви људи смо искочили из земље и воде*» (1936:175). Односно: «*... веровао је да су све ствари начињене од земље и воде*» (Расел, 1946, с. 59).

Ипак, у космолошкој хипотези да су основни елементи Стварања вода и земља проблем је што оне нису супротности па кретање између њих нема оправдања.

Емпедокле (483-430 пре н.е.), грчки филозоф који је живео у Акраганту на Сицилији, укључио је према Аристотелу земљу у скуп основних елемената природе од којих је настао Космос, а то су вода, ватра, ваздух, који је укључио Анаксименес, и земља:

Емпедокле – додајући земљу као четврти елемент већ поменутим (а то су вода, ватра и ваздух) – узима сва четири» (наведено у Аристотеловој *Метафизици*, II, iii. 948a 8, 1933:21). И слично:

Емпедокле Акраганћанин: «претпоставио је да је космос сачињен од четири елемената – корена свих ствари. То су били ватра, ваздух и земља» (цитирано у Fraser, 1948, с. 314).

У његовој филозофији, према Секстусу Емпирикусу (*Против физичара* III, i. 362-363) воду симболизује Нестис, вероватно сицилијанско женско божанство вода. Име долази од старог грчког глагола «нао» који значи извирати, навирати. Нестис је створила извор живота за смртнике сипајући своје сузе.

Емпедокле и Стоици, земља и вода и ваздух и ватра.
Четири су корена свих ствари, и наведи прво њихова имена:
Сијајући Зевс и Хера доносилац живота, и Едонеј, Нестис такође која навлажи
сузама фонтану смртника.
Коментар преводиоца Р. Г. Барија (R. G. Burry). *Зевс је ту вероватно за елемент «ваздух», Хера за «земљу», Едонеј за «ватру», Нестис свакако за «воду» . «Фонтана» или физички извор је семе* (Секстус Емпирикус, 1936, с. 175).

Вода, ватра, ваздух и земља се, према Пресократовским филозофима, поистовећују са животом, душом и природном силом која покреће све у Универзуму. Њихова мисао утицала је на целу грчку и западну цивилизацију. Узимајући у обзир да у ондашњем свету поезије и митологије није било научничке сигурности, појава Пресократовске филозофије је задивљујућа.

Као што је изјавио енглески филозоф Бертран Расел у *Историји западне филозофије*, у целој историји:

...ништа није тако изненађујуће или тако тешко да се објасни, као изненадни развој цивилизације у Грчкој. Много од онога што чини цивилизацију постојало је већ хиљадама година у Египту и Месопотамији и онда се проширило на суседне земље. Али неки елементи су недостајали док их није пружила Грчка. Оно што су постигли у уметности и књижевности знано је свакоме, али то што су учинили у чисто интелектуалном продуховљавању је још изузетније (Расел, 1946, с. 21).

3. ВОДА У СВЕТСКОЈ МИТОЛОГИЈИ И ХРИШЋАНСКОЈ ТРАДИЦИЈИ

Вековима, људи су веровали у чудесну и прочишћујућу моћ воде. Стара грчка традиција каже да су млади људи секли косу и жртвовали божанствима река.

За старе Грке део Океана нестајао је у дубинама Земље, где је стварао воде Стикса, реке Хада и мртвих, са црним и јаловим водама.

Чак и олимпијски богови заклињали су се водама Стикса, које су се спајале са Кокитусом, другом реком подземног света.. «*Кокитус, који је рукавац Стиксових вода*» (Хомер, *Одисеја*, xx 514, 1919, s. 395). Ако би неки бог прекршио ову страшну заклетву, други богови би њега или њу казнили, тако што би десет година прекршилац био сам, лишен нектара и амброзије.

Паузанија у *Опису Грчке* (I, *Атика*, xvii. 5) напомиње да је ова река у Теспротији:

Ту је такође Кокитус, веома нелепи ток. Верујем да је Хомер, зато што је видео ова места, изгубио страх да у своме певању описује пределе Хада, и дао тамошњим рекама имена оних у Теспротији (Паузанија, 1918:85).

Према грчкој традицији, воде Стикса извиру из вертикалне стене високе око 200 метара, која се налази у Хелмосу или Ароамијским планинама на Пелопонезу. Путник Паузанија сматрао је ове воде смртоносним за људе и животиње, док их друга традиција повезује са «бесмртним водама», које дарују бесмртност ономе ко их пије.

Паузанија у Опису Грчке (III, *Аркадија*, xviii. 2-6) извештава:

Он такође претсавља Стикс као реку у Хаду... Њене воде доносе смрт свима, како човеку тако и животињи. Такође је речено да је једном донео смрт козама, које су пиле воду прве; касније су сва чудесна својства воде упозната... Да ли је Александар, син Филипа, нашао своју смрт због овог отрова, не знам поуздано, али знам да постоји таква прича (Паузанија, 1925, с. 433-435).

Данас, ове воде излазе из црног извора због чега се место зове Мавронери (што значи Црне-воде). Посетили смо га, зато што је око три сата хода оданде место где ће бити изграђен највећи телескоп у Грчкој (Аристарх Самоски), са огледалом пречника 2,3 м.

Стари Грци обожавали су Посејдона, као бога вода и мора; Римљани Нептуна, Скандинавци Егина, а Индуси Варуну, али истовремено и обоготворене реке Ганг и Инд. Обожавање вода и њима придружених божанстава, постоји непрекидно од каменог доба до данас.

Ако потапање у воду симболизује на личном нивоу смрт и регенерацију, на космичком нивоу претставља уништење старог и почетак новог. Потоп

истовремено кажњава и доноси прочишћавајући крај декадентног света. Многи стари народи практиковали су ритуал прочишћења уз помоћ воде – прањем, прскањем или потпуним потапањем.

Православни Хришћани су прихватили овај веома стари и универзални симболизам воде. Заиста, у православној хришћанској традицији вода представља симбол прочишћења и искупљења. Један од најважнијих сакрамената је крштење. Према православној традицији, особа која се крштава, три пута се потапа или шкропи светом водом. На тај начин она приступа Цркви, ослобођена првобитног греха. Исуса Христа крстио је св. Јован Крститељ у реци Јордан. Ова река је од тада света попут Инда и Ганга у Хиндуизму.

Црква прославља Христово крштење специјалним празником (Епифанија) сваког 19. (цркве које користе Јулијански календар, као што је Српска) односно 6. јануара (цркве које користе Миланковићев или Реформисани јулијански календар, као што је Грчка). Тога дана свештеник свети воде у своме крају, реке и море, бацајући у њих свети Крст. Ко год скочи у воду и дохвати крст сматра се благословеним од Бога. У Србији крст се прави од леда . На пример до 1914. он је бацан у Саву у Београду и Шапцу. То је стара замена паганској људској жртви демону воде. У Алексинцу и Нишу, вода се благосиљала на раскршћу у центру града. Свети Крст је био на столу, такође од леда, а наоколо посуде са водом која се освећивала. Свету воду су носили и чували по кућама, верујући да штити од болести (Кулишић и др., 1970).

4. ВОДА У ФИЗИЦИ И АСТРОФИЗИЦИ

Вода је основна супстанца, а ни до данас наука није открила све тајне које се крију у једној њеној капи. Та свеприсутна, безбојна течност без мириса и укуса још увек претставља загонетку.

Поменули смо да је у антици сматрана за «елемент». Према савременим књигама о физици и хемији – нпр. Бал (2000) и Бенџамин (2001) – енглески хемичар Хенри Кевендиш (1731 – 1810) је показао сложену хемијску природу воде, која се састоји од водоника и кисеоника: «*Дакле коначно је лишивши старог кључног положаја једног од «елемената»* (Дампјер, 1929, с.- 198).

На почетку 19. века, француски хемичар Антоан Лоран Лавоазје (1743 – 1794) и француски астроном и математичар Пјер Симон Лаплас (1749-1827) одредили су њен састав као мешавину 85% кисеоника и 15% водоника.

Хемијску анализу воде извео је енглески инжењер и издавач Виљем Николсон (1735-1815) коме је наука била хоби. У сарадњи са хемичарем сер Антонијен Карлајлом, саставио је велику батерију и уз њену помоћ открио електролизу. (Фрејзер, 1948, с. 447).

Састављена од два атома водоника и једног кисеоника, има формулу H_2O. Њен молекул је стабилан и да би се распао потребна је знатна енергија – једнака оној која се ослободи када се формира.

Када је живот завладао континентима, сваки организам на њима сачувао је у себи довољно ове течности као успомену на водено порекло. Вода је главни састојак људског тела, око 70% његове тежине. На неки начин она је веза која спаја сва жива бића међусобно и са Универзумом. Са друге стране, историја човечанства је била битно одређена потрагом за водом и верујемо да ће постојање воде на небеским телима усмеравати космичка истраживања. Велике цивилизације настајале су близу воде, такорећи «из воде».

Чарлс Г. Фрејзер у Причи о физици напомиње да :

Премда су Фирентинци открили око 1600. да вода има «аномално ширење» близу тачке мржњења и сходно томе најмању запремину и највећу густину, тек је 1804. ова температура била тачно одређена, То је учинио Томас Ц. Хоуп, професор хемије на универзитету у Единбургу, још један од старих Блејкових студената (Фрејзер, 1948, с. 346).

Двадесетог јуна 2000. Наса је утврдила постојање воде на Марсовој површини. Откриће које је начињено камером орбитера са космичког брода «Марс глобал сарвејер», указује да је вода текла на површини у геолошки блиској прошлости, а сугерира се и постојање течне воде.

Из анализе снимака Јупитеровог месеца Европа са Насиног «Галилеа» види се да испод ледене површине постоји делимично истопљени лед а можда чак и течна вода. Присуство воде је у корист претпоставке да је у неком периоду историје Европе на њој постојао живот.

Вода је такође нађена и на другим сателитима Јупитера и Сатурна, као и у кометама. Први молекул, откривен радиоастрономским методама 1963. године, био је радикал ОН. Неки ОН извори у међузвезданим областима јонизованог водоника, имају такође и јаку H_2O емисију. Она је променљива, а интензитет се мења у интервалу од неколико месеци до неколико дана. Водени молекули су нађени и код ОН-IR звезда, које су вероватно прашином окружене Мире са периодом од 600 до 2000 дана, и нису видљиве оптички. Недавно, молекули воде су нађени у инфрацрвеном (11-12 микрона) спектру Арктура, џиновске звезде спектралног типа К 1.5III (Рајд и др., 2003). Брант и др. (2003) су извели анализу својстава емисије водених масера у 14 области у којима се формирају звезде а Бекер и др. (2003) су нашли и истражили емисију водене паре из елиптичког прстена масера који се налази близу протозвезде Цефеј А HW2.

5. ЗАКЉУЧАК

Талес из Милета је веровао да је вода први принцип, матерјални узрок свих ствари. То је за оно време био револуционаран и радикалан поглед. Не треба сметнути с ума да је његова одважност била велика, пошто је први одбацио било какав божански или натприродни ауторитет – без размишљања о последицама – и тако битно скрајнуо и драстично умањио улогу богова у земаљским збивањима.

У модерној физици и астрофизици знамо да је водоник елемент који доминира у Космосу и да је све друго настало из њега у нуклеарним реакцијама. Данас, знајући да вода није «елемент» већ хемијско једињење састављено од два дела водоника и једног кисеоника (H_2O), можемо рећи да је Талесова претпоставка бар две трећине тачна. У молекулу воде су сакривени: а) примордијални елемент – водоник, односно сведок почетка времена, и б) кисеоник, пепео звезда. То значи да нас вода потсећа да смо повезани са сваким обликом земаљског живота и да смо попут њега, део историје свеукупног Универзума.

Захвалница

Овај рад је урађен у оквиру пројекта «Астрономија, историја и филозофија», потписаног између Астрономске опсерваторије у Београду и Катедре за Астрономију, Астрофизику и Механику, Школе за Физику, Универзитета у Атини. Такође је део пројекта 146022 *Историја и епистемологија природних наука*, код Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије.

Литература

Aristotle: 1933, *The Metaphysics*, Heinemann, London (The Loeb Classical Library; English translation by Hugh Tredenick, 1968).

Ball, Ph.: 2000, *Life's Matrix: A Biography of Water*, Farrar Straus and Giroux, New York.

Benjamin, M. M.: 2001, *Water Chemistry*, McGraw-Hill, United Kingdom.

Brand, J., Cesaroni, R., Comoretto, G., Felli, M., Palagi, F., Palla, F., Valdettaro, R.: 2003, *Astron. Astrophys*. **407**, 573.

Whitrow, G.J.: 1989. *Time in History: Views of time from prehistory to the present day*,. Oxford University Press, Oxford.

Guthrie, W. K. C.: 1961, *The Greeks and their Gods*, Beacon Press, Boston.

Dampier, W. C.: 1929, *A History of Science and its relation with Philosophy and Religion*,. Cambridge University Press, Cambridge (reprinted 1946).

Diels, Hermann: 1996, *Die Fragmente der Vorsokratiker*, Herausgegeben v. Walther Kranz. (Volumes I and II). Weidmann, Zürich.

Diogenes Laertius: 1925, *Lives of Eminent Philosophers*, Heinemann, London (The Loeb Classical Library; English translation by R.D. Hicks, revised and reprinted 1959).

Kulišić, Š., Petrović, P. Ž., Pantelić, N.: 1970, *Srpski mitološki rečnik*, Nolit, Belgrade, s. 72.

Pausanias: 1918, *Description of Greece*, Volume I. Heinemann, London (The Loeb Classical Library; English translation by W.H.S. Jones, reprinted 1959).

Pausanias: 1925, *Description of Greece*, Volume III. Heinemann, London (The Loeb Classical Library; English translation by W.H.S. Jones, reprinted 1960).

Plato: 1926, *Cratylus, Parmenides, Greater Hippias, Lesser Hippias*, Heinemann, London (The Loeb Classical Library; English translation by H.N. Fowler, 1953).

Russell, B.: 1946, *History of Western Philosophy*, G. Allen and Unwin, London.

Ryde, N., Lambert, D. L., Richter, M. J., Lacy, J. H.: 2002, *Astrophys. J*. **580**, 447.

Seneca: 1971, *Naturales Quaestiones*, Volume I. Heinemann, London (The Loeb Classical Library; English translation by Th.H. Corcoran).

Sextus Empiricus: 1933, *Outlines of Pyrrhonism*, Volume I. Heinemann, London (The Loeb Classical Library; English translation by R.G. Burry, 1967).

Sextus Empiricus: 1936, *Against the Physicists*, Volume III. Heinemann, London (The Loeb Classical Library; English translation by R.G. Burry, 1968).

Simplicius : 1882, *Priores Commentaria in Aristotelis Physicorum*, Libros IV, Volumen IX. Editit Hermannus Diels. Typis et Impensis G. Reimeri. Berolini.

Fairbanks, A.: 1898, *Xenophanes: Fragments and Commentary*, K. Paul, Trench and Trubner. London

Fraser, C. G.: 1948, *Half-Hours with Great Scientists – The Story of Physics*, University of Toronto Press, Toronto.

Hesiodus: 1914, *The Homeric Hymns and Homerica (Theogony)*, Heinemann, London (The Loeb Classical Library; English translation by Hugh G. Evelyn-White, reprinted 1954).

Holy Bible: 1979, The Gideons International Ed., National Publishing Company, U.S.A.

Homer: 1924, *The Iliad*, Heinemann, London (The Loeb Classical Library; English translation by A. T. Murray, 1954).

Homer: 1919, *The Odyssey*, Heinemann, London (The Loeb Classical Library; English translation by A. T. Murray, revised by G. E. Dimock, reprinted 1995).

"HYDOR" FROM ANCIENT GREEK COSMOGONIES TO MODERN ASTROPHYSICS

Hydor is an ancient Greek word meaning water, a word that is still present. A lot of Serbian, English, Greek words, as well as the similar words in other languages, are derived from this single Greek word: Hydra, hydraulic, hydrocarbon, hydrodynamics, hydrofoil, hydrogen, hydroxide and many others. Water, was always the symbol of life and ancient Greeks believed in many watery deities. It was also very significant in ancient Greek Cosmologies. For example in such considerations of Thales from Miletus, hydor-water was the "first principle of the nature". Here is discussed the meaning of hydor-water from ancient Greek Cosmogonies, through world mythology and Christian tradition, up to physics and modern astronomy.

Зборник радова конференције "Развој астрономије код Срба V"
Београд, 18-22. април 2008,
уредник М. С. Димитријевић
Публ. Астр. друш. "Руђер Бошковић" бр. 8, 2009, 463-479

ХЕЛИОЦЕНТРИЧНИ СИСТЕМ ОД ОРФИЧКИХ ХИМНИ И ПИТАГОРЕЈАЦА ДО ЦАРА ЈУЛИЈАНА АПОСТАТЕ

ЕФСТРАТИЈЕ ТЕОДОСИЈУ[1] , АРИ ДАКАНАЛИС[1],
МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ[2], ПЕТРОС МАНТАРАКИС[3],

[1]*Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, School of Physics, University of Athens, Panepistimiopolis, Zografos 157 84, Athens, Greece*
e-mail: etheodos@phy.uoa.gr
[2]*Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11060 Београд, Србија*
e-mail: mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu
[3]*22127 Needles St, Chatsworth, California, U.S.A.*
e-mail: zanispetros@socal.rr.com

Резиме: Анализирана је еволуција хелиоцентричке теорије у Античком свету, од њених почетака у Орфичким химнама до цара Јулијана Апостате у четвртом веку. Посебно су разматране Орфичке химне, погледи Питагорејаца, хелиоцентричке идеје Филолаја из Кротона, Хикете, Екфанта, Хераклида Понтијског, Анаксимандра, Селеука из Селеукије, Аристарха са Самоса и цара Јулијана.

1. УВОД

Још у раној Антици, филозофи и астрономи су били обузети питањем које од небеских тела заузима централно место у познатом свету. Геоцентрички систем, у складу са егоцентричном формулацијом, поставио је нашу малу планету у центар универзума, што је изгледало да годи егоцентричним духовима учених људи. Уживајући наклоност већине филозофа и астронома, вековима је доминирао. Ипак, било је и супротних ставова у корист хелиоцентричке теорије. Заиста, чак и пре Аристарха са Самоса, први трагови хелиоцентричког система могу се наћи још у Орфичким химнама и учењима Анаксимандра и Питагорејаца. Касније, Аристарх са Самоса, засновао је хелиоцентричну теорију, која нажалост није била општеприхваћена, за разлику од њеног геоцентричног супарника, који је добио опште признање, прво захваљујући значају који је придаван Аристотеловим погледима и учењу, а касније, захваљујући мишљењу великог астронома Клаудија Птолемеја (2. век).

Али хелиоцентрички систем није био у потпуности заборављен. У току 4. века, цар Јулијан, назван такође Апостата (отпадник), постао је његов велики поборник. Јулијан је сматрао да је Земља планета која се, као и остале, окреће око Сунца по кружној орбити. Дакле, Аристархова теорија није била заборављена у првим вековима нове ере, него је имала и следбенике.

2. ОРФИЧКЕ ХИМНЕ

Стара учења Орфеја су сматрана првом Грчком мистичном религијом, са песмама и химнама велике лепоте. Орфичке химне се састоје од 87 песама у хексаметру или 1200 стихова укупно, које су дошле до нас под насловом "*Химне Орфеја Мусеју*", митском Орфејевом ученику или сину.

Химне садрже опширне астрономске информације, делимично сакривене употребом песничког језика, као и интересантне идеје о Стварању и Врховном бићу. Ова последња идеја говори нам да химне припадају монотеистичком култу, пошто се стварање универзума приписује јединственој врховној сили. Такође ту налазимо занимљиве појмове Хаоса и космичког јајета, које је довело до стварања „Фанеса", онога ко је зрачећи и постојећи.

Из очију си обрисао тамни мрак ноћи, свеширећи сјају и чиста света светлости. Тако је Фанес звао славу неба, машући крилима по свету где лети.

[V. TO PROTOGONUS (ПРВОРОЂЕНОМ), *Кађење миром*, стих 15]

Готово сви Старогрчки мудраци и писци налазили су инспирацију у темама Орфичких химни, и под њиховим утицајем су стварали своје јединствене теорије и учења.

Напоменимо да у Орфичким химнама „Хаос" представља оно што би данас звали пространство, „Геа" је мајка-земља (а не планета) док је „Ерос" (љубав) стваралачка сила. У већ наведеној химни налазимо молитву Хаосу, који премошћава етар а рођен је из космичког јајета:

О Моћни прворођени [Protogonos],чуј моју молитву, двоструки, рођени из јајета, и лутајући кроз етар...

[V. TO PROTOGONUS (ПРВОРОЂЕНОМ), *Кађење миром*, стих 1]

Вредно је помена да је у хомеровско време, сматрано да је Земља равна кружна плоча, око које је река, Океан. Овај појам је очигледан из следећег стиха:

Стари Океане такође дубоко поштују твоју врховну наредбу, којом течне руке окружују чврсту земљу.

[X. ПАНУ, *Кађење различитим мирисима*, стих 15]



Слика 1: Фанес бог светлости, истине и правде. Овде је окружен елиптичком (у облику јајета) еклиптиком са зодијачким знацима и четири главе у угловима. Изнад и испод њега су две половине космичког јајета, а сам Фанес је представљен са крилима као и Ерос. У десној руци држи муњу, као Зевс, а у левој скиптар који означава његов краљевски положај на овом свету. Змија омотана око њега симболизује Земљу, чаша означава воду, крила ваздух, а бакља ватру. Ноге су му рачвасте као код Пана.



Слика 2: Хомеров универзум: У васељени хомеровских времена, могу се видети планине како се дижу са површине великог диска Земље, Океан се шири око њих, док у средишту доминира планина Олимп, која се диже до неба. На његовом највишем врху, столује свевидећи Зевс, надгледајући како бесмртне богове тако и смртне људе, које некада награђује а некада кажњава. Поред Олимпа су небеса подржана Атласовим стубом. На небу можемо да видимо Месец, звезде и сазвежђа.

На овој слици су сазвежђа Хидра (Hydra), Гавран (Corvus), Пехар (Crater), Рак (Cancer), Лав (Leo), Близанци (Gemini), Бик (Taurus) и отворено јато Плејаде (наведено према Cotsakis, 1976, стр. 18)

Химне помињу Небо које је владар света, и окреће се око Земље:

Велико Небо [Ouranos], чији моћни оквир не зна за починак… Чуј, владару света,…, који се као сфера заувек окрећеш око земље
[III. НЕБУ: *Кађење тамјаном,* стих 1]

Један други стих сугерира да су почеци хелиоцентричког система изгледа у Орфичким химнама, као што је раније нагласио грчки астроном Хасапис и Марија Папатанасију са Атинског универзитета:

Чуј златни Титану! Сијајући као злато идеш горе дугачким кораком, о небеска светлости…
…ти који спајаш епохе …Ти си владар света...
Са златном лиром, црташ хармоничну путању света…
… [ти] који луташ кроз ватру и крећеш се наоколо по кругу
[VIII. *СУНЦУ,* стих 2]

Израз "[ти који привлачиш] *црташ хармоничну путању света*" је изненађујући пошто то може бити клица идеје о хармоничном кретању планета око Сунца, појам који је широко коришћен најмање првих пет векова пре наше ере а можда и раније. Ако укључимо планете у појам света, онда се златно Сунце може сматрати као привлачно средиште њихових хармоничних путања. Можемо дакле претпоставити да се зачетак хелиоцентричне теорије може наћи у Орфичким химнама.

Даље у химни (34): Аполону, налазимо следеће:

Локсијасу, чисти! … Помешао си у једнаким деловима зиму и лето…
[XXXIV. *АПОЛОНУ,* стих 6,… и 20]

Дакле "Локсијас" Сунце (у смислу "нагнут") помешао је годишња доба и поделио их у два једнака дела, лето и зиму. То је веома значајан астрономски детаљ који је скренуо пажњу астрономске јавности, зато што је повезан са временом настанка Орфичких химни. Ако ову информацију схватимо дословно, оне су настале у време када су лето и зима били потпуно исте дужине. То смешта време настанка Орфичких химни близу следећих датума: 1841 пре н.е. и 1366 пре н.е. (Chassapis, 1967 и Papathanassiou, 2003). Овај закључак тражи претпоставку да су стари Грци имали веома способне астрономе у раној антици, у прилог чему имамо мало чињеница

Још један одломак, мада се односи на Хестију, изгледа да је у прилог хелиоцентричком аспекту Химни. То је химна (84) [Хестија]

Ти која заузимаш центар дома највеће и вечне ватре.
[LXXXIV. *ХЕСТИЈИ,* стих 2]

У Orphicorum Fragmenta један одломак нам говори о ротацији Земље. Он каже да је Мусеј знао путању звезде и кретање сфере око Земље, пошто се ова округла Земља обрће у једнаким временским периодима око своје осе (Фр. 247 стих 24-26, стр. 261-262).

3. ПИТАГОРЕЈЦИ

Питагора је основао своју школу у Кротону у јужној Италији око 540. године пре н.е. Он и његови следбеници сматрали су да су бројеви најважнији космолошки принцип. На неки начин су били у праву, зато што је данас научна мисао фокусирана на бројеве, они се идентификују са математичком хармонијом и без њих наука не може да постоји.

Питагорејска школа поставила је темеље филозофије математике и физике, повезујући поредак и хармонију звука са хармонијом универзума.

Практично сви Питагорини ученици обучавани су у астрономији, али су њихова проучавања кретања и растојања планета извођена прилично мистичним прилазом. Веровали су у мистичне и свете односе између бројева и појава које они описују. У питагорејском учењу, планетарна растојања била су аналогна небеској музичкој хармонији, коју су стварали хармонични звуци. Веровали су да се ова хармонија непрестано ствара, те да је вечни израз - највишег реда – јединствене божанске хармоније.

Питагорејци би били одушевљени да виде идеје сличне њиховим, које се користе у данашњој науци. На пример модерна теорија струна сматра да је све на микроскопском нивоу комбинација вибрирајућих струна. Питагорејци, који су развили концепт „музике и хармоније сфера“, видели би честице као микроскопске струне чије ритмичке вибрације стварају друге честице, то јест „музичке ноте“. Ове ноте, са друге стране, стварају музику небеских сфера. Дакле сходно њиховим погледима, цео наш свет би изгледао као музичка симфонија, компонована од ових нота

Питагорина школа била је братство, највероватније у готово религијском смислу, и имало је различите степене иницијације, а вероватно је била заснована попут Орфичких заједница. Њен допринос геометрији, музици, аритметици и астрономији био је веома значајан за развој људске мисли. Преко геометрије, као и хармоније звукова и бројева, Питагорејци су развили појам савршенства у универзуму, и сковали одговарајућу реч да га опишу: „Космос. Ово име је изведено или од речи „космо“ са значењем „поређати у ред“ или од речи „космема“ што значи „драги камен - украс“. Сам Питагора је изгледа први користио реч „Космос“ према доксографу Аетију: *“Питагора је био први који је именовао место свих ствари Космосом, захваљујући његовој уређеној природи”* [Aetius, *De Vetustis Placitis,* II, 1, 1 (D. 327, 8)].

Питагорејска школа сматрала је да је суштина свих ствари „број“, прилично апстрактан појам, који се не може опажати нечијим чулима, већ само помоћу разума. На тај начин, филозофи ове школе изједначавали су бесконачност са материјалним елементима који се нису могли измерити или дефинисати. Увели су појам «материје», која је била схватана као елемент који је одолео свакој дефиницији његовог онтолошког и моралног несавршенства.

Неки елементи питагорејске космологије дошли су до нас преко Аристотелове *Метафизике*. Према Питагорејцима, Космос је настао пошто је „Један“ дошао у постојање. „Један“ или „ен“ на Грчком – служио је као први принцип и привукао је „бесконачно“ (апеирон) властитој суштини, и успоставио му границу (limit - перас). Ова два појма „ограничено“ и „бесконачно“ немају јасно значење, а размишљало се да се могу односити на просте и парне бројеве.

Аристотел такође помиње следеће: *“Елементи бројева, према њима, су Парно и Непарно. Од њих прво је ограничено а друго неограничено; Јединица се састоји од оба (јер поседује и непарност и парност)[напомена: или пошто додавањем претвара парни број у непарни а непарни у парни (Александар, Теон из Смирне) или зато што је сматрана као принцип и парних и непарних]. Број је изведен из Јединице; а бројеви, као што смо рекли, сачињавају цео универзум доступан чулима”* [Aristotle, *Metaphysics*, A5, 986, 15]

Аристотел нам је оставио и друге коментаре Питагориних идеја: *“Такође је апсурдно, или је то пре једна од немогућности ове теорије, да се уведе стварање ствари које су вечне. Нема разлога да се сумња да ли су их питагорејци увели или не; они јасно изјављују да када се „Један“ успоставио - било из равни површина или семена или из нечега што они не могу да објасне – одмах је најближи део Бесконачног почео да се креће у њега и био ограничен Границом [напомена*: *ако су бројеви вечни, апсурдно је да треба да су створени]*. [Aristotle, *Metaphysics*, 1091a, 14].

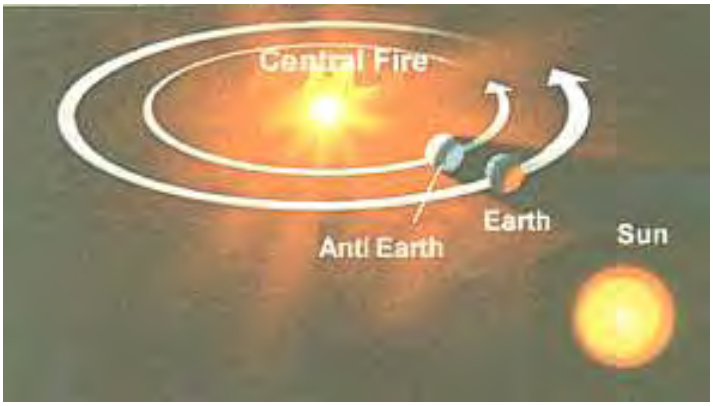
Још један космолошки појам који је усвојила Питагорејска школа био је да је Стварање почело из једне јединствене тачке, која се непрекидно ширила до бесконачности. Очигледно је да су Питагорејци веровали да је универзум еволуирао од инфинитезималног језгра које се сферично ширило. Ову идеју су заступали и неки од астронома који су сматрали да је постојање статичког сферичног универзума започело ширењем из једне почетне тачке.

Друга идеја у коју су Питагорејци веровали била је да је Земља округла и непокретна у центру Космоса, који је такође сферичан. *“..вода, земља и ваздух; ови елементи се смењују и прелазе један у други потпуно и комбинују се да створе продуховљен, интелигентан, сферичан универзум са земљом у средишту а земља је и сама округла и настањена”* [Diogenes Laertius, *Lives of Eminent Philosophers*, VIII, 25, 8-10].

Многи Питагорејци имали су истоветни став о округлој Земљи, која се налази у средишту универзума, *без да је било шта придржава*. То је у оно време била нова идеја, и јасни је показатељ напретка када се упореди са претпоставкама које су пре тога чинили различити грчки филозофи.

Према професору астрономије Деметриосу Коцакису (Demetrios Kotsakis), *"Питагора је био први који је учио да привидно кретање Сунца на небеској сфери са истока на запад, може бити анализирано као два различита кретања: једно дневно са истока на запад, паралелно екватору, и једно годишње са запада на исток, дуж еклиптике"* (Kotsakis, D., 1976, p. 28).

У шестом веку пре н.е., неки ученици и следбеници Питагоре, од којих су најважнији Филолај из Кротона, Хераклит из Понта, Екфант из Сиракузе, као и други, веровали су у „пироцентричну" слику света. Они су прихватали да је елемент ватра био „први принцип» Космоса. Веровали су да се после Стварања, елемент ватра нагомилао у средишту Космоса и да је његово привлачење суседних делова било део стварања и обликовања различитих тела што је начинило сферични универзум.

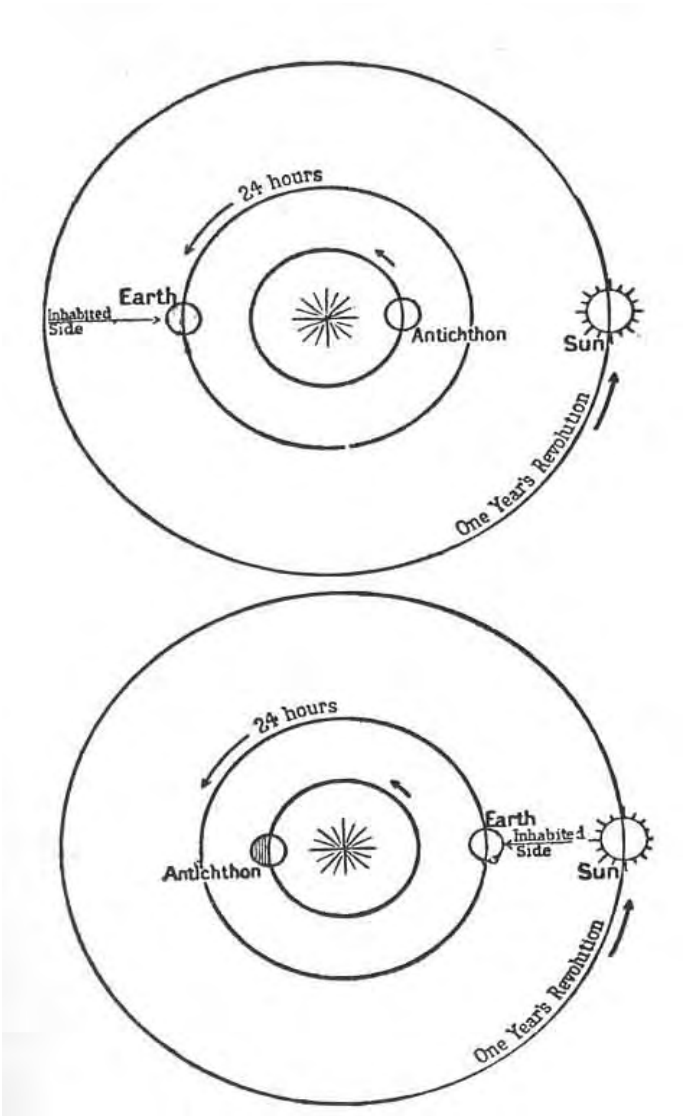


Слика 3: Питагорејски универзум.

3.1. Идеје Филолаја из Кротона

Филолај из Кротона (450-500 пре н.е.), ширио је питагорејске идеје у односу на „први принцип", организујући и пишући преглед питагорејске филозофије. Изгледа да је био главни стваралац филозофских појмова „ограничености" и „бесконачности" и склада међу њима, који је, према његовим погледима, био постигнут захваљујући „броју". Веровао је да је Космос јединствен и да је настао стварањем из средишта, где се налазила ватра. Ту је сместио „Антихтон" (или Анти-земљу – хипотетичку невидљиву Земљу), Земљу, Месец, Сунце, пет планета познатих у то доба (Меркур, Венера, Марс, Јупитер и Сатурн), и сферу непокретних звезда. Дакле десет небеских тела „играло" је око средишњег огња, број који су Питагорејци

сматрали светим. Размишљало се да је Антихтон уведен управо из тог разлога, наиме да се број небеских тела повећа до светог броја десет.



Слика 4: Антихтон: Хипотетичка невидљива Земља, која је према Питагорејцима антипод Земље.

Речено је да је Филолај из Кротона, заједно са Архипом, Лизисом и неколико других, преживео буну против Питагорејаца у Кротону, коју је подстакао Килон, бивши Питагорин ученик, који је избачен из школе зато што није хтео да се сагласи са њеним принципима. Извесно је да су учења Питагоре и његових ученика, њихове иновативне теорије, мистицизам и аристократске политичке тенденције изазвале силовиту реакцију њихових

демократских противника који су многе од њих или убили или прогнали: "*Килон из Кротона… и његови савезници, гонили (убијали) су Питагорејце до последњег човека.* (Iamblichus *De Vita Pythagorica* (V.P.) 248-249 ff).

Према таквом току догађаја, Филолај је напустио Кротон и настанио се у Теби, где је поучавао Питагорејску филозофију и писао књиге *Bachae* и *О природи* А, В и С (Космос, Природа, Душа). Један постојећи одломак из његове прве књиге каже: "*Свет је униформан, почиње својим стварањем из средишта, и из средишта се равномерно ширио према навише и наниже, одржавајући једнако растојање до центра "* (Diels-Kranz, 1996, *Die Fragmente der Vorsokratiker*).

Неколико извора пружају информацију о неким од његових космолошких погледа: *Првобитно Један, почетак стварања Универзума зове се Хестија* [*On Nature*, fragment 7, Stob. *Eclogae* I 21, 8 (стр. 189, 17 W)].

Диоген Лаертије напомиње: *Према Деметрију, у његовом раду "о људима истог имена", Филолај је био први који је објављивао питагорејске расправе, којима је дао наслов "О природи", почињући овако: Природа се у уређеном универзуму састоји од неограничених и ограничавајућих елемената, и такав је био цео универзузм и све што је у њему* [Diogenes Laertius, *Lives of Eminent Philosophers*, 85 (A1 I 398, 20)].

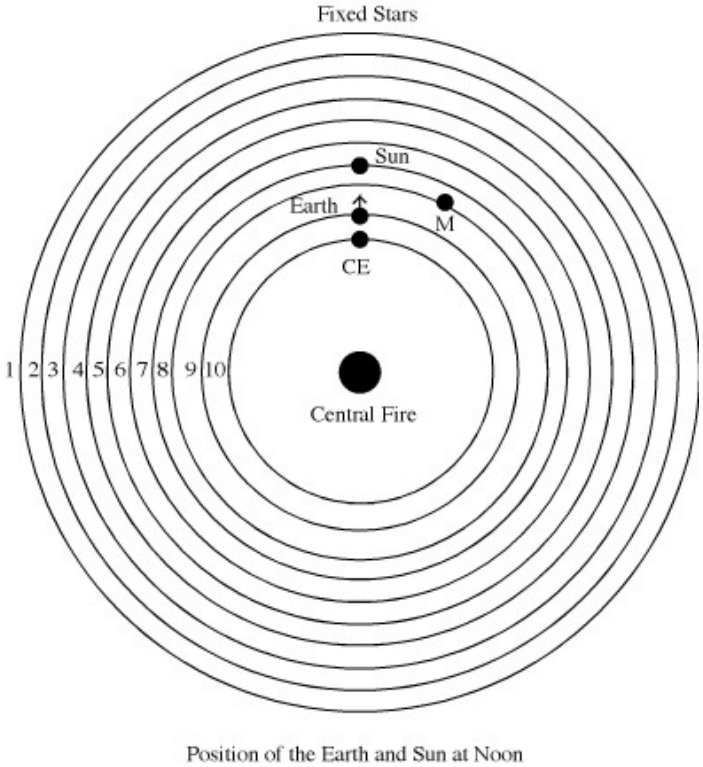
Доксограф Аетије (Aetius, I 3, 10), обавештава нас (наводећи Теофрастуса) о следећем: *Филолај верује да је око центра Универзума ватра, коју назива „хестија свега" и „Зевсова кућа", „мајка богова", „олтар, ограничење и мера природе". Постоји и друга ватра која се налази у спољашњој области Универзума. Центар, каже он, је природно настао први, и око њега игра десет небеских тела: Сфера непокретних звезда, онда пет планета, Сунце, Месец, праћен Земљом и Антихтоном, и после свега тога огањ „хестије" који лежи око средишта. Спољашња област, која окружује цео Универзум, је место где се елементи налазе у чистом стању, непомешани, и ово место он назива „Олимп". Све што лежи испод Олимпа, наиме део где се налазе пет планета са Сунцем и Месецом, он назива „космос", а област испод тога, сублунарни простор …назива „небо". Мудрост је релевантна за поредак који важи међу небеским телима, док је врлина релевантна за неред онога што је подвргнуто рађању. Прво је савршено а друго несавршено.* [Aet. *De Vestutis Placitis*, II 7, 7 (D. 336, vermutlich Theophrast. im Poseidonios-Excerpt)].

Горе речено је још једном поменуо Аетије: *Питагорејац Филолај ставља огањ у средиште (а то је жижна тачка Универзумат), затим ставља Антихтон, онда наше станиште, Земља долази на треће место супротно [од Антихтона] и креће се по кругу, због чега је Антихтон невидљив за становнике Земље. Сила која управља светом налази се у централној ватри, коју је Бог поставио, као хрбат брода, да заснива основицу сфере, која чини свет".* [Aet. III 11, 3 (D. 337 из Теофрастуса)].

На основу свега реченог можемо закључити да се, према Филолају, ништа на „Олимпу" и у „Космосу" никада не мења, док се у областима до Месеца,

свако биће коме је дарован живот, рађа, мења и на крају умире. Земља и све друге планете окрећу се око Хестије у истом смеру али на разним нивоима и различитим брзинама. Хестија је невидљива зато што сјаји своју светлост антиподима Земље, Сунце нема сопствену светлост него примљену и акумулирану светлост Хестијиног сунца.

Филолај је, својим довођењем под сумњу традиционалне геоцентричке космологије, поставио основе за Аристархову хелиоцентричку теорију, која је јасно довела у питање централну улогу у Универзуму наше мале планете. Мада није поставио Сунце у центар, идеја „средишње ватре“ сигурно је послужила као основа за хелиоцентричну теорију. Ставрос Плакидес, професор астрономије на Атинском универзитету, претпоставио је да је Филолај, пошто је искусио насиље у јужној Италији, избегавао да постави Сунце у средиште Универзума. Страх за сопствени живот можда је био мотив да усвоји блажи прилаз, стављајући ту „централни огањ“ уместо њега (Plakides, 1974).



Слика 5: Филолајева слика света. У Филолајевој слици света, средиште заузима Централни огањ. Око њега круже Антихтон (Против-Земља - Counter-Earth, CE), Земља, Месец (M), Сунце, а иза њих леже сфере пет планета и она, непокретних звезда. Око средишњег огња има 10 (= 1+2+3+4) кристалних сфера, што је једнако збиру прва четири броја.

Диоген Лаертије, важан извор одакле добијамо погледе Филолаја, помиње да су подељена мишљења о томе ко је први уствrдио да се Земља заиста креће: *Говори се да је он [Филолај] био први који је тврдио да се Земља креће по кругу, док други то приписују Хикети из Сиракузе* [Diog. Laert. *Lives of Eminent Philosophers* VIII, 84, 85)].

Аетије, други извор, обавештава нас да је Филолај о кретању Земље мислио следеће: *Други верују да је Земља непокретна. Насупрот томе, Филолај сматра да се Земља креће по кругу око огња, описујући нагнуту кружницу, управо као Сунце и Месец* [Aet. *De Vetustis Placitis* III, 13, 1. 2. (D 378)]. Дакле, Филолај се не слаже са својим учитељем, и сматра да Земља није непокретна у центру света, него кружи око „средишњег огња".

Диоген Лаертије нас такође обавештава да је Платон купио примерке Филолајевих радова за – астрономску у оно време – цену од 100 мина: *Неки ауторитети, међу њима Сатирус, кажу да је Диону са Сицилије написао упутство да му купи три питагорејске књиге Филолаја за 100 мина* [Diog. Laertius, *Lives of Eminent Philosophers,* III 9].

Платон је, према Плутарху, пажљиво проучавао радове Филолаја, и после темељног читања, пред крај својих дана – како прича каже – постао убеђен да се Земља заиста креће око Сунца: *Како нас обавештава Теофраст, Платон је пред крај својих дана зажалио због свог старог мишљења, по коме је неприкладно ставио Земљу у средиште Универзума* [*Platonicae Quaestiones* H1 915, vol. XIII_1, 76-78]. Проучавање Филолаја можда је било разлог и за једну другу промену Платонових погледа: У *Држави* он поистовећује небески екватор са еклиптиком, што је идеја коју је изменио у *Тимеју*.

Аристотел, у својој књизи *О небу* (*De Caelo*), даје коментаре неких питагорејских погледа: *Они потврђују да се у средишту налази огањ и да је Земља једна од звезда, и ствара ноћ и дан како путује по кругу око центра* [Aristotle, *On the Heavens* B, 13, 293a, 21-23]. Такође, *Питагорејци изводе даљи закључак. Зато што најзначајнији део Универзума – односно центар - највише треба да буде чуван, они називају ватру која се налази на овом месту Зевсова кула-стражара, као да је то недвосмислено центар, истовремено и геометријско и природно средиште саме ствари... Због тога, за њих нема потребе да се узнемиравају због Универзума, нити да позивају на заштиту његоввог математичког центра; пре треба да разматрају шта је у ствари прави центар, и које је његово природно место* [Aristotle, *On the Heavens* B, 13, 293b, 1-10]

Деметриос Коцакис, професор астрономије на Атинском универзитету помиње (Cotsakis,1976), да је стварање погледа на свет који описује Филолај било заиста револуционарно за научну мисао тога доба. Посебно помиње погледе италијанског астронома Ђованија Скјапарелија (Giovanni Schiaparelli 1835-1910), који је, како наводи Коцакис (Cotsakis, 1976), коментарисао на следећи начин погледе Питагорејаца и систем који је предложио Филолај: *Филолајев систем није био плод немирне маште, већ је резултат довијања и*

натезања некога ко доводи исходишта посматрања у склад са претходно одређеним принципом, који постоји изнад природе ствари… Ценећи ово, и комбинујући га са основним теоремама питагорејске филозофије, Филолајев систем се природно јавља као једна од најчудеснијих креација људског генија. Његови критичари су неспособни да цене истраживачку снагу која је била потребна, да би се објединиле идеје округлости Земље, њеног лебдења у простору и кретања. Заиста, без ових идеја, не би било ни Коперника, као ни Кеплера, Галилеја или Њутна (Cotsakis, 1976, стр. 30).

3.2. Погледи Хикете, Екфанта и Хераклида Понтијског

Осим теорија Филолаја из Кротона, било је и других Питагориних ученика који су ширили нове идеје, као Хикета и Екфант из Сиракузе и Хераклид из Понта.

Хикета из Сиракузе тврдио је да су Небо, Сунце, Месец и звезде непокретни и да је једино небеско тело које се креће Земља. О његовим погледима Цицерон напомиње следеће: *Како каже Теофраст, Хикета из Сиракузе био је мишљења да су небо, Сунце, Месец и звезде (т.ј. планете) непокретне као и све што је високо горе, и да се ништа у свету не креће осим Земље. Али како се она окреће око своје осе са највећом могућом брзином, њено кретање је узрок свих феномена који се запажају а који би се појавили када би Земља била непокретна а небеса се обртала уместо ње* [Cicero, *Academica priora II,* xxxix, 123].

Показало се да су ову теорију прихватили Екфант и Хераклид; обојица су веровала да се Земља креће окрећући се у простору управо као точак око своје осовине.

Дакле, Питагорини ученици су довели нашу планету на њено право место и стање кретања, заступајући истовремено пироцентричну планетарну теорију, која је свакако помогла Аристарху са Самоса (310-230 пре н.е.) да формулише нову хелиоцентричну теорију.

Према Хиполиту, изгледа да је Питагорејац Екфант такође био следбеник једне „атомистичке теорије“ питагорејске инспирације, “дајући телесност” јединицама, које су биле вођене и упревљане неком божанском силом, “нус-ом” (разум). Такође напомиње да је Екфант сматрао да се Земља обрће око своје осе у источном правцу, али да не мења положај у простору [Hippol. *Ref.* I 15 (D. 566W. 28)]. Ова два последња става помиње такође доксограф Аетије, који налази да је Хераклит у сагласности са Екфантом [Aet. *De Vetustis Placitis*, III, 13, 3 (D. 378)].

По свему судећи Хераклит је изменио атомску теорију Леукипа и Демокрита, предлажући да су основни елементи материје молекули а не атоми. Према њему, Универзум је састављен од малих матерјалних молекула који не деле никакву везу.

3. ПОГЛЕДИ ДРУГИХ ФИЛОЗОФА: АНАКСИМАНДАР И СЕЛЕУК

До сада смо изнели погледе Питагорејаца у односу на кретање Земље. Ипак, чак и пре њих, у шестом веку пре наше ере, велики филозоф Анаксимандер, био је највероватније први грчки астроном који је говорио о кретању наше планете око центра света, који је можда Сунце. Открио је и друге основне астрономске чињенице, као што је Земљина ротација око осе и њена „одвојеност“ (у простору, од небеског свода). Ово се може наћи у делу Теона из Смирне *“Expositio rerum mathematicarum ad legendum Platonem utilium”* (70-135 пре н.е.), који је живео за време цара Хадријана.

Ставове филозофа Анаксимандра усвојили су каснији филозофи као Емпедокле из Агрињента (490-430 пре н.е.), Парменид из Елеје (рани 5. век пре н.е.), Аристарх са Самоса, Клеомед (2. или 3. век пре н.е.) и неколико Питагорејаца.

Други један филозоф, Селеук из Селеукије (око 2. века пре н.е.), био је хеленистички астроном из Анатолије, који је ширио своју сопствену хелиоцентричку теорију. Одломци његовог дела налазе се у делима Плутарха, Страбона, Аетија и Хиполита. Хиполит нас обавештава да се Земља заиста креће и да Месец има улогу у њеном обртању око осе, као и окретању око Сунца [*Philosophoumena*, Book C, 897C, 14-16]. Исти извор нам каже да је сматрао да је Космос бесконачан [*Philosophoumena*, Book B, 886C, 6].

Плутарх помиње мало и друге његове астрономске идеје [*Platonicae Quaestiones* H1 915, vol. XIII_1, 76-78]; нажалост целокупно Селеуково дело је изгубљено и немамо сазнања о његовој хелиоцентричној теорији.

3.1. Аристарх са Самоса

После Питагорејаца, појавио се велики астроном Аристарх са Самоса (310-230 пре н.е.), који је, како знамо из Архимедове књиге *Arenarius* [I 4-6 (3, 180-182), манускрипт 2, Cod. Laurent. Gr. 28], први увео хелиоцентричку теорију.

Плутарх такође пише о хелиоцентричкој теорији Аристарха са Самоса [*De placitis philosophorum* II, 24 (7, 355a)].

Аристархова хипотеза била је оригинална и веома смела за то доба. Због тога је, како помиње Плутарх, био оптужен за безбожништво [*De facie in orbe lunae*, 923A (15, vol. XII, стр. 54)]. Аристарху је, према Аетијусу, његов учитељ, Стратон из Лампсакуса, помогао да побегне из Александрије (Aetius, *Placitorum Compositione* књига 7, 313b, 16-17).

Очигледно је, да је и поред острашћених геоцентричара, било неколико грчких мислилаца чији су филозофски погледи доводили у питање геоцентрички систем света.

Нажалост, прелазећи преко примедби хелиоцентричара, геоцентрички систем, како га је формулисао Клаудије Птолемеј (2. век), владао је вековима, подржаван ауторитетом који су имали Аристотелови погледи, о чијем се делу, у току Доба таме, није могло расправљати.



Слика 6: Новац цара Јулијана познатог као Јулијан Апостата (отпадник) из збирке Сергија Димитријевића. Овај римски цар рођен је 332, у Константинопољу. Његов рођак Констанције II прогласио га је 6. новембра 355. у Медиолануму (Милано) за цезара Запада а војска га је у фебруара 360. у Паризу прогласила за цара (августа). После смрти Констанција II, 3. новембра 361. постаје јединствени император целог Римског царства. Умире 26. Јуна 363, од ране задобијене у рату против Сасанидске империје. Био је филозоф и писац који је покушао да врати паганску религију.

4. ЦАР ЈУЛИЈАН

Вера у хелиоцентрички систем још није била напуштена. У току 4. века цар Јулијан (332-363) је пажљиво проучавао радове старих грчких филозофа, које је дубоко поштовао. Ова изучавања одвијала су се у филозофским школама Атине. Одушевљен лепотом старог грчког духа, желео је да га

обнови. Веровао је да је место Земље у Универзуму под утицајем небеске и божанске хијерархије, у којој све потиче од јединственог бога сјајног Сунца.

Интересовала га је филозофија и астрономија, и био је велики поборник хелиоцентричког система. У својој књизи *Химна краљу Сунцу посвећена Салусту*, пише: *Због тога планете играју око њега као око свога краља, на сигурним растојањима, подстакнуте односом са њим, и окрећу се око њега у круг у савршеном складу, застајкујући повремено и идући амо тамо својим путањама, како они који су знalци у проучавању сфера, зову њихова видљива кретања; а и месечева светлост се повећава и ишчезава, мењајући се сразмерно његовом растојању од Сунца што је мислим јасно* [Julian the Emperor, 1954: *Hymn to King Helios dedicated to Sallust*, 135b, 1-6].

Према томе, Јулијан је сматрао да је Земља планета, која се по кружној орбити окреће око Сунца. Земља, као и друге планете крећу се око Сунца по кружним путањама, на одређеним размацима, то јест на сталним растојањима. Ово јасно показује да Аристархово учење није било заборављено, него је у току четвртог века уживало и подршку.

6. ЗАКЉУЧЦИ

Осим клице хелиоцентричког погледа на свет коју смо уочили у Орфичким химнама, неколико учених људи старе Грчке подржавало је овај, за њихово време „јеретички“ став. Најзначајнији, који су га заступали, били су питагорејски филозофи Филолај, Хикета, Екфант, Хераклид и најважнији Аристарх са Самоса, који је Сунцу дао право место у питагорејском „средишњем огњу“.

Хелиоцентричка теорија ипак није преовладала, и геоцентрички систем који је разрадио велики астроном Клаудије Птолемеј, владао је вековима на западу, пошто га је прихватио неоспорљиви Аристотел.

Ипак хелиоцентричка идеја није пропала, пошто је у 4. веку цар Јулијан Апостата, који је веровао у божанственост Сунца, постао њен убеђени присталица. На крају, хелиоцентрички систем је ишчезнуо док га у 16. веку, велики пољски астроном и човек цркве Миколај Коперник (Nicolaus Copernicus 1473-1543), није поново изнео на светлост дана (Copernicus, 1995). Теорија Аристарха са Самоса и припремни радови Питагорејаца, биле су основа за размишљања великог пољског астронома.

Захвалница

Овај рад је урађен у оквиру пројекта «Астрономија, историја и филозофија», потписаног између Астрономске опсерваторије у Београду и Катедре за Астрономију, Астрофизику и Механику, Школе за Физику, Универзитета у Атини. Такође је део пројекта 146022 *Историја и епистемологија природних наука*, код Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије.

Литература

Aetius: 1879 (reprinted 1965), *Placitorum Compositione* (*De Vetustis Placitis*). Vol. IV 9, 8. in Diels Hermann: *Doxographi Graeci*. Berolini. Apud Walter De Gruyter et Socios, Editio Quarta.

Aristotle: 1956, *The Metaphysics.* Vol. I-IX, The Loeb Classical Library, Book XVII with an English Translation by H. Rackham. London: William Heinemann Ltd. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

Aristotle: 1953, *On the Heavens* (*De Caelo*). The Loeb Classical Library, with an English Translation by W.K.C. Guthrie. M. A. London. William Heinemann Ltd. Cambridge, Massachussets, Harvard University Press, MCMLIII (First printed 1933, reprinted 1936, 1947, 1956).

Archimedes: 1872, *Arenarius* in *Opera Omnia*, Bibliotheca Scriptorum Graecorum et Romanorum Teubneriana. Ed. I. L. Heiberg, vol. II corrigenda Adiecit E. S. Stamatis. Stutgardiae in Aedibus MCMLXXII.

Diels Herman: 1996, *Die Fragmente der Vorsokratiker*, Herausgegeben von Walther Kranz. Ester und Zweiter Band, Weidmann, Zürich.

Diogenes Laertius: 1925. *Lives of Eminent Philosophers*, vol. II, IX 34-35, pp. 3, 441-445. Heinemann, London. The Loeb Classical Library; English translation by R.D. Hicks, revised and reprint 1959.

Iamblichus: 1965, *De Vita Pythagorica* (V.P.) *Life of Pythagoras*, with the English translation by Thomas Taylor in 1881, J. M. Watkins, p. 248-249ff.

Iuliani Imperatoris: 1875, Vol I. *Oratio* IV (*To King Helios*), 143 B. 146 D., Lipsiae Teubner.

Julian the Emperor: 1954, *The works of the emperor Julian. The Orations of Julian, IV. Hymn to king Helios dedicated to Sallust*. The Loeb Classical Library. Trans. By Wilmer Cave Wright, Ph.D., William Heinemann Ltd. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press MCMLIV (First printed 1923, reprinted 1930, 1954).

Orphic Hymns: sine anno, Ed. Ideotheatro, Athens [in Greek].

Orphicorum Fragmenta: 1922, Ed. O. Kern, Weidmann.

Papathanassiou Maria: 1978, Cosmological and cosmogonical aspects in Greece during 2nd millennium B.C. PhD. Thesis, University of Athens [self edited], Athens [in Greek].

Papathanassiou Maria: 1980, Aristarchus the Samian, *Mathematical Review* 20, Editions of the Hellenic Mathematical Society, p. 91-120 [in Greek].

Papathanassiou Maria: 2003, Primordial astronomical learning. *Elefterotypia-Historica*, Athens, January 2, 2003, p. 6-12 [in Greek].

Petrides, S.: 2002, *The Orphic Hymns, Astronomy in the Age of Ice* [self edited], Athens, [in Greek].

Plakides Stavros:1974, The Geocentric and the Heliocentric Theory. *Parnassos* 16, Athens [in Greek].

Plutarch Chaeronsis: 1841, *Scripta Moralia*. Graece et Latine. Tomus Secundus. De placitis Philosophorum Libri quinque. Parisiis. Editore Ambrosio Firmin Didot MDCCCXLI.

Stobaei Ioanni: sine datum, *Eclogae*. Wachsmuth Dox. 336 B 20-337 B 10 and Bibliotheca of the ancient Greek writers, Ed. Georgiades, Athens.

Theon of Smyrna: 1979, *Mathematics useful for understanding Plato* or Pythagorean Arithmetic, Music, Astronomy, Spiritual Disciplines. Trans. by Christos Toulis, Wizards Bookshelf.

Theonis Smyrnaei: 1878, *Philos. Platonici*. Ed. Hiller. Lipsiae, p. 198, 14-19.

Hippolytus: 1857-1866, *A Refutation of All Heresies*: *Refutationis Omnium Haeresium* (*Filosofoumena*). Patrologia Greca (P.G.) 16, In Origenes, Liber VII, 404-405, 339. Typographi Brepols Editores Pontificii, Parisiis.

Cicero: 1961, *Academica Priora*, with an English Translation by H. Rackham, M.A. The Loeb Classical Library. London. William Heinemann LtD. Cambridge, Massachussetes, Harvard University Press. MCMLXI (First printed 1933, reprinted 1951, 1956 and 1961).

Cicero Marcus Tullius: 1984, *Academica*. Publ. Lubrecht & Cramer, Ltd. October.

Copernicus Nicolaus: 1995, *De Revolutionibus Orbium Coelestium, libri VI. On the Revolution of Heavenly Spheres*. Trans. By Charles Glenn Wallis. Prometheus Books, October 1995..

Cotsakis Demetrios: 1976, *The pioneers of Science and the creation of the World*. Ed. Zoe, Athens.

Chassapis Constantinos: 1967, *The Greek Astronomy of the 2nd millennium B.C. according the Orphic Hymns*. PhD. Thesis, University of Athens [self edited], Athens [in Greek].

THE HELIOCENTRIC SYSTEM FROM THE ORPHIC HYMNS AND THE PYTHAGOREANS TO EMPEROR JULIAN APOSTATE

The evolution of the heliocentric theory in the Antiquity has been analyzed, from the first seeds in Orphic Hymns to the emperor Julian, also called "the Apostate" in the 4th century A.D. In particular were analyzed Orphic Hymns, views of Pythagoreans, the heliocentric ideas of Philolaus of Croton, Icetas, Ecphantus, Heraclides of Pontos, Anaximander, Seleucus of Seleucia, Aristarchus of Samos and Emperor Julian.

Зборник радова конференције "Развој астрономије код Срба V"
Београд, 18-22. април 2008,
уредник М. С. Димитријевић
Публ. Астр. друш. "Руђер Бошковић" бр. 8, 2009, 501-508

СТАВ МЛАДЕНА БЕРИЋА ПРЕМА КАЛЕНДАРУ

РАДОМИР ЂОРЂЕВИЋ[1], МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ[2,3]

[1]Физички факултет, Београд, Србија
[2]Астрономско друштво "Руђер Бошковић", Београд, Србија
[3]Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд 74, Србија

Резиме. Анализиран је став Младена Берића о календарима Милутина Миланковића и Максима Трпковића и његова разматрања бољих решења календарског питања и потребе за реформом.

О ставовима Милутина Миланковића у вези са питањима реформе Јулијанског календара писало се већ подоста у нашој научној и стручној литератури.[1] Писано је и о прилозима Максима Трпковића у вези са истим

[1] Младен Берић, „О реформи календара", 1924, *Хришћански живот*, год. 3, бр. 4, Сремски Карловци, 157-164.

Младен Берић, 1924, „О реформи календара (Свршетак)", *Хришћански живот*, год. 3, бр. 7 и 8, Сремски Карловци, 289-296.

Јован Живковић, 1927, *Свети архијерејски саборе!*, Сремски Карловци, Српска манастирска штампарија, 1-3.

Јован Живковић, 1927, „Реформа календара", *Гласник Православне Патријаршије*, вол. 2, 19.

Јован Живковић, 1929, „С. П. Црква и манифест Њ. В. Краља", *Гласник Православне Патријаршије*, вол. 3, 39-41.

П. Л. Вукићевић, 1932, „Календарско питање"- студија (прештампано из *Весника Српске Цркве*, св. 1)

Војислав В. Мишковић, 1966, „Прилог уједначењу грађанског календара", Глас Српске Академије Наука и Уметности, CCLXIII, Одељење природно-математичких наука, н. с. Књ. 28, Београд, 94-147.

Бранко А. Цисарж, 1970, „Календар и његова реформа", *Православна мисао*, год. 13, бр. 1-2, 52-78

Ненад Јанковић, «Срби и реформа Јулијанског календара», Зборник радова VII националне конференције, *Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић»*, бр. 4, Београд, 1984, стр. 103.

Јован Л. Симовљевић, 1996, «Миланковићева реформа Јулијанског календара», *Глас Одељења природно-математичких наука*, књ. 58, 1-9

проблемима, спорило се штавише и о уделу једнога и другога од наведених научника. Те расправе нису биле нимало случајне јер су задирале у више области, имале су различите аспекте. Када је реч о историчарима науке, на њима је било да установе карактер и суштину појединих прилога поменутих и других научника и да то прикажу у најширем историјском контексту да би савременом читаоцу ти проблеми били јаснији. Као и обично о важним научним проблемима расправљало се у разним срединама, каткад у исто

Јован Д. Кечкић: 2001, «О питању календара и његовој историји», *Флогистон*, **11**, 47-75.

M. Mijatović, V. Trajkovska: 2001, „Maksim Trpković and the reform of the Julian calendar“, Balkan meeting of young astronomers, 25-29 september 2000, Belogradchik, Bulgaria, Proceedings, eds. A. Antov, R. Konstantinova-Antova, R. Bogdanovski, M. Tsvetkov, Belogradchik, 43-52.

Бранислав Скробоња, 2000, *О рачунању времена и православном календару*, Епархија Рашко – призренска, Призрен (Грачаница), 1-176.

Мирјана Петровић, 2002, „Зашто није примењен календар Милутина Миланковића?“, *Флогистон*, **12**, 257-267.

M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou, 2002, „The calendar of the Greek Orthodox Church“, *Astronomical and Astrophysical Transactions*, vol. 21, 145-147.

Veselka Trajkovska, 2003, „Reform of calendar: Maksim Trpković and Milutin Milanković“, *Publications of Astronomical Observatory of Belgrade*, vol. 75, 301-306.

Милан С. Димитријевић, 2005, „Да ли је Новојулијански календар усвојен у Константинопољу 1923. године Миланковићев, Миланковић-Трпковићев или Трпковић-Миланковићев?“, Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба III», Београд, 25 – 28. април 2004, Уредник Милан С. Димитријевић, *Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић»*, св. 6, Београд, 347-350.

Веселка Трајковска, 2005, „Из архивске грађе: један документ о реформи календара“, Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба III», Београд, 25 – 28. април 2004, Уредник Милан С. Димитријевић, *Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић»*, св. 6, Београд, 335-340.

Veselka Trajkovska, 2005, „On the fundamental contribution of the Maxim Trpković ‘s project to the pan-Orthodox solution of the calendar reform in Constantinople in 1923“, Balkan Astronomical Meeting, 14-18 June 2004, Rozhen, Bulgaria, BAM 2004, *Aerospace Research in Bulgaria*, No. 20, 335-340.

Veselka Trajkovska, 2005, “On a document concerning the calendar reform”, Balkan Astronomical Meeting, 14-18 June 2004, Rozhen, Bulgaria, BAM 2004, *Aerospace Research in Bulgaria*, No. 20, 328-334.

M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou, 2005, “Reforma calendarului Iulian la sinodul de la Constantinopol din 1923”, *Noua Reprezentare a Lumi* 5, Bucuresti, 81-86.

Видојко Јовић, 2008, “Милутин Миланковић и његово мерење времена”, *Даница*, год. 15, 201-208.

Veselka Trajkovska, 2008, “An evaluation of the contributions of Maksim Trpković and Milutin Milanković to the calendar reform”, *Publications of Astronomical Observatory of Belgrade*,vol. 85, 195-196.

M. S. Dimitrijević, E. Th. Theodossiou, P. Z. Mantarakis, “Milutin Milanković and the reform of the Julian Calendar in 1923”, *Journal of Astronomical History and Heritage*, 2008, vol. 11, 50-54.

време али врло често и пре оног резултата када се доспело до решења које је узимано као најпогодније, али и после тога када се шире разјашњавао круг проблема или увиђале ове или оне последице прихваћеног решења. Отуд је значајно да се скрене пажња на све важне учеснике у расправама о календару у нашој земљи.

Један од релевантних учесника у расправама по нашем мишљењу до сада је био, колико нам је познато, готово у потпуности пренебрегнут иако је спадао у компетентне научнике, који је имао све претпоставке за расправу о календару. Реч је о математичару Младену Берићу (1885 – 1935),[2] који је први докторирао из области математике у Србији, на Универзитету у Београду, 1912, године, [3]код Михајла Петровића и Милутина Миланковића, а био је и први сарадник Михајла Петровића на катедри на Универзитету.[4] О

[2] Податак о години смрти наведен је према: Драган Трифуновић, 1996, *Осам векова математике у српском народу*, «Архимедес», Београд, стр. 20. У тој брошури, која има укупно 28 страница, аутор наводи резултате и теме из области математике у српском народу, за обраду. Као једну од таквих тема, под бројем 216, наводи «Случај Младена Берића и његови резултати».

Док у претходно наведеној брошури као годину рођења Младена Берића наводи 1885, у Драган Трифуновић: *Из преписке Милутина Миланковића 1879 - 1958*, Бео – Синг, Београд 2007, наводи се година 1886.

[3] Докторска дисертација му је: Младен Т. Берић: *Фигуративни полигони диференцијалних једначина првог реда и њихова веза са особинама интеграла*, Београд, 1912.

Да је први докторираио из математике на Београдском Универзитету наведено је у *Научници Југославије*, свеска 3, Задужбина Андрејевић, Београд, 2002, стр. 101.

[4] Основне податке о Младену Берићу читалац може да нађе у: *Сто година филозофског факултета у Београду*, Београд, 1963, стр. 501-502. Ови подаци су несумњиво веродостојни, јер је књига приређивана према остацима архива Београдског Универзитета, а главни уредник је био академик проф. др Татомир Анђелић. Првопотписани у овом раду имао је више прилика да од самог академика Анђелића чује и неке друге подробности о животу Младена Берића, кога је он познавао лично. Између осталог, академик Анђелић је причао и о занимљивостима из једног Берићевог писма Михајлу Петровићу, написаног низ година након прекида универзитетске каријере. О Берићу налазимо помен још и у једној брошури Драгана Трифуновића о Михајлу Петровићу, али сасвим узгред. Могуће је да у неиздатој преписци Милутина Миланковића и другој његовој заоставштини има неких података, с обзиром на чињеницу да је Миланковић већ био на Универзитету у време када је Берић докторирао, 1912. године.

У књизи Драган Трифуновић: *Из преписке Милутина Миланковића 1879 - 1958*, Бео –Синг, Београд 2007, стр. 98, осим податка да је Берић докторирао 1912, приложена је и фотокопија руком писаног захтева, који је потписао и Миланковић, о потреби расписивања конкурса за једно место за теоријску математику – имајући у виду свакако новог доктора математике Берића.

У књизи: Тадија Пејовић: *Моје успомене и доживљаји 1892 – 1945*, Београд, 1992, наводи се на стр. 171, да је 1920/1921. Михајло Петровић остао сам на Катедри јер су Младен Берић и Сима Марковић већ били отишли са факултета. Проф. Пејовић је због рата са закашњењем уписао студије, и на стр. 175 наводи имена наставника код којих је похађао наставу. Ту спомиње Берића код кога је слушао 10

Берићу немамо много података у књигама или приручницима, где би се то могло очекивати. То је још један у низу показатеља да ми нисмо довољно истраживали нашу научну традицију те је не можемо ни вредновати у одсуству основних података.

Младен Берић је изабран за доцента на Универзитету у Београду али је, без своје кривице, стицајем несрећних околности, морао да поднесе оставку и напусти Универзитет. Трагедија коју је доживео том приликом, није га ипак омела да настави стручни и научни рад. О томе сведочи његова расправа под насловом «О реформи календара» објављена у два наставка у часопису *Хришћански живо*т 1924. године, дакле не дуго после Миланковићеве познате књиге.

Говорећи о календарском питању на првом васељенском сабору у Никеји (данас Изник у Турској), који је Константин Велики сазвао 325. године, Берић погрешно наводи да је Сабор пролећну равнодневицу померио са 19. марта на 21, доневши одлуку да она «треба да остане онога дана кога је била у време рођења Христова». Међутим, у време Христовог рођења пролећна равнодневица је била 23. марта а у време Никејског сабора 21, како је правилно одредила Црква у Александрији, где је астрономија била развијена још од старих Египћана док је Црква у Риму користила погрешан датум. Никејски сабор је у ствари донео одлуку да сви Хришћани славе Ускрс истог дана а да датум одређује Црква у Александрији, што је некима касније изгледало као да су избачени дани.[5] Он такође погрешно каже да су «на Никејском сабору уведени неки низови бројева и слова који се зову кругови, јер се ти бројеви понављају. Тих кругова има: Месечевих, Сунчевих, Пасхалија итд.»[6]

Берић затим говори о календарској реформи Гргура XIII, и о неопходности да Православна Црква, која је задржала Јулијански календар изврши такође реформу. Он објашњава како ће услед прецесије Земљине осе

часова недељно Математичке вежбе и Математички семинар. На следећој, 176 страни, наводи да је хоспитовао у средњој школи под руководством Берића два часа. На истој страни наводи да је Вишу математику, Математичке вежбе и Математички семинар 12 часова, слушао код Берића. На стр. 195 Пејовић наводи да је Берић први доктор математике који је докторирао у Србији. То значи да је његова дисертација морала да буде на високом нивоу.

[5] Ђорђе Станојевић, 1908, *Неправилно празновање Ускрса у Православној Цркви и реформа календара*, прештампано из *Весника Српске Цркве*, штампарија Андре Петровића, Београд, 1-83.

Милан С. Димитријевић, 2008, „Ђорђе Станојевић и реформа Јулијанског календара“, Зборник радова Ђорђе Станојевић – Живот и дело – Поводом 150 година од рођења, Нови сад 10-11. октобар 2008. Српска академија наука и уметности, Огранак у Новом Саду, Нови Сад, 199-207.

[6] О томе како се развијао начин прорачунавања датума Ускрса и како су увођени поменути кругови, што није установио Никејски сабор види Станојевић, 1908, нав. дело.

пролећна равнодневица бити све раније и раније приближавајући се Божићу. Својим сликовитим начином он упозорава на необичне ситуације које могу настати ако се не изврши реформа календара.

«Шта да се ради у Цркви ако Божић падне на Велику Суботу? Хоће ли звонити звона или ударати клепало? Или када Божић падне на Ускрс шта ће се певати у Цркви_ Ззар то не би било смешно? А ко сме дозволити да проповед највећих празника буде смешна?... А мора бити смешно кад један рекне «Христос се роди!» а други одговори: «Ваистину воскресе!» Или кад се положајнику да ускршње јаје!»

Он наводи начине решавања календарског питања: а) да се избаци 13 сувишних дана; б) да се прихвати Грегоријански календар; в) да се изврши поправка календара и избаце сувишни дани и г) да се «састави савим нов календар према садашњим захтевима астронома», тако да се уклоне остаци обести (узимање дана од фебруара да би месец Октавијана Августа имао исто 31 дан као и месец Јулија Цезара) или римских традиција. Овде Берић мисли на почетак године у зиму а не у пролеће и наводи Његошеве стихове[7]

па се чудим за нову годину
што је данас ошћела људима?
рашта није с почетка пролећа,
кад се сунце са југа поврати
и кад почну дневи напредоват,
кад се земља обуче зелену
и ствар свака кад на њој добије
нови живот и вид сасвим нови?

Даље наводи да је прво решење незгодно јер ће се кроз стотинак година календарско питање опет постављати, друго му изгледа лоше због повике «да се одрекосмо свега што је српско и православно» а осим тога указује и на погрешности Грегоријанског календара, због чега су Трпковић и Миланковић приступили изради новог.

Затим анализира како поправити Јулијански календар да би био бољи од Грегоријанског, и на веома једноставан и разумљив начин долази до решења. Пошто се у Јулијанском календару разлика за један дан накупи за приближно 128 година он посматра низ умножака овог броја: 128, 256, 384, 512, 640, 768, 896,...и у њему тражи број који је најближи секуларном броју (број који се завршава са две нуле). Пошто се за 896 или приближно 900 година накупи седам дана, ако у 900 година седам преступних претворимо у просте добићемо полазну основу како Миланковићевог тако и Трпковићевог предлога реформе. Треба нам још интеркалационо правило, односно правило за уклањање ових седам година а оно је код Трпковића и Миланковића различито. Занимљиво је да је Барнаба Ориани први указао на овај пут за

[7] Горски вјенац, стихови 2668 до 2678.

побољшавање како Грегоријанског, тако и Јулијанског календара још у XVIII веку.[8] Он је 1785. године објавио решење које је добио помоћу продужених фракција.[9] За побољшање Грегоријанског и Јулијанског календара предложио је да се у току 9 векова 7 секуларних преступних година претворе у просте, до чега је више од сто година касније дошао и Трпковић. Ориани закључује да теоријски још бољи календар, заснован на односу 39/50 није практичан као претходни због много дужег временског периода у коме се врши корекција.

Други део расправе, написан је када је Берић добио и анализирао Миланковићев рад о календару.[10] На почетку закључује да је разлика између «пројекта Г. Трпковића и Г. Др. Миланковића у избору седам преступних година које треба заменити простим годинама.»



Слика 1: Барнаба Ориани.

[8] Barnaba Oriani, 1785, *De usu fractionum continuarum ad inveniendos ciclos calendarii novi et veteris, Ephemerides Astronomicae Anni 1786*, Mediolani (Milano), pp. 132-154.

[9] Милан С. Димитријевић, 2005, *Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић»*, св. 6, Београд, 347-350.

[10] Милутин Миланковић, 1923, *Реформа Јулијанског календара*, Српска Краљевска Академија Наука и Уметности, књ. XLVII. Посебна издања, Науке природне и математичке, књ. 11, 1-52.

Као посебнуману Грегоријанског календара Берић истиче да када се секуларна година претвори у просту, «по седам простих година могу бити једна до друге» тако да пролеће пада у три различита датума, и напомиње да овуману, које нема код Јулијанског, имају такође и Трпковићев и Миланковићев «пројекат».

Трпковићево интеркалационо правило је да се број векова подели са 9, па ако остатак буде 0 или 4, година је преступна а остале секуларне године су просте. Берић као још један недостатак Грегоријанског календара истиче да се датуми пролећне равнодневице и покретних празника не слажу када се он продужи уназад од Гргурове реформе до Никејског сабора, пошто би у том периоду девет година у Грегоријанском календару биле претворене у просте (осим година 800 и 1200) а разлика између Јулијанског календара и природе нарасте за десет дана. Овуману има и Трпковићев предлог, док је Миланковић овај недостатак уочио и избегао. Његово интеркалационо правило гласи да када се број векова подели са 9 преступне су оне године где је остатак 2 или 6. Миланковић је пошао од жеље да се његов календар што дуже времена слаже са Грегоријанским и он је интеркалационо правило изабрао тако да је година 2000. преступна као у Грегоријанском, јер када се 20 подели са 9 остатак је 2. Исто је и са годином 2400. Пошто 24/9 даје 2 а остатак је 6. Тако је постигао да разлика за један дан у односу на Грегоријански наступа тек 2800. Осим тога, ако се календар продужи уназад до Никејског сабора, преступна је само година 1100 а изостављено је десет година, управо колико је нарасла разлика између Јулијанског календара и природе.

Берић затим анализира једно интеркалационо правило за чију је формулацију постављен други циљ. Тако наводи ако се тражи да остатак буде 2 и 7 пролећна равнодневица би била најчешће 21. Марта.

Питање изостављања 13 сувишних дана, колика је разлика између Јулијанског календара и природе, Миланковић (а и Трпковић) је решио по угледу на Гргура XIII, односно предложио да се избаце одједном и то на месту где је у календару највећи размак између празника о којима се служи служба. Пошто је највећи размак од Крстовдана до Св. Параскеве, одлучено је да 1. октобар постане 14.

У наставку се потом разматра питање празника у новом календару. Конгрес у Цариграду је одлучио, на Миланковићев предлог, да непокретни празници, уведени на Никејском сабору, имају исте датуме као и до сада. Берић износи свој став да празници који се односе на догађаје после Никејског сабора треба да промене датум. При томе он не сматра да ове датуме треба у новом календару просто померити за 13 дана, него «имамо да видимо за колико је заостајао наш календар у разним временима, па ћемо толико додати датуму.» Он даје своју табелу најзначајних празника, која се разликује од данас општеприхваћене. На пример Видовдан, који је по Јулијанском календару 15. јуна, он не помера за 13 дана на 28. јун, него,

пошто је 1389. године разлика између Јулијанског календара и природе била 8 дана, Берић за овај празник одређује 15+8=23. јун.

Што се тиче покретних празника и одређивање датума Ускрса за који се они везују, Берић, упоређујући ставове Трпковића и Миланковића, напомиње да је Трпковић предлагао да се за одређивање када ће бити пун Месец после пролећне равнодневице користи «старински начин (златни број и основанија)» а Миланковић «жели астрономски начин одредбе» и у документу о реформи стоји да ће то радити Опсерваторије у Атини, Беогаду, Букурешту и Пулкову. Такође напомиње да је српска делегација на Конгресу, одустала, због противљења осталих, од Трпковићевог предлога да се Ускрс може славити и на дан пуног месеца ако је то недеља.

Оградивши се да није стручњак за канонске одредбе, Берић напомиње да је према Јеванђељу Тајна Вечера почетак Пасхе и да је циљ канонских прописа о празновању Ускрса да га приближе Пасхи, тако да Тајна Вечера буде ако не на почетку онда бар за време трајања овог јеврејског празника. Он указује да је 1924. године, Пасха 18. априла, а Тајна Вечера по Грегоријанском календару 17. априла, по Јулијанском 24. априла а по Миланковићевом 20. марта, што му не изгледа «у духу Јеванђеља», док су по Трпковићевом предлогу православни и католички Ускрс, те године истог дана.

У завршном делу расправе Берић даје предлоге календара који би били тачнији од Миланковићевог и Трпковићевог. Продужавајући низ умножака броја 128, помоћу кога је закључио да у 900 година треба избацити 7, долази да би код још тачнијег календара требало у 3200 година уклонити 25.

Такође разматра како направити календар који не би имао седам простих година једну до друге што види каоману како Миланковићевог тако и Трпковићевог и Грегоријанског календара. Берић предлаже да астрономи одреде кога дана у години почиње пролеће па ако је то осамдесетог, година је проста а ако је осамдесет првог, преступна. У оваквом календару пролеће би увек било 21. Марта. Поред овог једноставног и занимљивог решења, Берић предлаже и пар компликованијих образаца.

Младен Берић је у овој расправи, осветлио календарско питање са различитих, често нових аспеката, уз занимљиве примере и лако разумљива објашњења, тако да га у разматрањима овог питања и развоја идеја за његово решавање код нас, не би требало изостављати.

POSITION OF MLADEN BERIĆ ON CALENDAR

The position of Mladen Berić concerning calendar reforms proposed by Milutin Milanković and Maksim Trpković has been analysed, as well as his considerations of better solutions of calendar question and for need for calendar reform.

Зборник радова конференције "Развој астрономије код Срба V"
Београд, 18-22. април 2008,
уредник М. С. Димитријевић
Публ. Астр. друш. "Руђер Бошковић" бр. 8, 2009, 59-68

О ЈЕДНОМ КОМПЛЕТУ ФОТОГРАФИЈА ЗАПОСЛЕНИХ НА АСТРОНОМСКОЈ ОПСЕРВАТОРИЈИ У БЕОГРАДУ ИЗ ШЕЗДЕСЕТИХ ГОДИНА ДВАДЕСЕТОГ ВЕКА

МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ, МИОДРАГ ДАЧИЋ
и МИЛАН РАДОВАНАЦ

Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11060 Београд 38, Србија
e-mail: mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu, mdacic@aob.bg.ac.yu

Резиме. Приказан је комплет фотографија запослених на Астрономској опсерваторији из шездесетих година двадесетог века, извршена идентификација и покушано да се нађу и прикажу подаци о времену када су особе са фотографија радила на опсерваторији и у коме својству.

1. УВОД

Када је један од аутора (М.С.Д.) ступио на дужност директора Астрономске опсерваторије, затекао је канцеларију руководиоца ове установе у поприличном хаосу, пошто неки смештајни простори деценијама нису сређивани. Приликом рашчишћавања, пронашао је кутију са двадесет и девет фотографија запослених. Очигледно је неко од директора прикупио слике људи са Опсерваторије, вероватно са циљем да се подаци о једном пресеку стања сачувају за будућност и на овај начин.

Пошто смо идентификовали људе на фотографијама и из архиве прикупили податке о томе када су радили на Опсерваторији и на којим пословима, представљамо их овде уз покушај да ближе одредимо време када су направљене.

Међу особама на фотографијама последња је ступила у радни однос на Опсерваторији Верица Секуловић, 1.10.1963, а први отишао у пензију Радован Момчиловић, 31.12.1965, што време одлагања фотографија ограничава на тај период.

Анализирајући у том циљу архивски материјал Астрономске опсерваторије, дошли смо до следећих података.

Решењем Извршног већа Народне скупштине 08 1411/1 од 25.01.1961, постављен је Василије Оскањан за вршиоца дужности директора Астрономске опсерваторије.

Решењем Републичког извршног већа бр. 52 од 21.02.1964, он је разрешен дужности вршиоца дужности директора са даном 29.02.1964, а решењем бр. 53 истог органа донетим истог дана, постављен за хонорарног директора Астрономске опсерваторије почев од 1.03.1964.

Одлуком са Треће седнице Савета Астрономске опсерваторије (АО бр. 255 од 10.03.1965) усваја се оставка Василија Оскањана, коју је на положај директора поднео 27.01.1965, с тим да остаје на дужности до именовања новог руководиоца.

Решењем Савета Астрономске опсерваторије бр. 766 од 9.07.1965 (заведено 12.07.1965), именује се за директора АО Перо Ђурковић. Решење ступа на снагу када се са њим сагласи Републичко извршно веће СР Србије.

Решење о давању сагласности је донето 6.09.1965, заведено под бр. 766/2, 10.09.1965.

Одлука Савета АО на петој седници 3.09.1965, бр. 912, заведено 3.09.1965:

«Да се за вршиоца дужности директора Астрономске опсерваторије именује Ђурковић Перо, виши научни сарадник – шеф Групе за двојне звезде Астр. О.

Ђурковић Перо вршиће дужност директора АО до добијања сагласности од РИВ о извршеном избору новог директора АО.»

Одлука АО бр. 1022 од 27.09.1965, којом Оскањану престаје исплата хонорара за обављање директорске функције са 31. августом 1965, а потписао ју је директор Перо Ђурковић.

Решење АО 1066 од 2.10.1965, у коме је наведено да директорски лични доходак Пере Ђурковића тече од 6.09.1965, а потписао га је председник Савета АО Душан Шалетић.

На основу наведених докумената следи да је директорски мандат Василија Оскањана трајао од 1. марта 1964. До 31. августа 1965, а Перо Ђурковић је званично директор Астрономске опсерваторије од 6. септембра 1965. Мало је вероватно да је Оскањан, при крају свога мандата, спремајући се да заувек напусти Србију одлучио да прикупи и сачува фотографије сарадника Опсерваторије. То више одговара човеку који је управо дошао на овакав положај и жели да покаже нове иницијативе. Зато закључујемо да је највероватније да су фотографије сакупљене и сачуване на иницијативу Пере Ђурковића, у периоду септембар – децембар 1965. године.

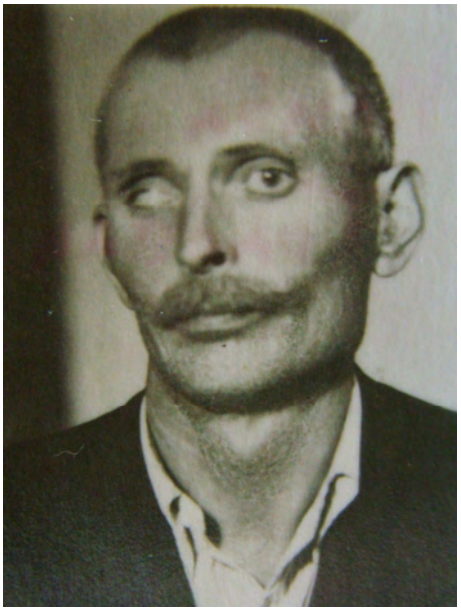
2. ФОТОГРАФИЈЕ ЗАПОСЛЕНИХ НА АСТРОНОМСКОЈ ОПСЕРВАТОРИЈИ ИЗ ШЕЗДЕСЕТИХ ГОДИНА ДВАДЕСЕТОГ ВЕКА



Јелисавета Арсенијевић (2.07.1956 - 31.12.1992; рођ. 11.10.1931, Пепељевац, астроном)



Слободанка Богић (Бојовић) (1.11.1960 - 20.06.1994; рођ. 25.03.1942, Београд, технички сарадник)



Илија Граовац (04.1932 – 31.12.1967; рођ. 14.11.1908, Штиково, домар)



Милорад Ђокић (7.11.1955 – 24.07. 1997; рођ 23.12.1931, Београд, стручни сарадник)



Надежда Ђокић (1.06.1959 – 31. 05.1994; рођ. 12.03.1937, Београд, технички сарадник)



Драгутин Ђуровић (21.04.1960 – 31.03. 1969; рођ. 20.12.1937, Гуча, астроном)



Милутин Јовановић (30.10.1954 - 1.11.1994; рођ. 15.09.1929, Крушевац, стручни сарадник)



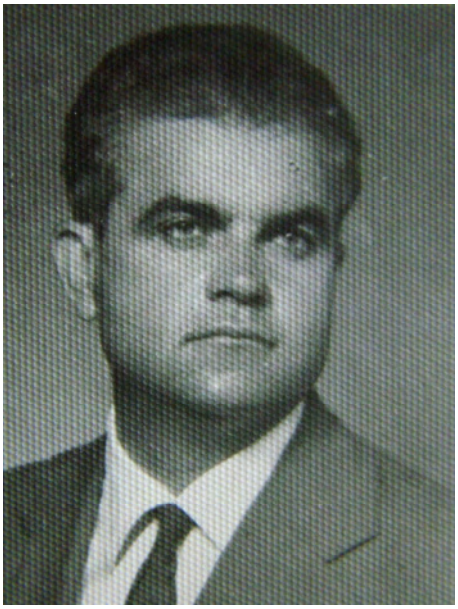
Александар Кубичела (21.11.1949 – 31.12.1989; рођ. 22.03.1930, Бела Црква, астроном)



Бранислава Кубичела (1.11.1958 - 8.02.1982; рођ. 20.09.1930, Кусић, технички сарадник)



Милан Мијатов (1.01.1963– 10.04. 1984; рођ. 3.07.1933, Београд, астроном)



Љубиша Митић (1.11.1950 - 31.01. 1986; рођ. 10.11.1920, Каличин, астроном)



Ружица Митриновић (15.06.1929 – 26.11.1941 и 30.10.1946 – 31.12. 1965; рођ. 16.09.1909, Смедерево, калкулатор, астроном)



Радован Момчиловић (15.05.1948 – 31.12.1965; рођ. 2.06.1909, Лапат, технички сарадник)



Иван Паквор (1.02.1962 – 20.10. 2002; рођ. 20.10.1937, Нови Сад, астроном)



Љубомир Пауновић (1.09.1933 - 31.07.1968; рођ. 7.07.1907, Доња Трепча, шеф техничке службе)



Дојна Петровић (Серафин) (16.10.1961 – 11.08.1997; рођ. 1.08. 1936, Мало Селиште, библиотекар)



Георгије Поповић (1.11.1960 – 22.01.2003; рођ. 31.07.1938, Меленци, астроном)



Милорад Протић (12.10.1932 – 31.12.1975; рођ. 6.09.1911, Београд, астроном, директор)



Верица (Радогостић) Секуловић (1.10.1963 – 1.10.1998; рођ. 8.12. 1940, Плочица, астроном)



Софија Сараков (1.09.1962 – 16.09.1995; рођ. 30.06.1929, Сивац, астроном)



Милан Симић (15.05.1935 – 18. 11.1943 и 25.09.1946 - 30.12.1972; рођ. 13.09.1912, Иванча, виши стручни сарадник)



Никола Симић (1.05.1950 – 31.12. 1973; рођ. 3.02.1911 Велика Бобова, благајник, шеф рачуноводства)



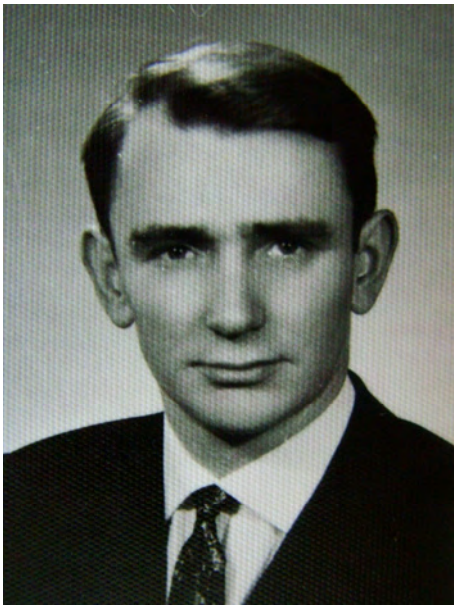
Ружица Станојевић (1.01.1963 – 2.08.1978; рођ. 10.09.1929, Пепељевац, чистачица)



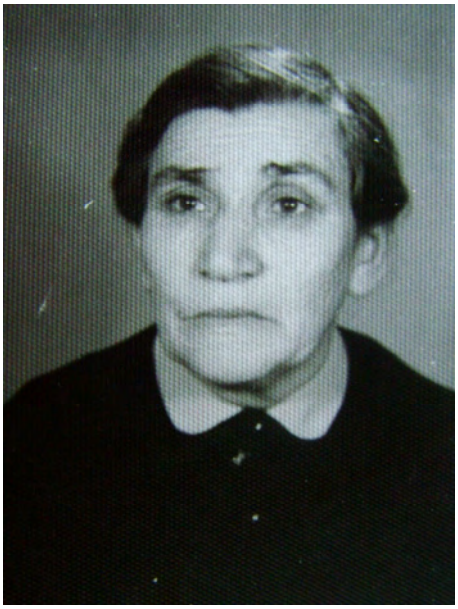
Петар Стојковић (22.04.1952 – решење о отпремнини 2.08.1978; рођ. 10.06.1918, Скребатно, столар)



Ђорђе Телеки (13.09.1954 – 23.02. 1987; рођ. 20.04.1928, Сента, астроном)



Радивоје Цицвара (1.11.1962 – 30.01.1998; рођ. 2.07.1934, Панчево, радник обезбеђења)



Десанка Цицвара (Царан) (28.03.1947 – 31.10.1974; рођ. 14.11.1907, Јарковац, вратар)



Миленија Чуберовић (Девић), (15.05.1948 – решење о отпремнини 2.08.1978; рођ. 25.11.1917, Азања, калкулатор)



Бранислав Шеварлић (29.07.1937 – 31.05.1972; рођ. 28.06.1914, Београд, астроном)

Захвалница

Овај рад је део пројекта 146022 *Историја и епистемологија природних наука*, код Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије.

ON ONE SET OF PHOTOS FROM SIXTIES OF TWENTIETH CENTURY OF EMPLOYED ON BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY

A set of photos from sixties of twentieth century, of employed on Belgrade Astronomical Observatory is shown, they are identified and an attempt is made to determine when they worked on Astronomical Observatory and on which position.

Зборник радова конференције “Развој астрономије код Срба V”
Београд, 18-22. април 2008,
уредник М. С. Димитријевић
Публ. Астр. друш. “Руђер Бошковић” бр. 8, 2009, 759-791

САВРЕМЕНА БУГАРСКА ПОЕЗИЈА КЛУБ ПЕСНИКА "С ГЕОМ НА РЕДУТУ" И ЧАРОВИТОСТ ЛИРСКО-КОСМИЧКЕ ИНСПИРАЦИЈЕ

МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ

Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11060 Београд

Резиме. Размотрено је и анализирано лирско-поетско стваралаштво савремених бугарских песника Милча Кирилова, Рајча Русева Рајсина, Евгеније Маринчеве, Маје Митове, Катје Маринове, Илијане Илиеве, Петка Недјалкова, Меглене Божанове, Геновеве Цандеве и Зинаиде Чаушеве првенствено окупљених око поетског клуба "С Геом на Редуту" и космички мотиви у њиховим стиховима.

СТВАРАЛАЧКО-ПОЕТСКИ СКУП ПЕСНИЧКОГ КЛУБА "С ГЕОМ НА РЕДУТУ"

Време је да људи пођу М л е ч н и м
П у т е м
На велику ревију комета
У партеру М а л и х К о л а
Н. Цветковић

У Зборнику представљамо читаву плејаду бугарских песника, која надахнуто пева о космичким и астралним сферама, и то углавном захваљујући Милчи Кирилову Цветкову, који је и сам двоструко окренут Универзуму, понајпре као научник и истраживач а потом као песник. Он је успео да после конференције „Развој астрономије код Срба V”, организује посебну поетску сесију, која се својим значајним уметничким дометом стваралачки наметнула и довела до одлуке да се као целина укључи у овај Зборник.

Астроном Милчо Цветков, у песништву Кирилов, свесрдно се ангажовао да у лепом амбијенту парка „Гео Милев“ уприличи занимљив и лирски узносит песнички скуп књижевног клуба "С Геом на Редуту". На овом скупу били су присутни песници различитих оријентација и опредељења, уједињени у једном креативном хтењу да лепом уметничком речи дочарају своје развигорене лирске визије. Нагласимо овде да се учесници овог

поетско – уметничког дружења делотворно окупљају око сајта „Хулите“. Тако се догађа да поетски изговорена реч налази своје сазвучје и одјек како међу заинтересованом и присутном публиком, тако и код свих оних који посећују њихов сајт. Овако креативно окупљени под геслом „нека цветају сви цветови“ представљају скоро јединствену организовану песничку дружину, која осмишљено негује истанчану поетску реч. Без претеривања се може рећи да је ово својеврсни подухват у поетској речи обједињених и лирски распеваних душа, који може да буде пример за углед у ширим балканским релацијама.

Несебично и плодно деловање Милче Цветкова, уздигло је нашу научну и песничку сарадњу на виши ниво, па се спонтано или намерно догодило да су ми своје драгоцене радове подарили и Петко Недјалков и Геновева Цандева, који су такође присутни у овом поетском представљању, као и поетеса Меглена Божанова, која ме је преводом збирке стихова „Песме“ плодотворно уврстила међу песнике бугарског језика што ми чини посебну част.[1] Групу надахнутих песника љубитеља суптилне поетске речи који су се окупили у парку „Гео Милев“ чинили су Рајчо Русев Рајсин, Евгенија Маринчева, Маја Митова, Катја Маринова, Илијана Илијева и Хулијана Петкова. Многи од поменутих песника значајно су обогатили бугарску књижевност, а појединци јој чак чине и посебну част. Зато сам осетио потребу да се упустим у увек неизвестан посао препева инспиративних стихова на српски језик у намери да их што адекватније представим читалачкој публици. Уколико се сарадња буде наставила и афирмисала новим остварењима, отвориће се могућности за обликовање једне скромне антологије песама са пропратним коментарима, која ће и на делу потврдити богату и разноврсну сарадњу не само на научно – астрономском пољу већ и у области песничке уметности, а можда и шире.

Овај поетски раздраган сусрет Милчо Кирилов је, у виду једног лирског *Поклона* свим учесницима, надахнуто опевао. У неколико строфа прожетих хуморно – ироничним детаљима, као и елементима историјске и митолошке природе, уз присуство фолклорних појединости, и складно пронађених пејзажистичких детаља, продуховљено је дочарао атмосферу скупа и поетског дружења.

Милчо Кирилов, као мајстор стиха, на по мало парадоксалан начин у почетном делу песме указује да се јутро по вечери познаје и да се то као стара истина овде лирски парафразира. А онда, песник се обраћа гордој и величанственој Витоши, која овде има улогу симбола предсказања и пророчке најаве. Њему, као добром знаоцу монументалног дела Ивана Вазова, овај знаменити бугарски књижевник поетски „рапортира“.

[1] Мој деда Милан Н. Димитријевић провео је део свога живота у Софији, где су се из Пирота преселила његова браћа Анта и Петар. Поред осталог, био је и различитим рођачким, пријатељским и пословним везама уткан у бугарске животне и духовне просторе.



Слика 1: Поетски скуп у парку „Гео Милев“, 29. јула 2008. Маја Митова, Хулијана Петкова, Илијана Илијева, Рајчо Русев Рајсин.



Слика 2: Милчо Кирилов Цветков и Милан С. Димитријевић.



Слика 3: Катја Маринова, Евгенија Маринчева и Милан С. Димитријевић.



Слика 4: Слева на десно у смеру сказаљке: Рајчо Русев Рајсин, Илијана Илијева, Милчо Кирилов Цветков, Маја Митова, Хулијана Петкова, Милан С. Димитријевић, Евгенија Маринчева, Катја Маринова.



Слика 5: Слева на десно у смеру сказаљке: Рајчо Русев Рајсин, Илијана Илијева, Милчо Кирилов Цветков, Маја Митова, Хулијана Петкова, Милан С. Димитријевић, Евгенија Маринчева, Катја Маринова.

Већ у наредној строфи песник и астроном Кирилов приказује овај сабор, сусретиште и празник, на историјски знаном софијском Редуту. У сликовитом смислу доводи га у везу са оним што је некада био чувени и славни Сердички сабор. А онда, у мало шаљивом тону помиње топлу гибаницу и апострофира моменат како на шароликом ћебету седи као трачки Антеј. Чврсто седећи на земљи, наш стихотворац поприма неку нову, чудесну снагу коју му удахњује не Геа – Земља, као трачком узору, него пријатељи и лепотне, лирски распеване дружбенице. У средишњем делу песме Кирилов призива Диогена, који у његовим песничким визијама уместо свеће носи фењер са којим „тражи и куди“. И ту је поново мезетлук, ћуфте и сличне ђаконије што се поред осталог може видети и на две успеле фотографије са „сабора“ (Сл. 4 и 5). Кирилов је вешто уденуо у стихове ракију од смокава, којом је Русев почастио све присутне, уз чувено бугарско бело вино керацуду, о коме је при том испричао и занимљиву анегдоту, а све то зачињавају познати и често присутни песници, као и нови гости.

У завршној строфи Милчо Кирилов се спретно служи колористичким вредностима, иронично помињући безбојно руменило, као и стихове јесењом бојом обасјане. И ту се проламало фолклорно добро знано „било је шта је било“, уз поенту у последњем стиху који говори о сасвим необичном поклањању једног астронома, дарованог скупу пријатеља и песничком саборишту.

Посебно се осврћемо на овај инспиративни скуп у парку „Гео Милев“ да бисмо скренули пажњу нашим астрономима, међу којима су присутни и они које је походила муза, и да сликовито-поетски прикажемо леп начин укључивања нових стваралачких тонова и нијанси у научно и студијско саборовање и стручно преиспитивање суптилних и деликатних астрономских тема.

Овде смо учинили скроман напор да у кратким назнакама представимо поједина песничка остварења, која смо *препевали на српски*, уз одговарајуће коментаре.

МИЛЧО КИРИЛОВ

ПОКЛОН

Милану Димитријевићу

Јутро се по вечери познаје,
истина нова се парафразира,
Витоша јасна, облак ни знак не даје,
Вазова отвориш, све је ту! Што у срце ме дира.

На Редуту је празник – ту је сабор,
готово као славни - Сердички,
гибаница је топла и никакав спор,
на ћебету седим, као Антеј трачки.

Диоген нас фењером тражи и куди,
мезимо посно ћуфте, сада се пости,
ракија од смокава се лије а Хера се чуди,
ту се срећу нови, стари и млади гости.

Неко тамо пева за безбојно руменило,
други чита јесењи стих бојом обасјан,
трећи одмахује, било је шта је било...
а мој поклон вама је астроном МИЛАН!

РАСПЕВАНИ АСТРОНОМ И ЛИРСКИ ВИЗИОНАР МИЛЧО КИРИЛОВ

Милчо Кирилов, као богата стваралачка личност, већ више деценија успешно се стваралачки потврђује у области астрономије. Заједно са аутором овог текста, током више од једне деценије, организовао је шест научних конференција српских и бугарских астронома, и то у веома тешком периоду за наш народ. То је дало могућности за размену драгоцених искустава и сазнања и пружило прилику великом броју младих људи да се међусобно упознају и успоставе и развију креативну сарадњу. Захваљујући овим научним скуповима започети су значајни заједнички пројекти, успостављене редовне размене информација и коауторски остварено више радова.

У новије време астроном Милчо Цветков афирмисао се и као песник под именом Милчо Кирилов. То је учинило да он плодотворно окупи групу песничко-стваралачких личности и укључи их у шири контекст конференцијских разматрања као продуховљено лирско освежење. На руку му је ишло и то што се око српског Астрономског друштва „Руђер Бошковић“, такође окупио известан број научних и поетско-стваралачких личности. То се поред осталог може видети и из одељака вишетомних зборника радова серије конференција „Развој астрономије код Срба“.

Као астроном, Милчо у своме певању из дубљих лирских разлога звезди Сиријус посвећује видну пажњу. При том има у виду да је то најсјајнија звезда на небу а налази се у сазвежђу Великог пса. Ову звезду антропоморфно види као троглаву и гологлаву са магичном снагом да се вазда обрне и преобрне. У процесу њеног човеколиког приказивања, Задивљеност ставља у први план а потом скоро увек долазе недоумице, непознанице и сумње, које се преплићу са сновидовним и сомнабулним.

У наредној строфи, која је дубље интелектуално осмишљена, Милчо ову сјајну звезду сагледава као три бисера догонска и у складу са свестраним познавањем древне астрономије и митологије њему Сотис благо сја и гласовито показује да Јахве постоји, па ту, у мало шеретском тону, обраћајући се са мили моји, пита се, с обзиром на величанственост, недокучивост и бесконачност васељене, да ли је уопште важно хроничарско бројање дана. У том контексту отвара питање има ли песника уопште и каква је њихова улога и функција у бесконачју времена и вечној пролазности.

Као одани хришћанин предаје се Богу и његовој вољи у коју верује од када му у души „топло лето шуми!“ и исповедно признаје да му је Љубав постала навика, у најплеменитијем смислу те речи. А пошто је то за њега истовремено и велика животна истина, он се присно обраћа свима са молбом да му не суде престрого.

Као врстан интелектуалац и зналац антике, помиње Сократа и његов премудри наук и слово. И овог великог филозофа сагледава као окато - видовито биће, али и као човека склоног и мајеутичкој вештини убеђивања. Он је изасланик велике мудрости, који је као такав свима знан.

У поетско-стваралачком размаху, он долази до једног од твораца немачке класичне филозофије, кога сагледава као филозофа-етичара што „о добру приповеда“. Имајући у виду древну умност да је твоје само оно што си другоме дао, критички указује на оне који гледају и увек настоје да нешто добију. У складу са својом поетиком и филозофијом живота, Милчо се чудним чудом чуди како то бива да у истој равни стоје користољубац и добротвор.

Доследан својој слојевитој концепцији живота и људског постојања, у средишњем делу песме поставља питање: „Шта је то свет?“

Слојевити симболизам света сагледава у његовим трима равнима, попут троглавог Сиријуса: оној астралној, свеземаљској и оностраној. То истовремено одговара и трима нивоима постојања, као и тројству модуса духовне делатности. Милчо Цветков своје полифонично виђење света пројектује у духовне сфере, што се подудара са расцветалом и родном шљивом усред пролећа, што је блиско обликовању словенских митолошких представа о плодоносној Шљиви и цветоликим сазвежђима. Овај део певања заокружује иронично поетским помињањем старог Тате који својим застарелим, превазиђеним схватањима отежава стварносно виђење. Но на све то наш песник помало шеретски узвикује: „Лепа је! Палома – Бланка!“

Као љубитељ вечно женског, Веру и Наду у метафоричном смислу види као две сестре. И при том, у свом песничком заносу, не бира много да ли је Црна или Плава. Он их задивљено гледа, омамљен њиховом привлачношћу, што га води ка реалној љубавној усхитности и пожуди, али и ка трансценденцији. То вечно женско, оличено у Вери и Нади представља његову поетски сублимирану жељу. И попут Гетеовог Фауста и његове Маргарите, који позива на лет у висине, он узлеће ка астралним просторима.

Феб, као бог светлости и Сунца, завртео је снажно и силовито Земљу, тако да смо се ми нашли на елипси - гради Милчо своју астрономски размахнуту визију. И при том полази од најраније представе о Земљи на леђима корњаче, па преко узносите духовности будизма, помињући и Зевса и Амона, долази до судбинског питања „да Јуда није пророк у тами?“

У завршној строфи Милчо резимира скоро све митолошке симболе и представе (Сиријус, Догонци, небеса) и најсјајнију звезду види како се подсмева нашој свеколикој људској нарави, па у завршним стиховима узвикује знану истину, да је на крају свега ипак заборав. А за оног који чека кристалише се свест да му се самртни час неумитно приближава.

Из целине овог надахнутог певања зрачи висок степен научно-стваралачке продорности, и вештина коришћења астралних и митолошких симбола и представа, а све то ситуирано је у космичке сфере и просторе, уз субтилно иронично - саркастично поигравање и продуховљено фолклорно прожимање.

Милчо Цветков се открива као вишестрана креативна личност, која у себи сустиче научне истине, лирски разигране поетске визије, хуморне појединости и смисао за иронично осликавање света и свог окружења. Подвиг у малом представља способност да се стихом одговори на спољашње

подстицаје и изазове и да се у поетску реч преобликује искрена дружевност и пријатељство и програмски означе вишесмерни циљеви и настојања. То је ретка могућност и посебна даровитост доступна само одабранима који су у стању да животне теме, људска сусретања, научно-истраживачке тежње и лирски занос дружења подигну на један виши ниво осмишљавајући их лирском исповеди. Као што одважно улази у животна сучељавања и интимистичке сударе, исто тако се вешто служи оним што се може означити као licencia poetica. Способност да се користи песничка слобода, понекад је равна умећу људског живљења и делатног усаглашавања у овом иначе противречном и несагласном свету. Милчо Кирилов је сажео у своме бићу све напред поменуте и назначене одлике и наговестио нове видове научног, животног, поетског и лирско-хуморног виђења света и живота у духу најбоље бугарске песничке традиције. Свеколика предузимљивост у области науке, свесрдно и подстицајно ангажовање за братску сарадњу и зближавање српских и бугарских астронома, побуђује ме, подстиче и наводи да га целовитије и у пуном светлу представим нашој јавности, не само као астронома већ и као даровитог и узноситог песника.

МИЛЧО КИРИЛОВ

СИРИУС

Куд год да се обрне,
куда год и да је!
Све ми се тај Сиријус троглав,
натура стално гологлав,
и не питајућ ме преобрне,
у кога год да је.

И Задивљеност иде прва
куда год и да сам,
А тад изнова Сумњичење,
што може дати искупљење
и лако доноси знамење...
ко да је поноћни сан!

Три бисера Догонска та
кад благо Сотис сја
казују: Јахве да постоји,
и није важно мили моји,
да л' свет уопште дане броји,
има ли песника!

Да буде твоја воља Боже,
те речи волим много!
У то верујем од када ми,
у души топло лето шуми,
а... љубав поста навика ми!
Не судите ми строго!

У почетку беше тај – Сократ,
и премудро му слово!
Најчистији! Први тако окат!
Тај првобитни дипломат,
тај посланик наш свима познат.
Но где се деде ово!

За њиме следи ноблес Кант!
О добру приповеда.
Тај који даје је у реду,
а не да добије ко гледа,
и чуди се како изгледа,
да обадва су истог реда!

Свет... Шта је Свет?
На Шљиви једна сенка!
Сред Пролећа, расцветала,
и као неки стари Тата
реалан поглед отежава,
Лепа је! Палома – Бланка!

Вера и Нада сестре две.
Две! Црна или Плава!
Задивљено их гледам обе,
и све се питам, питам се,
која ће сад да прати мене,
дуж пута ка звездама права!

Од када Феб заврте снажно
Земљу па са њом смо на елипси ми,
од корњаче па све до Буде,
Зевса, Амона, првог чуда,
свако се пита да ли Јуда
није пророк у тами?

И само Сиријус троглав,
Догонци што га знају, виде,

са небеса нас гледа прав,
и смеје се на такву нарав,
људску. На крају је заборав!
Он чека! А његов час већ иде!!!

КАТЕДРАЛНО ОЗВЕЗДАЊЕ КОСМИЧКЕ НОЋИ У ПОЕТСКОМ СТВАРАЛАШТВУ РАЈЧА РУСЕВА РАЈСИНА

Рајчо Русев је богата и разуђена стваралачка личност, што недвосмислено открива његова поезија. Он са подједнаким заносом пева о наизглед малим људским темама, али исто тако и о доживљају и виђењу Београда у коме је провео део живота. Из ових и других песама зрачи дубоко људска нота и хуманистичка преданост свету и животу.

Његов поетски поглед дограђују колико васељенски симболи и представе, толико и истинска оданост извесним теолошким фолклорним представама. Из његових стихова се види да поседује смисао за једно дубље историјско поимање, али истовремено и за дневне, актуелне и животно присутне моменте.

Рајчо Русев ноћ сагледава као древног владара што високо седи на своме престолу, а раскош небеских простора доживљава као недохватну висину и монументалну катедралност. Ноћ за њега није рођена из сна и смрти, нити из снова и тескобе ћудљивог поднебесја, већ из чаровитости бескрајних небеских простора. Ноћ што пролази обавијена тамним велом у свом озвездању пружа могућности да се утоли људска жеља за паљењем цигарете тим далеким сјајем, што га види везаним за драгу особу.

Песник зна да је то сан препун виртуелних могућности, међутим он све то као одсев жара спушта на своју усну. То му за тренутак изгледа као „угарак наде“ насупрот чудовишним моријама и црним мислима. При том је свестан да је распет између онога што му даје Бог или колико му ђаво пусти. Ту као да се ноћ пројектује из слике архетипског и несвесног а у тим малим, али узноситим људским хтењима присутним у сну и на јави, ослобађају се пориви несвесног.

И још се будим а небо се плави.
ИЗ ВИСОКОГ СУНЧЕВОГ БОКАЛА НАЛИЈ!
А само последњу чашу остави.
За неког другог поклон мали.

Песник се буди са ведрином и оптимизмом док се високо небо над њим плави у светлости дана и живота. И као што је призивао могућност да цигару звездом запали, овде би у последњој поетски изузетно осмишљеној строфи, да неутољиво животворни сок из сунчевог бокала налије у дамаре живљења. У својој људској и поетској скромности, са пуно истинског хуманизма, он би

да последњу чашу животворног сунчевог дара за неког другог остави као „драгоцени поклон мали“.

Песник је овде успешно спојио представу ноћи као древног владара са трептавим озарењима звезда, малим а великим људским хтењима и богомданим могућностима са метафоричном представом сунчевог бокала и увек пуном и неиспијеном чашом која се може несебично и солидарно поделити са другима. Људска хтења и узноситост у овим стиховима доградњују божанску представу о универзуму који се шири, што се лирски сажима у једноставној а бираној симболици, дубљег космичког и општељудског значења, где је васиона заједништво и узајамност.

Рајчо Русев се придружује групи песника који понесено славе и лирски возносе Београд. Њему овај град на ушћу двеју река у сну трепери док му раскошни вали Дунава крвотоком теку. При том песник је захвалан Господу што га је ту довео, али се одмах потом пита како ће да напусти чари и дивоте белог града.

У екстази, Русев бело име града осмишљава опојном невиношћу белог вина, које се овде појављује као симболичко поетски елемент вишег реда, сетно и са жалбом се питајући зашто су се до сада узајамно „скривали“.

Песнику се Београд појављује у антропоморфном облику, као вољени живи човек уз заједнички завет да ће се волети до века и то силовито и страсно. Ту песник уноси реторске елементе у смислу „да будемо јасни“ и то у вези са оним дубљим унутрашњим вредносно позитивним животом.

На крају, он се пита да ли ће узноситом белом граду поново да хита и да ли ће му вечно остати одан..

У мом сну те анђео грли,
Дан ти мој спомен бео!

Песникова љубав према Београду је анђеоски одана и предана а сваки дан му је спомен и обелиск сјајан и бео, наглашава Русев у поенти, која чини се креативно и зрачно уздиже до сунчевог сјаја неизмерне чари белог града.

Рајчо Русев Рајсин је афирмисани бугарски песник и у много чему знаменита појава. До сада је објавио више књига песама које су допринос савременој бугарској литератури а сада лепоту његове поезије представљамо и српским читаоцима.

РАЈЧО РУСЕВ РАЈСИН

* * *

НОЋ КАО ДРЕВНИ ВЛАДАР СЕДИ.
Високо и катедрално.
Дал' нека звезда на тебе гледи?
Ту цигару да палим стално.

Знам да је сан и то дубок.
Ал нешто ми жари на усни.
Угарак наде: ма шта дао Бог.
Ил' колико ми ђаво пусти.

И још се будим а небо се плави.
ИЗ ВИСОКОГ СУНЧЕВОГ БОКАЛА НАЛИЈ!
А само последњу чашу остави.
За неког другог поклон мали.

БЕОГРАД

Усне ми трепере у сну,
Вали Дунава крвотоком следе,
Господ ме доведе ту,
а ко ће да ме одведе!

Понављам бело ти име,
И бело ти вино пих...
Од себе усрдно си крио ме...
и ја од себе те крих.

Али да будемо јасни –
волећемо се до века.
Као град – ме волиш – страсно,
Ја тебе – ко живог човека.

Дал' опет ћу да ти хрлим!
Оданост теби вечну би хтео.
У мом сну те анђео грли,
Дан ти мој спомен бео!

МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ

РЕЧИТОСТ СЛИКАРСТВА, ПОЕЗИЈЕ И НЕИМАРСТВА ЕВГЕНИЈЕ МАРИНЧЕВЕ

Евгенија Маринчева је полифона стваралачка личност. Поред стручног рада и деловања, бави се поезијом, пише кратку прозу и приповетке, а уз то, креативно је присутна и на ликовном пољу. Успешно се бави сликарством, што се може видети и из њене књиге „Месечеве илузије“, а ликовна остварења Маринчеве су присутна не само у Бугарској, већ шире, у појединим европским и другим земљама.

Лепо је уочено да је поезија речито сликарство а сликарство ћутљива поезија. То се недвосмислено види из поменуте књиге, као и из већине њених песама. Она надахнуто слика „на позадини Месеца“, који јој је својеврсно астрално платно и простор ликовног изражавања. У том смислу, како сликовито каже, боју узима с неба, „од планета и безбројних звезда“. У њеним стиховима, као и на сликарским платнима, доминантне су јарке боје љубави, као и трептави валери светлости и мудрости.

Обриси ће бити са бојама Дуге,
додаћу и метеорски рој,
и мало од астероида који крстаре уздуж.

Код ње је све у знаку небеског, светлости и сенки, те раскошних боја дуге. У овим поетским симболима, она на занимљив, лирски начин, оваплоћује лепоту, истину, мудрост и праведност. Астрална светлост неба, астероида, дуге, има известан магијски утицај, што је у пунијем сагласју са словенском митологијом. Тако на пример дуга, као небеска појава, има дубље митолошко значење у словенској народној традицији. У њеном певању, дуга најављује крај кишног периода и ведро време и обасјање, што је све у духу њене космичке поетике. Песму исликану на позадини Месеца, она с разлогом именује „васионска лепота“.

За поетесу и надахнуту сликарку Евгенију Маринчеву космос је, видимо то и из њених слика, особени архетип креативног деловања. У складу њених бојених преливања, као и у понесеном сликању речима, све оно што је близу савршенства и носи у себи родност и склад, све је то у знаку космичког. Она као инжењер, неимар, не обликује само у поднебесју, већ своју поетску катедралу уздиже до Месеца и звезда, дајући јој живот, који је у много чему сличан усклађеном и животворном организму, што се манифестује и у њеној поезији, ликовним визијама и архитектонским здањима.

ЕВГЕНИЈА МАРИНЧЕВА

НА ПОЗАДИНИ МЕСЕЦА

Вечерас ћу сликати по Месецу.
Он ће ми бити платно.
Боју ћу узети са неба,
од планета и безбројних звезда.
Започињем са бојом љубави.
А затим фарбе Мудрости и Светлости.
Обриси ће бити са бојама Дуге,
додаћу и метеорски рој,
и мало од астероида који крстаре уздуж.
Слику ћу назвати
„Васионска лепота“.

„Месечеве илузије“
Фондација „Вера у себе“
и Telecotron international
Софија, 2007

МИТСКО ПОЕТСКА КОСМОГОНИЈА МАЈЕ МИТОВЕ

Поетеса Маја Митова поседује веома висок степен књижевне културе и писмености; широко и свестрано је упућена у митологију и космичку симболику, што вешто преплиће у своме певању. Та интелектуално стваралачка преданост литератури, нашој поетеси не смета да врло проживљено и емотивно саопштава своје виђење света са врло богатим подтекстним значењима, која у неколико превазилазе првобитне слојеве. Чак се може рећи да су подтекстна као и интертекстуална значења у односу на митолошке аспекте, у неким елементима скоро недомашна, што опет значи да је њен поетски свет херметички затворен.

Маја Митова надахнуто пева о разноликим темама које имају широк распон од језика Сумера, преко анатомије везане за ребро, до бројних космичких симбола и представа. Небо је њена поетска опсесија, којој се обраћа као делу универзума. У њеним лирским визијама златан прах „заснежи небо“, које постаје житна њива. Ветар који оличава својеврсно дисање земље „покоси небо“. Небо, пшенично зрно и хлеб у словенској митологији имају посебно значење, које поетеса доградњује и извесним еротским појединостима попут пшеничног зрна које упућује на једро засејане брадавице, све то прате фењерасте очи и давање новог знака живота.

Песнички субјект у „Песми зрнима“ трансформише се у свезнајућу Луну „расплетених кика“, ка земљи која је оплођује. Плетеницама, како она метафорички каже, прете маказе облака.

Кике, које укорењују зрна,
и класају у песме –
лепотице шарених сукања
с белим недрима и белим рукавима –
зачете у фрули
космичких гајди.

Плетенице и кике овде су оличење женствених врлина и моћи; оне заједно са „зрнима“ бујних груди богато класају у стихове. Песме су за Мају Митову лирски устрептали свици. Она ту у драматику љубави сликовито уводи петлове који пољу, а они су соларни симбол, пошто њихов пев најављује Сунце у тренутку док поетски занос зорњака траје.

Завршни део певања о „зрнима“ асоцира на стихове Гарсије Лорке из песме о неверној супрузи. Ту се појављује коњаник, источна граница сунцорађања, као и дивљи макови што симболички оките раздањивање. Најзад ту је и понуђени жетелачки пешкир, који призива да се златником откупи распевана песма зрна на њеним грудима „бар... за још једну ноћ“ – вечности љубави.

Маја Митова се доста често у свом певању о Еросу, обраћа митолошким моментима и античким узорима. У њеним стиховима, грчки бог љубави није само еротска визија, већ је то и тежња ка стваралаштву. То је у знатној мери изражено у песми под симболичким насловом „Питагорино огледало“. Огледало је овде вишеслојни симбол, који упућује на самоостварење, мудрост и духовност, али истовремено и на огледало васељене, па у извесном смислу и на еротски одраз истине. Духовност и интелектуалност огледају се у Месецу, који се попут Зевса претвара у златну кишу бронзано снежних „разасутих кристала“, која звечи као „суд са ситним новцем“, и хита Данаји, да би се после остварене љубави, уз помоћ три заручене виле, опет уобличио у пун месец. Истовремено су „јалове звезде“ за јабуку везале успаванку и попут царице – маћехе, ставиле јој је под срце.

Овде је љубав у функцији својеврсног биолошког и астралног ритма, који се огледа у планетарном знаку Месеца и упућује на вид животне и егзистенцијалне репродукције, као израз највишег људског стваралаштва. Симбол огледала је вид манифестног одраза и човековог самосазнавања, али и оличење зависности и женског принципа, као и преображаја и животног раста и развоја.

Слојевита је и вишезначна симболика *Месечеве птице*, која асоцира на различите облике постојања и токове промена. Месец је, заједно са птицом, која изражава модус кретања и летења, особен прелаз из једног животног стања у друго. Птице су, као и месец, становници небеских сфера. Као што месец управља космичким утицајем ноћи на земљу, тако се у певању Маје

Митове појављују силовита муња која лети и ватра, што заједно могу да оличавају време које пролази. Ту се међусобно повезују комплексни симбол птичјег месеца са ватром и севањем муња, што оличавају плодност жене и љубави. У њеном певању птица, која је истовремено и оличење неба и ваздуха, спушта се низ реку очију, сеже до нутрине, „ломи перје у телу које не лети“.

Та птица месечева...
Сребрни фламинго,
изрезан од хладног срца
Месеца.
Бачен ка пећини - без дна
као пламичак
који трепти
у позоришту сенки.

Чудесна је та месечева птица која на небу игра свој невероватни плес и стреми ка понорности. Ову поетску представу усложњава позориште сенки и хтонски свет што је у тами, где се лирска визија у пролазу може мимоићи без препознавања. Мотив препознавања, који она претвара у могућност непрепознавања, у завршном делу песме поприма и известан магично – еротски смисао, који се иначе доста често појављује у светској литератури од епа о Гилгамешу, преко препознавања у Одисеји до оностраних алегоријских виђења у Дантеовом паклу.

МАЈА МИТОВА

ТИ

На језику
Сумера
"ти " означава
"ребро"
и
"дајем живот".

Ти,
који си ми дао
ребро,
зашто
ми говориш
Ви?

ПЕСМА ЗРНИМА

Ноћас златан прах заснежи небо.
Претвори га у житну њиву.
У зрелу житну њиву.
Ноћас ветар покоси небо.
Пресече пшенично зрно.
И оно затрепта фењерастим очима.
Даде нови знак живота.
Ноћас сам била Тамо.

Била сам свезнајућа Луна расплетених кика
ка твојој земљи. Плетенице,
сачуване од маказа облака.
Кике, које укорењују зрна.
и класају у песме-
лепотице шарених сукања
с белим недрима и белим рукавима-
зачете у фрули
космичких гајди.
Песме-растрептали свици-
које у човеку везу тајновитост.
Ожеднеле за временом кад петли пију
и за тобом, мој Коњаниче.
Пређи источну границу,
Просузи очекивање моје њиве,
Дивљим маковима окити раздањивање
и златником
на жетелачком пешкиру
откупи песму зрна на мојим грудима.
Бар ... за још једну ноћ.

ПИТАГОРИНО ОГЛЕДАЛО

Неко баци камен
на огромно месечево огледало,
бакарну тепсију,
на сребрнастим изворима напуњену.
на тим, на којима сам те
први пут видела, Младожењо.
Неко баци камен...
Али ни огледало није хтело
Да огледа више лепоту

мађехи-царици.
Неко баци камен.
И са уздахом се расу
бронзани снег.
Јата разасутих кристала
полетеше
над Млечним морем.
Зазвечаше као суд
ситним новцем напуњен,
бачен
у бунар црквени.
Кроз подземну одају
Данаји нагрнуше.
Изниче олтар.
Разлиста се распеће.
У гранастим му рукама
анђела
кварцни лет зазвеча.
Бљештави свици
напупеше
по пешчаним брежуљцима.
Портретима /поноћног неба/
бременити.
Засветлуцаше
ка питагорином огледалу.
Три заручене-виле-
стакалца им саставише.
Преуредише у пуни месец
звезде јалове.
Успаванку
за јабуку везаше.
У тајном врту.
Под срцем јој.

МЕСЕЧЕВА ПТИЦА

Неко, уместо Аморовом стрелом,
устрелио ме птицом.
Месечевом птицом.
Муња, која лети у тами.
Ватра, што глад изједа,
испија жеђ

и доноси болест,
слетелу са Птичјег месеца –
ванземаљски грип осећања.
Птица, која се спушта
низ реку очију.
Пали инквизиторске ломаче
у стомаку.
Ломи перје
у телу које не лети.
Са капљицом зноја узлеће,
али се као грифон[2]
распећу враћа,
да би поново кључала.
Та - тобоже лепа – Месечева птица
тумара као да је месец.
Пробада као птичји крик
у ноћном страху на гори.
Она узиђује у зидове
од немогућности.
Та птица месечева...
Сребрни фламинго,
изрезан од хладног срца
Месеца.
Бачен ка пећини – без дна
као пламичак,
који трепти
у позоришту сенки.
Као бакља
која плови
од влажног мрака несреће
ка Подземљима за мимоилажења.
У тами,
где би, чак и ако ме сретнеш,
могао да се направиш,
да ме ниси видео.

[2] Митска животиња са главом орла и телом лава.

ВЕЧНО ПРЕПОРАЂАЊЕ НЕБА И ЗЕМЉЕ У СТИХОВИМА КАТЈЕ МАРИНОВЕ

Катја Маринова је рефлексивни песник у савременој бугарској књижевности. Увидом у њено песничко стваралаштво запажа се да вешто спаја традиционално са модерним, поетско са савременим ликовним изразом. Пише углавном у слободном стиху а када се прихвати певања у катренима онда су то ритмичко мелодиозни стихови. Занимљиво је да Маринова и у белом стиху негује ритам.

Поетеса Катја Маринова је у храбром суочењу са светом који се пред њом отворио. У том виђењу, она разазнаје да је свет *мрав*. При том, оно што је космичко сагледава у неколико равни. У оној васељенској, свету су отели крила да би га приземљили. Зато је он присутан у хтонском обличју мрава, који је из доњег света, у извесном смислу супротстављен оном небеском. ОН на земљи у великом је искушењу јер носи зрно, које ће да је оплоди. Вечно космичко зрно чудесно је проклијало и то тако да је удахнуло живот планети. Зрно, које нестаје да би оживотворило, симбол је свеколиког растиња. Овај помен зрна и земље, асоцијативно упућује на хомеридске стихове, означавајући смењивање живота и смрти. У лирским представама Маринове, појављује се рало, као атрибут богова ратарства. Орање овде означава разлагање онога што је прима материја, уз отварање земље за плодотворне утицаје неба које би да утоли глад. Глад у снажном насртају „избразда душе“, као рало земљу коју обремењује, отварајући просторе за узлет душе. Поетеса на свој начин сагледава збивања у свету, па се догађа да глад бразда душу, уместо да је постом узвиси, што овде чини рало, односно рад и стваралаштво. А душе које имају различите функције, кренуле су ка звезданим просторима. У јутрорађање Оне су стизале до крајњих граница где се вазда, ма како то парадоксално звучало, налази нови почетак и прапочетак, и то онај који оличава вечно препорађање. Душа се у овом певању подудара са свеукупним функцијама човековог непрестаног преобликовања. Она у стиховима Маринове има нечег свеземаљског и свенебеског и истовремено натприродног и то у славу човека и његовог истрајавања под звездама.

КАТЈА МАРИНОВА

* * *
Отворио се свет!
Све што види, видело је,
да је свет мрав.
Отели су му крила,
да буде
ОН на земљи.
Да носи зрно!
Зрно оплоди земљу.
Није проклијало оно, већ Земља,
да све прехрани.
Полуживи узеше рало.
Само је то остало
после велике глади.
Г л а д,
која нам избразда душе.
Р а л о,
које нам узвиси душе.
И наше душе,
кренуле су
ка свим оним звездама,
оним звездама...
И свако јутро
стизале су до краја
великог почетка,
које је још увек само
почетак великог поновног рађања...

ХАИКУ ВАСЕЉЕНА ИЛИАНЕ ИЛИЕВЕ

Илиана Илиева је даровита поетеса која се огледа у стварању хаику, танка, ала-ренга и поезије за децу. Рођена је и живела у пасторалним просторима мале вароши Враце, где је попримила осетљивост за чари и лепоте природе. То лирско виђење света она инспиративно преноси у урбане релације Софије, где је проучавала филологију и историју, што такође зрачи из њених песама. Објавила је запажене стихове у часописима „Родна реч“, „Литературен вестник“ и електронским медијима. Више пута је награђивана на различитим књижевним конкурсима, што је одговарајућа потврда вредности, нарочито њених хаику стихова. Бавила се и преводилачким радом, нарочито као афирмисани филолог, што се уосталом доста јасно и прегледно види из њених стихова. Вредно је спомена да преводи песнике

блиске руском симболизму. Поседује завидан степен књижевне културе и упућености у тајне деликатног, сажетог и изражајног хаику певања.

У једној језгровитој песми она најављује првомрачје у коме види да „горе камење изгрева“. Слојевиту симболику камења она доводи у непосреднију везу са васионским зрачним преламањима; али оно ту има и извесна окултна својства, што упућује на магично небеско камење, али и на каменове грома што остају после удара о чврсто земљино тло, као и на светлоносну звезду вечерњачу, али и на камен мудрости, што је у кореспонденцији са умношћу овог древног жанровског облика.

У њеним стиховима често се појављују светлосни симболи који су повезани са протоком времена и трајањем дана.

Жарки зраци
заслепљују часовник –
дугачак дан.

У неким веровањима дан је у аналогији са људским животом и трајањем. Зрачност, часовник и дан могу се довести у приснију везу са библијском књигом постања и темом стварања. Људско постојање и телесно опстајање као да путује онолико, колико траје и стварање света, па душа пролази кроз васељенске просторе проверавајући стварање свог ега. Дугачак дан се овде може схватити и као својеврстан симбол духовног узрастања, али и засићености.

У својим успелим хаику песмама Илиева дочарава васељенску планину, коју походе сени посебне врсте, попут змајева небеске моћи. Планина која је истовремено и симбол постојаности, чврстине и вечности, најсеновитија је када је озраче богови сунца. Ту је на специфичан начин уткано и жудњиво предавање светлосном и топлотном сунчевом озарењу.

Илијева се на допадљив начин поиграва вишезначном симболиком Сунца, које сучељава са снежним пегама, блатом и кањугом, иза чега долази животодавно пролеће. У њеном хаику певању разазнају се одсеви јапанске поезије овог жанра, нарочито када пева о Сунцу, планинама, звезданим пространствима и пролећу. Зато с разлогом она убире награде и признања, нарочито за хаику стихове, па је и разумљиво што има видно место у бугарском хаику клубу.

ИЛИАНА ИЛИЕВА

НЕБЕСКИ ХАИКУ

***
Ускоро ће се смркнути –
горе камење
изгрева

***
Жарки зраци
заслепљују часовник -
дугачак дан

***
Колико много птица
на зимском небу
а све гаврани

***

Најсеновитија је планина
када је сунце
најјаче греје.

ПОЕЗИЈА НАУКЕ И НАУКА ПОЕЗИЈЕ ПЕТКА НЕДЈАЛКОВА

Петко Недјалков врло успешно прожима и спаја науку и поезију, рационалну мисао и имагинацију, магновену јаву и сан, небеско и овоземаљско, лирске визије и елементе техноцивилизације... Научна мисао у његовим стиховима се оваплоћује у својеврсну лирску космогонију. Песници би се подивили његовој научно астралној представи а учењаци са дивљењем могу да гледају на његов богат и разуђен песнички свет. Лепо је уочено да ако за песника кажу да је загледан у звездано небо, утолико пре је астроном упућен да прожима небеско и поетско.

Тихо раздевена ноћ у певању Петка Недјалкова оличава пракосмогонијску таму, која је истовремено својеврсна претходница поновног буђења и рађања. Симболика тишине и ноћ преплиће се са јутрорађањем и сненим птицама, па тако та необична ноћ истовремено припрема дан, када ће наступити зрачно озарење што се спушта на отежале жице савремене цивилизације. У наредној строфи песник учевну перцепцију звука повезује са космички затвореним кругом. Он такве звучне вибрације

доживљава као увреду што је нестао одјек дружевне моћи у људском трајању и постојању. Раздевање ноћи и звука, као да у његовим стиховима превладава границе људске, временске и просторно-космичке условљености. Песник започиње своје космичко путовање у моменту када се сенке сна супротстављају светлости и излазећем Сунцу и у зори нестајућем сјају звезда, кад душа над људским стаништем бди. Овде је Недјалков искорачио из традиционалних представа да се не стане на туђу сенку, јер је укључио свемоћне антене које повезују бескрајне и неслућене просторе.

Уз све ово песник уноси љубав, али тихо и без страсти, сагледавајући супротности и узајамност са космичко-поетског становишта, након раздеобе бића. Љубав као да носи у себи снагу извесне реинтеграције универзума. У овој завршној строфи уместо усхићеног љубавног сједињења појављује се тавнило у венама. Упркос томе, као и раздеоби, љубав симболичко поетски доводи до спајања сазнајног и онтолошког.

Тихо ме љубиш ти...
Светла нам љубав подељена
у тиха маштања без страсти,
брза по тамним венама.

Недјалков на оригиналан начин пева о јутру које у традиционалној симболици оличава нешто светло и чисто. Међутим у његовој поетској представио, само у првом стиху бива присутна плаветност и чистота доласка дана. У даљем току певања јутро поприма елементе са негативном конотацијом. Оно се суочава са ноћним булеварима које прескаче. У милотност јутарњег тренутка увлачи се мирис бензина. Након помена циганске музике која може да носи и трачак ведрине, ту су сетни стари боеми, а јутро помало изокренуто, затавњује светле очи уличних лампи. Антропоморфне очи јавних светиљки на допадљив, поетски начин дочаравају атмосферу урбаног амбијента и булевара. И мимо сваког очекивања, јутро и дан замукло ћуте у операционој сали, док се чује призвук тужних дитирамба. Песник овде на смео и сасвим особен начин укључује жанровске аспекте, карактеристичне за видове класичне поетике. Нешто слично догађа се и у песми Бранка Миљковића посвећеној охридским трубадурима, у којој се *звезде распрскавају као метафоре*.

Недјалкову се привиђа крваво око киклопа, које митски, на посебан начин кореспондира са савременим такси превозом и жртвом. Он ту повезује и успешно преплиће древно са модерним, откривајући завидан степен књижевне културе и митолошке упућености којој налази места у модерном времену. Доследан овој концепцији, Недјалков у уметничко поетском узлету

са доста смисла доводи у везу библијску представу потопа и надреалистичку представу модерног будилника.[3]

У претпоследњој строфи наш песник укључује вишеслојни симбол змије, која је као архетип у сагласју са изворима живота и имагинације. Она је, као што је познато, и космички симбол, али се овде она увлачи у подземни тунел душе. Нагласимо да се вишеслојном симболиком змије служи не само песништво уопште, па и Недјалков, већ и уметност у целини, медицина и друге сфере људског стваралаштва. У све то укључује се и модерно поимање сујете што се оличава у поцепаном плакату који се, као јавна прокламација, одрпано вије попут горде заставе.

У завршној строфи песник се враћа златном јутарњем сунцу и рашчињеној светлости зоре, које супротставља умирању цветног стручка, немилосрдно изгаженог и истргнутог из корена. Насупрот уобичајеној представи ведрине, чистоће, те поуздања у живот, попут Чезаре Павезеа,[4] јутро проживљава као драму људског постојања са доста тамних тонова, хтонском симболиком, и на крају са изгаженим, умирућим, стручком цвета.

У једној од ретких песама написаних у слободном стиху Недјалков пева о три мале смрти, у форми питања експлицира три битна егзистенцијална момента: болницу, проклети затворски простор и туђину, који у дубљој основи налазе извесно међусобно сагласје. Белина болничких зидова јесте истовремено и оковани простор затворског типа, као што је то и туђина. Песник је осетио дубљи утрашњи спој између ова три наизглед различита, а у суштини доста блиска, узајамно повезана животно – просторна момента. У деликатном одговору на питање зашто постоје болница, затвор и туђина, врло промишљено полази од туђине, која у најдубљој основи означава чежњу за отаџбином, болницу види у нешто ведријем исходишном смислу као могућност да се домогне ишчезло здравље. Затвор, који је међучлан у поменутом тројству, сагледан је из угла алијенације и чежњиве потребе, колико за отаџбином и здрављем, толико и за слободом. Ако појам слободе, са уопштеног становишта није увек довољно прецизан, јер се о њему тешко постиже консензус, нарочито у смислу онога што та слобода садржи, у певању Недјалкова она се поима као највише људско добро. Он вредност и смисао слободе сагледава у духу кантовске филозофске традиције, која

[3]Вредно је помена да се у надреалистичком алманаху „Немогуће“ (L'impossible) налази занимљив, изазовно-враголасти одељак под насловом «Будилник» и то испод исказа Жака Вашеа. У том одељку или рубрици објављена је позната поетска творевина Александра Вуча, под необичним и непреводивим насловом «Зарни влач», испевана са много алогичних новотворевина. – Ханифа Капичић-Османагић, «Српски надреализам и његови односи са француским надреализмом», Свјетлост, Сарајево, 1966, стр. 217; Никола Цветковић, «Књижевно-поетичке студије II, НИП „Нови свет“, Приштина, 1995, стр. 160-164.

[4] Чезаре Павезе, „Звезда у зору“, у Милан С. Димитријевић, „Космички цвет, Просвета, Београд, стр. 123.

подразумева пуну личну аутономију, која је ипак у већој мери у друштвеном контексту, него ли у сфери индивидуалних права.

ПЕТКО НЕДЈАЛКОВ

БУЂЕЊЕ

Тихо раздевају ноћ
у јутро снене птице,
зраци сунца показују моћ
под њима су отежале жице.

Тихо се рони звук
ко увреду тешку да види,
гневно затвара круг,
заборављеног друга се стиди.

Тихо се спремам на пут,
сенке су од сна продужене

над кућама бде, а изглед им крут,
бледе звезде и антене.

Тихо ме љубиш ти...
Светла нам љубав подељена
у тиха маштања без страсти,
брза по тамним венама.

ЈУТРО

Пијан до плавог наступа дан
прелази ноћне булеваре
и пада, мирисом бензина зауздан
на циганске музике и боеме старе.

Наднесене, потамнеле им очи,
заглеају га сад уличне лампе.
Дан у операционој мучи,
отпевао је пијане дитирамбе.

С крвавим оком ко у киклопа,
такси у себе ноћну жртву метне.
Ко једини да је остао после потопа
будилник откуцава тренутке сетне.

Успављује као змија памет
што у подземним тунелима душе се крије
и чудном сујетом сав прожет
плакат поцепан гордо се вије.

Као златник исплива сунчани зрак
у јутарњој светлости растворен
изгажен стручак тоне у мрак,
истргнут на алеји лежи му корен.

ТУЂИН

Мада ми је тело топло,
комарац ми крв не проба-
биће му горка.

ТРИ МАЛЕ СМРТИ

Питаш:
болница,
затвор,
туђина зашто су?

Рећи ћу ти:
туђина – да се разболимо
од чежње за отаџбином

болница – да поново ухватимо
одбегло здравље,

затвор – да се отуђимо
од болести за слободом.

ПЕСНИЧКИ РАЗГОВОР МЕГЛЕНЕ БОЖАНОВЕ СА НЕБОМ

Меглена Божанова потиче из црноморске области Добруџе. Успешно се бавила новинарским радом на радију и телевизији. Већ дуже време уредник је у угледној издавачкој кући *Херон прес* у Софији. Објавила је више књига, од којих треба посебно поменути «Хоризонте» и «Девојку Сунца», уз напомену да су ове и преостале њене књиге штампане код различитих издавачких кућа.

Овде треба нагласити да је за релативно кратко време препевала «Песме» аутора овог прилога.[5] Меглена Божанова је у бескрајном и отвореном дијалогу са небом, које изражава веровање у божанске моћи са безграничном духовношћу. Она сетно помиње празне и замукле дане. Њима супротставља љубавну и еротску снагу ноћи, које су за маштовита препуштања, лирске чаровитости, игравости, али и дијалошка спорења.

У лирском заносу, поетеса види озарену небеску капу, сву посуту звезданим брилијантима. Небо јој представља особено очитовање трансценденције искричаве светлости и изузетне моћи. Бескрајно небо јој пружа руку уз нежно треперење звукова и тананих осећања. Тако је све оно што се догађа у звезданим просторима у знаку ритмичког и лирско треперавог пребирања. При том, луна јој даје поуздан ослонац и истовремено се повезује са тајновитим подручјем разиграности и дијалошког сучељавања.

У динамици кретања, она се у лету разастире галактичким просторима. Њене руке и косе предане су далеким звездама, које нежно грле. Млечни пут, овде се појављује као место узвишеног божанског прелаза, који спаја астралне даљине са песничким субјектом. У том хрљењу она је ходочасник у непрекидном кретању, што прелази из једне космичке равни у другу.

Иако сва окренута васељенским просторима, поетеса се у љубавној преданости космичким дубинама обраћа небу са којим у ритму кретања разговара, откривајући астралне кодове својом узноситом поетском речи. Она као кћи Земље отвара пространства и узлетишта ка небу и у унутрашњој алхемији песничког бића налази праву реч да означи свој разговор са небом у љубавно-еротским маштањима.

[5] Милан С. Димитриевич, Стихотворения, авторски превод Меглена Божанова, Херон прес, София, 2008.

МЕГЛЕНА БОЖАНОВА

СА БЕСКРАЈНИМ НЕБОМ ПРИЧАМ

Празни ми дани
Сричу од неспремности да говоре.
Љубавне и за маштање су само ноћи-
Са њима певам, играм, спорим.

Наднела се озарена капа,
Звезданим брилијантима посута,
Небо ми руку пружа.
Нежну струну звукова и осећања,
Пребирем...
Ослонац дала ми Луна.

Ходајући не застајем да питам.
Галактичким спутњиком летим.
Руке и косе ми звезде грле.
По Млечном ћу путу да хрлим...
И крећем.

Не откривам се увек.
Нити одговор вазда тражим.
Али ако ми ослонац треба,
Са бескрајним простором неба
Говорим,
Не стајем,
кодирам,
говорим.

ЧУДЕСНО ЉУБАВНО ГНЕЗДО ГЕНОВЕВЕ ЦАНДЕВЕ

Геновева Цандева је, судећи према библиографским назнакама, доста плодан и креативан аутор. У другој половини деведесетих година објавила је збирку песама „Гнездо саздано од љубави“, 2000. „Киша разголићује птице“, а пре неколико година (2005) збирку под врло сликовитим насловом „Месец за двоје“. Она се бави и музиком, успешно себе прати на гитари која музички осликава колико лепоту њене појаве, толико и дивоту надахнутих стихова. Из целине њеног певања издвојили смо песму која говори о једном крајње необичном гнезду сазданом од чарости љубавних тренутака, живљења и истрајавања.

Две птице које духовно оличавају виша стања бића у узајамној преданости, испраћају ледовиту зиму, која упућује на студен и самотништво. Ту је присутна и река која својим несусталим током као да брише размак између два тела. Река овде симболизује проток света у манифестацији али и пролазност живљења. Са становишта васељене, река живота и љубави јесте област божанског али и макрокосмичког. У средишњем делу песме Цандева издваја реч *пољубац*, а одмах потом додаје киптање воде живота. Животодавна вода садржи у себи клицу клице љубави, обећање усхита и радости када се сусрећу два срца. Од тог усхита љубави, како поетски надахнуто каже „полуди и шума цела“, која је својеврсно светилиште живота у природотворном стању. У том светилишту љубави гнездиће се птице неба. „А ја?“ пита се песнички субјект заинтересован за сопство и исходишне могућности.

У завршном делу песме Цандева се враћа визији реке и птичјем паперју, заокружујући тако целину. Овде је посебно занимљива поента у којој се истичу кукавице које, захваљујући дивоти љубави, свијају гнезда. Занимљиво је да поетеса акценат ставља управо на птицу кукавицу, која је једна од најмитологизованијих са наглашеном женском симболиком[6]. Кукање ове птице у широј симболици Словенских народа сматра се иначе рђавим знамењем[7]. Међутим у поенти ове песме, сликовито кукавица, која подмеће јаја, овде свија љубавно гнездо.

ГЕНОВЕВА ЦАНДЕВА

ГНЕЗДО САЗДАНО ОД ЉУБАВИ

Испраћају зиму две птице
Нестаде снега бела
А река као да брише
Размак између два тела.

Пољубац. И... кипти вода
Љубе се срца два
Полуди и шума цела
Ту ће се гнездити. А ја?

Шетам по обали реке
Паперје гледам вазда
Понекад и кукавице
Од љубави свијају гнезда.

[6] Александар Гура, Симболика животиња у словенској народној традицији, Београд, 2005, стр. 512.
[7] Ш. Кулишић, П. Ж. Петровић, Н. Пантелић, *Српски митолошки речник*, Нолит, Београд, 1970, стр. 187.

АНТОЛОГИЈСКИ СТИХОВИ ЗИНАИДЕ ЧАУШЕВЕ, ПОЕТЕСЕ СУНЦА И ЉУБАВИ

Зинаида Чаушева са великом књижевном културом и писменошћу, и вишестраним образовањем, надахнуто пева из дубине срца. Она је по духу руски, српски, свесловенски ђак са више разноликих дарова, вишесмерних интересовања, познавалац неколико језика и култура; заљубљеник је уметности у најширем смислу речи, посебно музике, сликарства, уметничке фотографије а нарочито литературе. Присна јој је српска култура, коју је упознала током студија у Београду.

У занимљивој песми под необичним насловом „Обрти“, Зинаида Чаушева се лирски поистовећује са Сунцем које оличава врховну васељенску силу, као и свевидеће богатство љубави и њене моћи. Истовремено она је предана ружичастим маглама у којима је садевена бојена раскош, духовност, знање и особена зрачност љубавних предавања. Њен песнички субјект поистовећује се такође са дугом, која носи у себи снагу преображавања, као и небеску славу и слојевита и разнолика стања самосвесних нежнутљивих предавања. Она је и жуборави „поточић у трави“ али и дивотни незаборавак, који је и споменак и мајкине очи, као и поточница, што је у поетском складу са сликовитим воденим разливањима у трави (код словенских народа постоји једно предање како је девојка пожелела да јој момак дарује леп плави цвет што је растао изнад неке провалије. Да би услишио жељу вољене, момак пође да дохвати цвет, али се при том страдалнички сруши у провалију. Последње речи које је упутио лепотној девојци биле су: „ Не заборави ме!“[8] Тако је овај цвет добио име н е з а б о р а в а к, које наша поетеса врло прикладно укључује у своју поетску вокацију.

Незаборавак је цвет у коси, а сузе су јој просто роса која симболизује светлост зоре, али истовремено и животне радости и боли, као и могуће духовно окрепљење. „Таква сам када те волим!“ – узвикује поетеса.

У наредној строфи она Сунцу као срцу васељене супротставља мрак, тавнило, пустош урбане средине и града као и ледовитост снега. Она је у овом чудесном обрту и силовита вејавица и студенило и мраз, који је све заковао у моменту нестајања љубави. У том обрту, слаповите влати косе преобликују се у ледене иглице; а сузе које су у првој строфи биле озарење љубави сада су „смрзнути водопад“! Јер нељубав све трансформише у тавнило непостојања, у мрзлину, слеђеност у тренутку када се потврђује речима „н е в о л и м“.

У завршном делу песме, Зинаида Чаушева, која је сва у усхиту поетског настајања, смело потврђује да је у противречјима и сударима сунчаног обасјања, ветровитих удара и маглина, када се дијалектички догоди нови обрт, У овим стиховима, наслов песме „Обрт“ у пуном је складу са целином сучељавања у певању, као и са непрестаним преплитањем сунчевите

[8] Веселин Чајкановић, *Речник српских народних веровања о биљкама*, Београд 1994, стр. 191.

зрачности, непрекидног ветровитог тока и затамњујућих маглина, које једино снага величанске љубави може да просветли и озари.

Поред ове, унеколико антологијске песме са складном и пријемчивом лирском структуром, Зонаида Чаушева у следећој слојевитој и вишезначној песми „ Да л' ћеш се вратити на прстима», гради монументалну песничку структуру саздану све од самих чистих песничких слика богатих смислом и унутрашњим значењима. Сложена и полифона структура ове песме упућује нас на истраживања многозначних и вишеструко укрштених поетских равни и симбола, што остављамо за неку другу прилику!

ЗИНАИДА ЧАУШЕВА

ОБРТИ

И сунце сам,
и ружичаста магла.
Дуга сам
и поточић у трави,
и незаборавак ми цвета у коси,
а сузе су ми просто роса.
Таква сам када те волим!

Но мрак сам
и град, и снег!
Вејавица
и мраз; све је заковао,
косе су ми ледене иглице,
а сузе смрзнути водопад!
Када кажем, да те не волим!

Таква сам до новог обрта...

И сунце сам,
и ветар и магла....

CONTEMPORARY BULGARIAN POETRY, CLUB OF POETS "WITH GEO ON THE REDOUTE", AND MAGIC OF LYRICALLY – COSMICAL INSPIRATION

Lyrically - poetical creativity of contemporary Bulgarian poets: Milcho Kirilov, Rajčo Rusev Rajsin, Evgenija Marinčeva, Maja Mitova, Katja Marinova, Ilijana Ilieva, Petko Nedjalkov, Meglena Božanova, Genoveva Candeva and Zinaida Chausheva principally groupped arround the club of poets "With Geo on the Redoute", and cosmical motives in their verses were analyzed and considered.

Зборник радова конференције "Развој астрономије код Срба V"
Београд, 18-22. април 2008,
уредник М. С. Димитријевић
Публ. Астр. друш. "Руђер Бошковић" бр. 8, 2009, 795-811

СРПСКО – БУГАРСКА САРАДЊА У АСТРОНОМИЈИ: ПОСЛЕДЊИХ 10 ГОДИНА РАЗВОЈА

МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ[1] и МИЛЧО ЦВЕТКОВ[2]

[1]*Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд, Србија*
e-mail: mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu
[2]*Institute of Astronomy, Bulgarian Academy of Sciences, Tsarigradsko Shosse 72, 1784 Sofia, Bulgaria*
e-mail: milcho@skyarchive.org

Резиме. Пет заједничких конференција о астрономији и истраживањима космоса, је резултат активних контаката и заједничких истраживачких програма српских и бугарских астронома у последњих десет година.У раду је дат кратак преглед резултата пет заједничких конференција у Белоградчику (Бугарска), Гамзиградској бањи (Србија), Ћолечици (Бугарска), Београду и Софији. Скрећемо пажњу на растући интерес за учествовање, не само са обе стране, већ и у осталим европским земљама. Српско – бугарска сарадња у астрономији одвија се на основу билатералне сарадње САНУ и БАН али и у оквиру регионалне балканске сарадње у астрономији, истраживања космоса, као и програма које помаже УНЕСКО. Ових пет заједничких конференција, одлучујуће су допринеле развијању и проширивању сарадње српских и бугарских астронома.

1. ПРВИ КОНТАКТИ

У току JENAM конференције у Катанији (1995) Милан С. Димитријевић се срео са бугарским астрономом Асеном Мутафовим, коме је изразио жељу за сарадњу са бугарским астрономима. Такође му је испричао да је организовао српско – мађарски и српско – румунске астрономске скупове, те да би, захваљујући блискости српског и бугарског језика, било веома корисно организовати Српско – бугарски астрономски сусрет. Разговарали су о погодним особама за започињање сарадње и Мутафов је Димитријевићу скренуо пажњу на Милчу Цветкова.

Димитријевић и Цветков, први пут су се срели током JENAM конференције у Переи близу Солуна и тако, 1997. године, успоставили контакт, разматрајући и могућност да се организује скуп српских и бугарских астронома.



Слика 1: Учесници ЈЕНАМа 1997 у Переи (Грчка): Гојко Ђурашевић, Катја Цветкова, Петре Ровитис, Магда Ставински, Елена Ровитис – Ливаниу, Милан С. Димитријевић, Милчо Цветков, Евгениј Семков.



Слика 2: Испред Софијске опсерваторије, после предавања М. С. Димитријевића, 18. маја 1998.



Слика 3: На Софијској опсерваторији, 18. маја 1998. Георги Иванов, Владимир Шкодров, Милан С. Димитријевић и Никола Николов. Фотографија Милче Цветкова.

У мају 1998. Димитријевић је посетио Истамбул и Софију, где је био гост Милче Цветкова. Заједно смо посетили Националну астрономску опсерваторију Рожен, где смо се срели и разговарали са Радостином Куртевим, а касније у Софији са више колега из Института за астрономију и са Астрономске опсерваторије Софијског универзитета. На предавању «Астрономија на Београдској астрономској опсерваторији – Историјски преглед и перспективе», које је на Астрономској опсерваторији одржао 18. маја 1998, Димитријевић је упознао професора Николу Николова, професора Георги Иванова, професора Владимира Шкодрова, доцента Валерија Голева, др Александра Антова, др Ренаду Константинову – Антову и друге бугарске астрономе.

Димитријевић и Цветков су дискутовали могућност да тога лета организују Бугарско – српски астрономски скуп на Белоградчишкој опсерваторији Бугарске академије наука. Уз подршку професора Георги Иванова и Александра Антова – директора Опсерваторије у Белоградчику, одлучили су да такав скуп организују исте године у августу. Димитријевић је објаснио да су у време када је Југословенска телевизија имала јединствени програм на коме су се македонски и словеначки чули сваки дан без превода, било уобичајено да свако говори на свом језику и да се, на пример, Србин и Македонац међусобно разумеју. Предложио је да српски и бугарски буду

радни језици заједничког скупа, претпостављајући да ће после неколико конференција сви, а посебно млади астрономи, да се међусобно разумеју говорећи сваки на свом језику.

2. ПРВА БУГАРСКО – СРПСКА АСТРОНОМСКА КОНФЕРЕНЦИЈА

Први скуп, који су иницирали Цветков и Димитријевић, одржан је од 5. до 8. августа 1998. у Белоградчику (http://www.skyarchive.org/1-BSAS/, види и Димитријевић, Поповић и Цветков, 1999, 2007а). Ко-предедници Научног



Слика 4: Учесници Прве бугарско – српске астрономске конференције. Први ред с лева на десно: Наташа Поповић, Драгана Танкосић, Ана Борисова, Весна Живков, Наташа Станић. Други ред: Миодраг Дачић, Георги Иванов, Мијат Мијатовић, Милан С. Димитријевић, Милчо Цветков.

организационог комитета били су Георги Иванов и Димитријевић. Српски учесници, Милан С. Димитријевић, Лука Ч. Поповић, Иштван Винце, Миодраг Дачић, Зорица Цветковић, Јелисавета Арсенијевић, Драгана Танкосић, Веселка Трајковска, Наташа Станић, Наташа Поповић, Весна Живков, Еди Бон, Предраг Јовановић, Славица Павић и Драган Павић, дошли су изнајмљеним аутобусом преко граничног прелаза Михајлово – Брегово. Током пута кроз Србију, посетили су пећину Церемошња, површински рудник бакра у Мајданпеку, Рајкову пећину и Буковски

манастир. Скуп је одржан у Омладинском дому у Белоградчику а примио нас је и градоначелник Владимир Живков. Поред 15 српских и 18 бугарских астронома учествовао



Слика 5: На тврђави у Белоградчику. Мијат Мијатовић, Милчо Цветков и Милан С. Димитријевић.

је и Мијат Мијатовић из Македоније. У току конференције, српски, бугарски и македонски учесници неформално су се сагласили о заједничком коришћењу неких астрономских инструмената на Роженској и Белоградчишкој опсерваторији, тако да је ова конференција представљала прву припрему за касније посматрања српских астронома на бугарским опсерваторијама (нека заједно са бугарским колегама, као на пример Лука Ч. Поповић, Катја Цветкова и Константин Ставрев на Опсерваторији Рожен). Излет је био организован у пећину Магура са археоастрономским садржајима. На повратку, српски учесници су посетили Видин у пратњи Румена Богдановског, Гамзиград са палатом римског императора Галерија и манастир Раваницу (види фотографије у Димитријевић, 1999). Зборник радова са 13 прилога на српском, бугарском и енглеском објављен је у *Публикацијама Астрономске опсерваторије у Београду* (св. 64, 1-124, Димитријевић, Поповић и Цветков, 1999; компакт диск, 2007а).



Слика 6: Отварање Друге Српско – бугарске астрономске конференције. Ненад Миловановић, Александар Антов, Милан С. Димитријевић, Милчо Цветков и Лука Ч. Поповић.



Слика 7: Испред манастира Суводол. Испред: Ана Борисова, Славица Павић, Драгомир Олевић, Љубомир Илијев, Румен Бачев, Румен Богдановски, Југослав Динић. С лева на десно: Наталија Ђуровић, Боривоје Јовановић, Катја Цветкова, Зорица Цветковић, Гордана Дакић, Александар Томић, Лука Ч. Поповић, свештеник, Весна Дринчић, Васил Попов, Милчо Цветков, Милан С. Димитријевић, Константин Ставрев, Слободан Нинковић, Оливер Винце, Јордан Асенов, Ненад Миловановић, Александар Антов, Миодраг Велојић.

Ова конференција била је и веома важан корак за балканску сарадњу. Посебно би напоменули велику подршку Софијског универзитета а нарочито професора Георги Иванова у организацији овог првог сусрета.

3. ДРУГА СРПСКО - БУГАРСКА АСТРОНОМСКА КОНФЕРЕНЦИЈА И БАЛКАНСКИ СКУП МЛАДИХ АСТРОНОМА

Друга конференција је организована од 23. до 26. јуна 2000. у Гамзиградској бањи код Зајечара. Димитријевић и Цветков су били ко-председници Научног и организационог комитета а Ненад Миловановић председник Локалног организационог комитета. (http://www.aob. bg.ac.yu/ meetings/srpsko-bugarski/index.htm, види Димитријевић, Поповић и Цветков 2000, 2007б и Димитријевић, 2001). Скуп је одржан у хотелу «Електротимока», поред прве зајечарске хидроцентрале, коју је саградио Ђорђе Станојевић, 1899-1900. на челу Београдске астрономске опсерваторије, први српски астрофизичар и ректор Београдског универзитета. Организоване су три екскурзије. У Неготин, где смо посетили спомен собу Ђорђа Станојевића и кућу-музеј великог српског композитора Стевана Мокрањца, као и стару цркву са Хајдук Велјковим гробом, хидроцентралу «Ђердап два» на Дунаву и Рајачке пивнице. Други излети били су у палату римског императора Галерија – Romuliana Felix и манастир Суводол. Зборник радова са 26 чланака, штампан је у *Публикацијама астрономске опсерваторије у Београду* (св. 67, 1-140, Димитријевић, Поповић и Цветков 2000, компакт диск 2007б). Од бугарских астронома, на конференцији су учествовали Милчо Цветков, Катја Цветкова, Александар Антов, Ренада Константинова-Антова, Константин Ставрев, Љубомир Илијев, Васил Попов, Румен Богдановски, Ана Борисова, Јордан Асенов и Асенка Асенова.

После веома успеле Друге конференције у Србији, у септембру 2000, на Астрономској опсерваторији у Белоградчику (Бугарска) одржана је Балкански скуп младих астронома (http://www.astro.bas.bg/~aobel/ bmya2000/proceedings.html и Антов, Константинова-Антова, Богдановски и Цветков, 2001; види такође и Димитријевић, 2001). Лука Ч. Поповић је био члан Научног комитета а из Београда су, сем њега, дошли Миодраг Дачић, Милан С. Димитријевић, Ненад Миловановић, Слободан Нинковић, Драгомир Олевић и Владан Челебоновић. Идеја скупа била је да се друже релативно млади људи из балканских земаља, који или завршавају универзитетске студије астрономије (али такође и физике и сродних наука) или који су већ започели истраживачку каријеру.

У току конференције одржано је неколико округлих столова, на којима су «сениори» разматрали заједничке проблеме и могуће стратегије за њихово решавање. Јасно се видело да мада живимо у географски веома блиским земљама, нема довољно информација о активностима, достигнућима и научно-истраживачким резултатима У току скупа, Владан Челебоновић је предложио да се покрене информациони билтен који би се слао



Слика 8: Учесници Балканског скупа младих астронома у тврђави у Белоградчику.



Слика 9: Свечана вечера у ресторану «Мадона». Ненад Миловановић, Драгомир Олевић, Милан С. Димитријевић, Мијат Мијатовић, Лука Ч. Поповић, Миодраг Дачић.

путем електронске поште, да би се успоставио брз, јефтин и ефикасан канал за размену информација између оних, који су у нашим земљама укључени у активности повезане са астрономијом и истраживањима космоса, што је прихваћено. Као резултат, покренут је Information Letter on Balkan Astronomy (ILBA) чији су уредници били Владан Челебоновић и Милчо Цветков (http://www.astronomija.co.yu/arhiva/ilba/)

4. ТРЕЋА БУГАРСКО – СРПСКА АСТРОНОМСКА КОНФЕРЕНЦИЈА

Трећа бугарско – српска астрономска конференција одржана је од 13. до 15. маја 2002. у Ђолечици, на планини Рила у Бугарској. Ко-председници Научног и организационог комитета били су проф. др Георги Иванов са



Слика 10: Учесници Треће бугарско-српске астрономске конференције. Испред Миодраг Дачић, Галин Борисов, Драгомир Олевић. Први ред: Владан Челебоновић, Јорданка Борисова, Владимир Шкодров, Георги Иванов, Милан С. Димитријевић, Ана Борисова, Јулијана Горанова, Анелија Станева, Катја Цветкова, Светлин Фотев, Красимира Јанкова.

Софијског универзитета и др Милан С. Димитријевић директор београдске Астрономске опсерваторије. Главни организатор са бугарске стране била је Катедра за Астрономију Софијског универзитета. Одмаралиште на Ђолечици је њено власништво и сви смо уживали топло гостопримство локалног особља. На њој је било 43 учесника. Из Београда су дошли Драгомир Олевић, Еди Бон, Лука Ч. Поповић, Милан С. Димитријевић, Миодраг Дачић, Предраг Јовановић, Слободан Нинковић, Војислава Протић-

Бенишек, Зоран Симић, Владан Челебоновић и Зорица Цветковић, а поред 31 бугарског астронома присуствовао је и Едрик Кругел из Бона. Чули смо четири предавања по позиву, а представљено је и тридесет постера. Они су били постављени, али је сваки и усмено образложен за 5-6 минута. Коришћени су само српски и бугарски уз употребу појединих енглеских речи само у случају изузетне потребе. Овакав начин излагања постера почео је од прве конференције и доказао своју ефикасност. Стимулисао је дискусију, што је што је свакако основни циљ сваког научног скупа.

Са друштвене стране, било је велико задовољство продубити пријатељства и започети нова. Излет у туристички центар Маљовицу и научне дискусије под планинским сунцем допринели су успеху скупа. Ако се закључак сведе на једну реч, општи утисак о скупу је: успех. Већина учесника имала је једну заједнику примедбу - био је кратак.

Зборник радова са 34 прилога, такође је објављен у *Публикацијама Астрономске опсерваторије у Београду* (св. 73, 1-286, Иванов, Димитријевић и Јовановић 2002 а компакт диск са радовима и фотографијама, 2007).

5. ЧЕТВРТА СРПСКО – БУГАРСКА АСТРОНОМСКА КОНФЕРЕНЦИЈА

Од 21. до 24. априла 2004. године у Београду је одржана Четврта српско – бугарска астрономска конференција (види фотографије у Димитријевић, 2004, Димитријевић, Голев, Поповић и Цветков 2005, 2007). Организатори су били Астрономско друштво «Руђер Бошковић» и Астрономска опсерваторија а копредседници Научног и организационог комитета Милан С. Димитријевић и Валери Голев (види http://www.aob.bg.ac.yu/meetings/sbgac.html). Ова конференција, чији је суорганизатор наше Друштво допринела је прослављању његовог седамдесетогодишњег јубилеја. На конференцији је, поред 28 српских астронома и физичара, учествовало и 18 бугарских и два немачка. Гости који су дошли из Бугарске били су Георги Иванов, Валери Голев (шеф Катедре), Радостин Куртев, Анелија Станева и Петар Песев са Катедре за астрономију Софијског универзитета, Милчо Цветков, Катја Цветкова, Константин Ставрев, Васил Попов, Момчил Дечев, Тони Валчанов, Мариана Панајотова и Љуба Славчева-Михова из Института за астрономију Бугарске академије наука, као и Светлин Фотев, Христо Лукарски, Румен Богдановски, Дамјан Калагларски и Даниела Андреева из Института за космичка истраживања. Поред њих, на конференцију су дошли Готхард Рихтер и Петра Бем из Астрофизичког института у Потсдаму. Госте су у раним јутарњим часовима на железничкој станици сачекали председник Астрономског друштва «Руђер Бошковић» (М. С. Димитријевић), Лука Ч. Поповић, Миодраг Дачић и Слободан Нинковић. Пошто су се сместили у хотел «Ројал», колеге из Бугарске су посетили Народну опсерваторију и планетаријум, где им је поред осталог Милан Јеличић представио наше Друштво и историју Београда.



Слика 11: Са десна на лево сасвим напред су Еди Бон, Милан Јеличић и Љуба Славчева-Михова. У првом реду са десна на лево: Лука Ч. Поповић, Александар Кубичела, Наташа Станић, Радостин Куртев, Катја Цветкова, Стојан Станкулов, први секретар бугарске амбасаде, Милчо Цветков, Милан С. Димитријевић, Мариана Панајотова, Гојко Ђурашевић, Драгомир Олевић, Румен Богдановски и Зоран Симић. Снимио Миодраг Дачић.

На скупу је одржано 16 предавања по позиву и приказана су 29 постера. Конференција се одржавала у свечаној сали Машинског факултета у Београду, коју смо добили на слободно коришћење љубазношћу декана професора Милоша Недељковића и заузимањем Војиславе Протић-Бенишек. На отварању су били и помоћници министра за науку и заштиту животне средине Александар Белић и Александар Седмак, као и Стојан Станкулов, први секретар бугарске амбасаде. Два ударна предавања била су о бугарским космичким достигнућима (два космонаута и низ уређаја и експеримената) (Петар Гецов – саопштио Милчо Цветков) и о открићу да је Ахернар најспљоштенија звезда (Слободан Јанков са наше Астрономске опсерваторије, један од чланова тима што је извршио откриће које је обиграло медије целе планете).

Свима ће посебно остати у успомени једнодневни излет на који смо пошли 23. априла. Члан Локалног организационог комитета био је и Дејан Максимовић-Макса секретар Природњачког друштва «Геа» уз чију помоћ је био организован наш пут у Смедерево и Вршац. После посете Смедеревској



Слика 12: Милан С. Димитријевић и Милчо Цветков. Снимила Драгана Илић.

тврђави и вожње кроз јужни обод Делиблатске пешчаре, највеће пешчане пустиње у овом делу света и објекта гео-наслеђа европског значаја, стигли смо у Вршац, где нас је као организатор, вођа и изврсни домаћин преузео Макса.

У свечаној сали Градске куће подигнуте 1723, примио нас је градоначелник Милорад Ђурић који је гостима у овом историјском амбијенту приредио коктел. Посетили смо Владичин двор, центар Банатске епархије, подигнут 1757, саборну цркву светог Николе из 1785. и апотеку на степеницама, најстарију српску апотеку из 1784, у којој је поред музејске поставке посвећене овој установи и завичајна збирка Паје Јовановића, који је за време свога дугог живота сликао и Фрању Јосифа и краља Александра чији се чувени портрет у природној величини ту налази, као и маршала Тита. Затим смо отишли до манастира Месић, Вршачке куле и католичке црквице на брегу, једне од најстаријих грађевина у Вршцу подигнуте око 1720. године. Вечерали смо на Вршачком брегу у ресторану «Код Мирка» уз чувено вино из овог краја «Касна берба».

На овој изузетно успелој конференцији, прожетој духом пријатељства и сарадње, непосредно или посредно је узело учешће 87 аутора и то 42 Бугара, 28 Срба, 10 Немаца, 5 Француза и 2 Мађара. Зборник радова изашао је у

Публикацијама Астрономског друштва «Руђер Бошковић» (св. 5, 1-334, Димитријевић, Голев, Поповић и Цветков 2005) а у књизи је био и компакт диск, на коме су поред дигитализованих чланака биле и све фотографије и видео записи са скупа. Поред тога сви чланци су постављени и у Насину базу астрономских података АДС (http://doc.adsabs.harvard.edu/abs-doc/fulltext-abbr.html). Године 2007, направљен је и објављен нови компакт диск, као официјално посебно издање (Димитријевић, Голев, Поповић и Цветков 2007).

6. ПЕТА БУГАРСКО – СРПСКА АСТРОНОМСКА КОНФЕРЕНЦИЈА

Пету бугарско-српску конференцију «Астрономија и космичка истраживања» (http://www.skyarchive.org/5-BSCASS/ види Димитријевић, 2006; Цветков и Димитријевић, 2007а,б), организовао је у Софији, од 9. до 12. маја 2006. Институт за космичка истраживања Бугарске академије наука (БАН). Суорганизатори су били Институт за астрономију БАН, Катедра за астрономију софијског Физичког факултета, београдска Астрономска опсерваторија и Математички факултет у Београду. Организатори су били Милчо К. Цветков и Лчезар Г. Филипов са бугарске, а Милан С. Димитријевић и Лука Ч. Поповић са српске стране. Остали чланови научног организационог комитета били су Александар П. Антов, Валери К. Голев, Георги Р. Иванов и Предраг Јовановић.

Из Србије, на конференцији су са Астрономске опсерваторије учествовали: др Милан С. Димитријевић, др Лука Ч. Поповић, др Миодраг Дачић, др Слободан Нинковић, др Предраг Јовановић, мр Бојан Арбутина, мр Војислава Протић-Бенишек, мр Еди Бон, Наташа Гавриловић и Владимир Бенишек. Са Катедре за астрономију Математичког факултета: проф. др Надежда Пејовић, др Дејан Урошевић, мр Драгана Илић, Тихомир Петровић и Јелена Ковачевић. Са Математичког факултета проф. др Жарко Мијајловић и са ПМФ у Крагујевцу мр Саша Симић. Поред 17 учесника из Београда и Крагујевца на конференцији је учествовао и С. Хусенај из Пећи. Осим учесника из Србије, конференцији је присуствовало педесетак учесника из Бугарске и Филип Пруњел из Француске. Биле су заступљене следеће бугарске установе: Институт за космичка истраживања БАН, Институт за астрономију БАН, Институт за електронику БАН, Институт за метеорологију и хидрологију БАН, Институт за математику и информатику БАН, Катедра за астрономију софијског Физичког факултета, Катедра за примењену физику софијског Техничког универзитета, Катедра за електронику софијског Техничког универзитета, Факултет за електротехнику и технологије, Астрономска опсерваторија и планетаријум из Димитровграда Астрономски клуб из Хаскова, Катедра за астрономију Шуменског универзитета итд.

На конференцији је одржано 32 предавања и приказано 29 постера. На њима је потписано 106 аутора из Србије, Бугарске, Русије, Украјине, Слове-



Слика 13: V српско-бугарска конференција “Astronomy and Space Research” Софија 9-12 мај 2006. Први и други ред: Цветан Георгијев, Евгениј Семков, Георги Иванов, Ана Борисова, Петер Гугутков, Христо Лукарски, Богомил Ковачев, Лука Ч. Поповић, Валери Голев, Нина Колева, Лчезар Филипов, Владимир Шкодров, Милчо Цветков, Константин Ставрев, Милан С. Димитријевић, Андон Костов, Катја Цветкова, Кирил Стојанов, Мина Колева. Трећи ред и даље: Момчил Дечев, Петер Духлев, Тихомир Петровић, Костадинка Колева, Јелена Ковачевић, Саша Симић, Дамјан Калагларски, Радослав Заманов, Светослав Христов, Абедин Абедин, Марија Димитрова, Војислава Протић Бенишек, Борис Дечев, Красимира Јанкова, Данијела Бонева, Владимир Бенишек, Предраг Јовановић, Андон Костов, Драгана Илић, Филип Пруњел, Еди Бон, Екатерина Атанасова, Дејан Урошевић, Антонија Влчева, Орлин Станчев.

није, Немачке, Белгије, Француске, Енглеске и Чилеа. Од 57 радова представљених на конференцији 54 је штампано у Зборнику (Цветков и Димитријевић, 2007а) и, заједно са фотографијама и видео снимцима на ДВД диску, као додатак Бугарском физичком часопису (*Bulgarian Journal of Physics*, Цветков и Димитријевић, 2007б).

У оквиру културног програма, учесници су посетили Рилски манастир и Благоевград.



Слика 14: У центру Благоевграда испред споменика Гоце Делчеву. Саша Симић, Дејан Урошевић, Драгана Илић, Еди Бон, Слободан Нинковић, Милан С. Димитријевић и Лука Ч. Поповић.

Ова конференција је била веома корисна за даље развијање заједничке сардње, планирање заједничких истраживања уз помоћ двометарског телескопа на Рожену у Бугарској, као и заједничких истраживања гама бљескова и спектралних карактеристика активних галактичких језгара. Разговарано је и о сарадњи у радиоастрономији и о дигитализацији огромног посматрачког матерјала који је нагомилан на Астрономској опсерваторији у облику снимљених фото плоча и укључивању добијених података у базу података у Софији и касније у Европску виртуелну опсерваторију.

Следећа, шеста конференција одржала се непосредно после конференције «Развој астрономије код Срба V», од 7. до 11. маја 2008. године у Београду.

На крају, желимо опет да нагласимо успех ове заједничке иницијативе астронома две суседне земље, углавном вештачки дељених у прошлом веку услед политичких разлога. Ове конференције суштински су допринеле бољем упознавању наших астронома, развоју међусобне сарадње и иницирале заједничка истраживања и пројекте, уз коришћење могућности и погодности које пружају Национална астрономска опсервваторија Рожен и Астрономска опсерваторија у Белоградчику. Значајан резултат пет заједничких скупова, је и да се већина српских и бугарских астронома који су учествовали на њима, међусобно разумеју када свако говори својим језиком.

Захвалница

Овај рад је део пројекта 146022 *Историја и епистемологија природних наука*, код Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије.

Литература

Antov, A., Konstantinova-Antova, R., Bogdanovski, R., Tsvetkov, M. Editors: 2001, *Proceedings of the Balkan Meeting of Young Astronomers*, 25-29 September 2000, Institute of Astronomy, Belogradchik Observatory, Belogradchik, Bulgaria, 1-246.

Dimitrijević, M. S.: 1999, "Belgrade Astronomical Observatory in 1998", *Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade*, **63**, 1-160.

Dimitrijević, M. S.: 2001, "Belgrade Astronomical Observatory in 2000", *Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade*, **71**, 1-128.

Димитријевић, М. С.: 2004, "Четврта српско-бугарска конференција" , *Васиона* , **LII**, бр. 5, 244.

Димитријевић, М. С.: 2006, "Пета бугарско-српска конференција" , *Васиона* , **LIV**, бр. 2-3, 108.

Dimitrijević, M. S., Golev, V., Popović, L. Č., Tsvetkov, M. Editors: 2005, "Proceedings of the 4th Serbian-Bulgarian Astronomical Conference, April 21-24 2004, Belgrade, Serbia", *Publications of the Astronomical Society "Rudjer Bošković,* **5**, 1-419.

Dimitrijević, M. S., Golev, V., Popović, L. Č., Tsvetkov, M. Editors: 2007, *Proceedings of the 4th Serbian-Bulgarian Astronomical Conference, April 21-24 2004, Belgrade, Serbia*, electronic edition on CD, Astronomical Observatory, Belgrade..

Dimitrijević, M. S., Popović, L. Č., Tsvetkov, M. K. Editors: 1999, "Proceedings of the First Bulgarian-Yugoslav Astronomical Meeting, August 5-8, 1998, Belogradchik, Bulgaria", *Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade*, **64**, 1-124.

Dimitrijević, M. S., Popović, L. Č., Tsvetkov, M. K. Editors: 2000, "Proceedings of the Second Bulgarian - Serbian Astronomical Meeting, June 23-26, 2000, Zaječar (Gamzigradska Banja), Serbia", *Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade*, **67**, 1-140.

Dimitrijević, M. S., Popović, L. Č., Tsvetkov, M. K. Editors: 2007a, *Proceedings of the First Bulgarian-Yugoslav Astronomical Meeting, August 5-8, 1998, Belogradchik, Bulgaria*, electronic edition on CD, Astronomical Observatory, Belgrade

Dimitrijević, M. S., Popović, L. Č., Tsvetkov, M. K. Editors: 2007б, *Proceedings of the Second Bulgarian - Serbian Astronomical Meeting, June 23-26, 2000, Zaječar (Gamzigradska Banja), Serbia*, electronic edition on CD, Astronomical Observatory, Belgrade.

Ivanov, G.; Dimitrijević, M. S., Jovanović, P. Editors: 2002, "Proceedings of the Third Bulgarian-Serbian Astronomical Conference, May 13-15, 2002, Gjolechitsa, Bulgaria", *Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade*, **73**, 1-269.

Ivanov, G.; Dimitrijević, M. S., Jovanović, P. Editors: 2007, *Proceedings of the Third Bulgarian-Serbian Astronomical Conference, May 13-15, 2002, Gjolechitsa, Bulgaria*, electronic edition on CD, Astronomical Observatory, Belgrade.

Tsvetkov, M. K., Dimitrijević, M. S. Editors: 2007a, *Proceedings of the Fifth Bulgarian-Yugoslav Astronomical Conference "Astronomy and Space Research", May 9-12, 2006, Sofia, Bulgaria*, Heron Press, Sofia.

Tsvetkov, M. K., Dimitrijević, M. S. Editors: 2007b, "Proceedings of the Fifth Bulgarian-Yugoslav Astronomical Conference "Astronomy and Space Research", May 9-12, 2006, Sofia, Bulgaria", CD as an Appendix to *Bulgarian Journal of Physics*,
http://doc.adsabs.harvard.edu/abs-doc/fulltext-abbr.html
http://www.aob.bg.ac.yu/meetings/sbgac.html
http://www.aob.bg.ac.yu/meetings/srpsko-bugarski/index.htm
http://www.astro.bas.bg/~aobel/bmya2000/proceedings.html
http://www.astronomija.co.yu/arhiva/ilba/oliba.htm
http://www.skyarchive.org/1-BSAS/
http://www.skyarchive.org/5-BSCASS/

BULGARIAN AND SERBIAN COOPERATION IN ASTRONOMY: LAST 10-YEARS OF DEVELOPMENT

The five joint conferences on astronomy and space science is result from active contacts and common search programs between Bulgarian and Serbian astronomers during last 10 years. In the paper are summarized briefly the main results from the five joint conferences held in Belogradchik (Bulgaria), Gamzigradska Banja (Serbia), Gjolechitsa (Bulgaria) and Belgrade. We report the rising interest to participation in the conferences from both sides and also from astronomers from other European countries. Bulgarian-Serbian bilateral contacts in astronomy are on the bases of the renewed bilateral collaboration between Bulgarian and Serbian Academies of Sciences as well as the regional Balkan collaboration in Astronomy and Space sciences and programs supported by the UNESCO. This five conferences contributed significantly to the development and enlargement of the Bulgarian-Serbian joint work in Astronomy and Space Sciences.

Зборник радова конференције "Развој астрономије код Срба V"
Београд, 18-22. април 2008,
уредник М. С. Димитријевић
Публ. Астр. друш. "Руђер Бошковић" бр. 8, 2009, 813-818

БУГАРСКО – СРПСКА САРАДЊА У АРХИВИРАЊУ АСТРОНОМСКИХ ФОТОПЛОЧА ШИРОКОГ ПОЉА

КАТЈА ЦВЕТКОВА[1], МИЛЧО ЦВЕТКОВ[1],
ВОЈИСЛАВА ПРОТИЋ-БЕНИШЕК[2], МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ[2]

[1]*Institute of Astronomy, Bulgarian Academy of Sciences, Tsarigradsko Shosse 72, 1784 Sofia, Bulgaria*
e-mail: katya@skyarchive.org; milcho@skyarchive.org
[2]*Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11030 Београд, Србија*
e-mail: vprotic@aob.bg.ac.yu; mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu

Резиме. Фотоплоче широког поља су основни извор информације о астрономским објектима у прошлости. Њихово архивирање, у контексту поновног коришћења за различите задатке, захтева каталогизирање и смештање информација са плоча у дигитализованом облику. Овде разматрамо стање архивирања фотоплоча, са астрономским посматрањима широког поља, у Србији, учињено у сарадњи са сарадницима Базе података са плочама широког поља развијене у Софији (Бугарска). Веома је важно и питање лаког доступа информацијама са плоча. Предузета дигитализација фотоплоча, помоћу скенера са равним лежиштима, са прављењем могућности за претходни преглед, ради брзе визуализације плоча, и право скенирање са добром резолуцијом је засновано на размени идеја и искустава бугарских и српских астронома.

1. УВОД

Данас има више од 220 000 фотоплоча са широким пољем, ускладиштених у разним астрономским институцијама. Ове плоче, које су биле основа за многа открића, данас су једини извор који омогућава да погледамо уназад занимљиве астрономске објекте. Плоче треба да се архивирају, што укључује добар смештај који обезбеђује одговарајућу температуру и услове без влаге, инвентар колекције плоча, каталогизирање, брзи доступ информацијама о плочама и добар квалитет дигитализованих података са њих.

У институту за астрономију Бугарске академије наука, рад на проширивању Базе података о плочама широког поља (Wide-Field Plate Database, http://www.skyarchive.org, WFPDB) захтева сарадњу са много астрономских институција. Неформална сарадња на архивирању фотоплоча

широког поља између Астрономске опсерваторије у Београду и WFPDB тима постојала је од 1999. У 2004. потврђен је за период 2004-2006. пројекат са насловом *DEVELOPMENT AND APPLICATION OF ASTRONOMICAL DATABASES (РАЗВОЈ И ПРИМЕНА АСТРОНОМСКИХ БАЗА ПОДАТАКА)* у оквиру билатералне сарадње између Астрономске опсерваторије у Београду и Института за космичка истраживања Бугарске академије наука (у то време базичне институције за WFPDB пројекат). Данас, нови пројекат између Астрономске опсерваторије у Београду и Института за астрономију Бугарске академије наука, одвија се за период 2007–2009, и у оквиру њега се продужава рад на плочама Београдске опсерваторије. Плоче (чији је укупни број 14 500) су се накупиле у оквиру посматрачких програма: Праћење малих планета, Потрага за новим објектима (33 нове мале планете), Посматрања комета, Посматрања Месеца, Велике планете и њихови сателити, Проласци Меркура, Месечеве окултације, Променљиве звезде, Двојне звезде, Звездана јата.

2. РАДНИ ПРОГРАМ ПРОЈЕКТА

Радни програм текућег билатералног пројекта укључује:

- Каталогизирање Београдског архива фотоплоча широког поља, т.ј. припремање верзије која се може читати помоћу компјутера у стандардном WFPDB формату и укључивање у WFPDB и у BELDATA* са online приступом описној информацији о плочама;
- Дигитализација плоча са проценом квалитета дигитализованих података, повезивање скенираних ликова плоча (брзи преглед плоча – са минималном резолуцијом за брзу визуелизацију и брзи online приступ, и прави скенови – фотометријски или астрометријски скенови са оптимално високом резолуцијом) са WFPDB и BELDATA и online приступ;
- Организовање сајтова-огледала (mirror sites) база података.

Главни приоритет у радном програму има припрема верзије Београдског архива фотоплоча у WFPDB формату, која се може читати помоћу компјутера, и њено укључивање у WFPDB и BELDATA. Анализа каталога

* BELDATA (Belgrade Astronomical Database – Београдска астрономска база података) укључује параметре Штарковог ширења добијене од стране углавном сарадника Београдске Групе за Астрофизичку спектроскопију и њихових сарадника (Sylvie Sahal-Bréchot); спектре активних галаксија, звездане каталоге сачињене у Београду; апстракте радова (и касније потпуне радове) објављене на Београдској астрономској опсерваторији.

Процесирање плоча;

- Примена архивираних плоча за различите астрономске задатке;
- Измена искуства и развој и примена астрономских база података (WFPDB и BELDATA);

плоча, која ће уследити, на основу проналажења података из WFPDB обезбедиће кључ за поновну употребу плоча.

2. САДРЖАЈ БЕОГРАДСКЕ КОЛЕКЦИЈЕ ФОТОПЛОЧА

Резултати ажурираног садражаја Беогардске колекције фотоплоча широког поља и садашње стање архивирања су показани у Табелама 1 и 2: три мала телескопа означена са BEL012, BEL016A и BEL016B у WFPDB, направила су 14500 фотоплоча у периоду 1936 – 1996, а архиви су још у табличном (T) облику.

Табела 1. Фотоплоче са широким пољем које су направили београдски телескопи

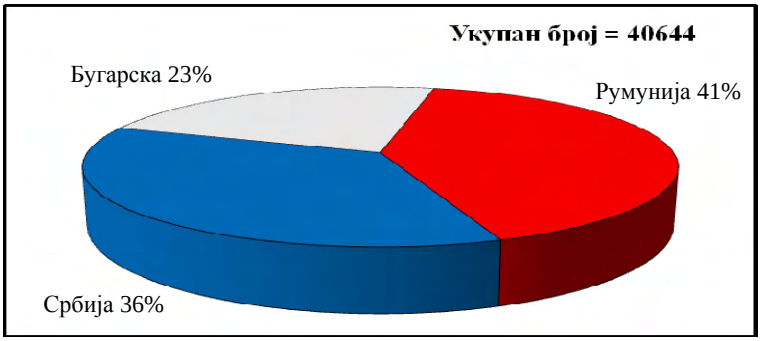
WFPDB ознака	Тел. Ориг. Име	Отвор (m)	Жижна даљ. (m)	Скала "/mm	Тел. тип	Поље вел. (deg)	Године рада
BEL012	Ascania Rfr	0.12	1.00	206	Rfr	7.0	1972-1996
BEL016A	Zeiss Rfr	0.16	0.80	258	Cam	11.5	1936-1985
BEL016B	Zeiss Ast	0.16	0.80	258	Cam	11.5	1936-1941

Табела 2. WFPDB Београдски архив

WFPDB ознака	Године рада	Број плоча	Тип архива	Астроном
BEL012	1972-1996	4000	T	B. Протић-Бенишек
BEL016A	1936-1985	10000	T	B. Протић-Бенишек
BEL016B	1936-1941	500	T	B. Протић-Бенишек

Табела 3. Балканске фотоплоче широког поља

Земља	Број плоча
Румунија	16600
Србија	14500
Бугарска	9544



Слика 1: Расподела балканских фотоплоча.

Да би упоредили садржаје колекција фотоплоча балканских земаља (разматрајући могућности за регионалну сарадњу) издвојили смо Табелу 3 из WFPDB - Catalogue of Wide-Field Plate Archives (CWFPAs, Tsvetkova и Tsvetkov, 2005). Укупан број свих балканских плоча (друге балканске астрономске опсерваторије не поседују такве колекције плоча) је 40644 (за стање пре 2005, види Tsvetkova et al., 2005). Слика 1 претставља расподелу плоча у процентима.

3. КАТАЛОГИЗИРАЊЕ И ДИГИТАЛИЗАЦИЈА ПЛОЧА

Прва информација о Београдском архиву фотоплоча укључена је у CWFPAs (верзија Август 2000) у почетку сарадње. Online приступ овој информацији за целокупну астрономску јавност је обезбеђен помоћу ажуриране WFPDB верзије у Софијском центру за архив података о небу - Sofia Sky Archive Data Center (SSADC, http://www.skyarchive.org).

Потпуни садржај Београдске колекције фотоплоча широког поља је начињен, али до данас још није готова верзија која се може читати помоћу компјутера.

Дигитализација плоча и систематско скенирање су други важан корак у њиховом архивирању. Главни захтеви за данашње скенере треба да су добар компромис између дате астрометријске и фотометријске тачности, када се праве квалитетни архивски дигитализовани подаци, и брзине скенирања. У SSADC, осим PDS1010plus микроденситометра са могућношћу за високу прецизност, на располагању је скенер са равном површином Epson Expression 1640XL велике брзине (Скенирајућа платформа: 310x437 мм; резолуција: 1600x3200dpi, Трајање скенирања: 5 мин за 16x16 см плочу; дигитализовани подаци: фајл у FITS формату величине 120 MB). Неке од Београдских плоча са снимцима области звезданог јата Плејада скениране су овим скенером у очекивању властитог (плоче са оригиналним бројевима 1936_10, 1936_53, 1953_26, 1955_10, 1977_131) и укључене у архив скенираних плоча Плејада (Pleiades Plate Database), чији је циљ да открије дугопериодично понашање неких звезда у Плејадама.

Од 2007 на Београдској опсерваторији је скенер са равном површином EPSON PERFECTION V700 PHOTO (Скенирајућа платформа: 216x297 мм; резолуција: до 6400 dpi, трајање скенирања: 6 мин за 9x5 см плочу - 2 мин за прескен и 4 мин за прави скен; чување садржаја: фајл у FITS формату величине око 30 MB. Слике за брзи преглед имају 600 dpi у JPEG формату, а прави скен - 2400 dpi у FITS формату излазног фајла.

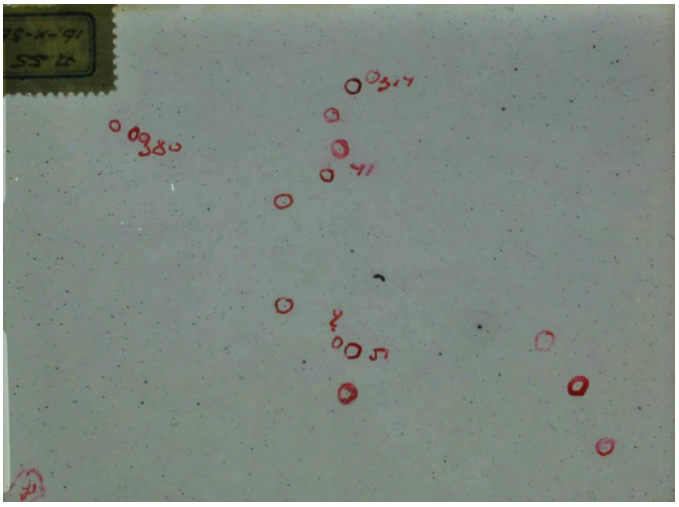
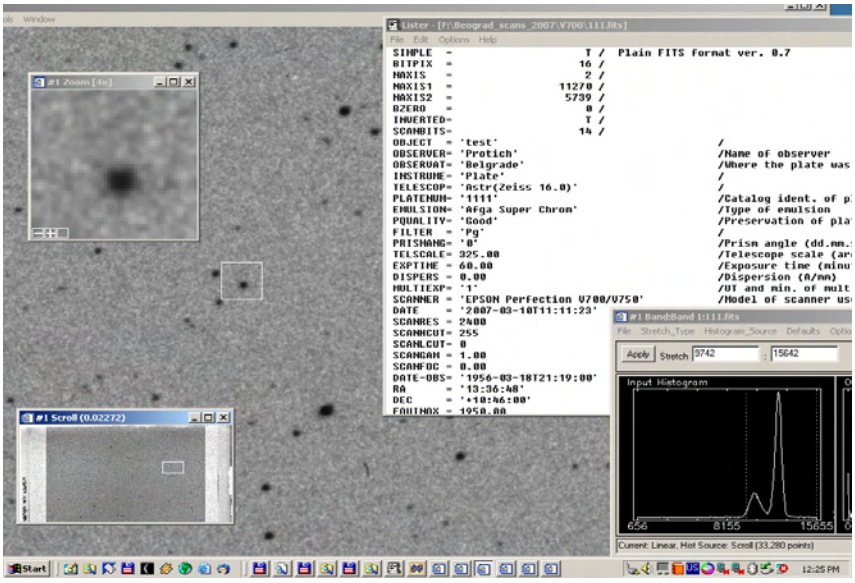


Figure 2: Плоча бр. 77.55, слика за брзи преглед, са ликом мале планете Србија.



Слика 3: Слика састављена од скениране плоче, са различитим увећањима, ФИТС заглављем и хистограмом скенирања.

На Сл. 2 дата је слика за брзи преглед (у JPG формату величине око 1-2MB) направљена дигиталном Канон камером и светлом таблом, плоче бр. 77.55 од 16. октобра 1936. на којој је лик мале планете Србија. Циљ овог примера је да одговори на питање зашто је важно направити слику за брзи преглед плоче пре правог скенирања. Правећи слике за брзи преглед са минималном резолуцијом (чак и са дигиталном камером) чувамо важне ознаке посматрача (као у датом примеру) и обезбеђује се брзи преглед плоче и брзи online приступ.

Као пример правог скена – фотометријског или астрометријског, направљеног помоћу скенера са равном плочом EPSON PERFECTION V700 PHOTO са резолуцијом 2400 dpi са излазним фајлом у FITS формату, дата је на Сл. 3 слика скениране плоче бр. 1111 снимљене помоћу 16 см астрографа Zeiss 18. марта 1956. Припремање дигитализованог архива изабраних Београдских фотоплоча (нпр. оних које садрже слике звезданог јата Плејаде, малих планета и комета, итд.) као и систематско скенирање, даће, грубо процењено, око 1.5 TB скенираних података. Систематска дигитализација фотоплоча биће изведена у оквиру Виртуелне опсерваторије - пројекат назван Српска виртуелна опсерваторија, прихваћен за финансирање од Министарства за науку и технолошки развој Србије, 2008. године).

Захвалница

Овај рад је урађен у оквиру билатералне сарадње између БАН и САНУ преко пројекта *Development and application of astronomical databases.*

Литература

Tsvetkova, K., Tsvetkov, M., Stavrev, K., Borisova, A., Stavinschi, M., Protic-Benishek, V.: 2005, *Publ. Astron. Society R. Boskovic, Belgrade*, **5**, 105.

Tsvetkova, K., Tsvetkov, M.: 2006, Catalogue of Wide-Field Plate Archives: Version 5.0, in *Virtual Observatory, Plate Content Digitization, Archive Mining, Image Sequence Processing, Eds. M. Tsvetkov, V. Golev, F. Murtagh, R. Molina, Heron Press Science Series, Sofia, ISBN-10: 954-580-190-5,* p. 45-53.

BULGARIAN-SERBIAN COLLABORATION IN THE ASTRONOMICAL WIDE-FIELD PLATE ARCHIVING

The wide-field plates are the basic source for information on the astronomical objects back in time. Their archiving in the context of repeated use for different tasks requires cataloging and storage of plate information in digitized form. We consider here the status of archiving the wide-field plate astronomical observations in Serbia done in collaboration with the team of the Wide-Field Plate Database created in Sofia (Bulgaria). The question of easy access to the plate information is very important. The undertaken plate digitization with flatbed scanners with making previews for quick plate visualization and real scans with good resolution is based of change of ideas and experience between the Bulgarian and Serbian astronomers.

Зборник радова конференције "Развој астрономије код Срба V"
Београд, 18-22. април 2008,
уредник М. С. Димитријевић
Публ. Астр. друш. "Руђер Бошковић" бр. 8, 2009, 819-828

СРПСКО-РУМУНСКА САРАДЊА У АСТРОНОМИЈИ

МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ[1], МАГДАЛЕНА СТАВИНСКИ[2]

[1]*Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11060 Београд, Србија*
e-mail: mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu
[2]*Astronomical Institute of the Romanian Academy, Astronomical Observatory Bucharest, Str. Cutitul de Argint 5, 75212 Bucharest, Romania*

Резиме. У овоме раду представљена је и анализирана сарадња српских и румунских астронома. Такође су дати подаци о међусобним посетама, добијени истраживањем књиге гостију Астрономске опсерваторије у Букурешту и годишњих извештаја директора Београдске астрономске опсерваторије, објављених у различитим издањима. Дата је и историја четири заједничка сусрета српских и румунских астронома (Темишвар, Београд, Клуж-Напока, Београд), које су организовали аутори овог прилога.

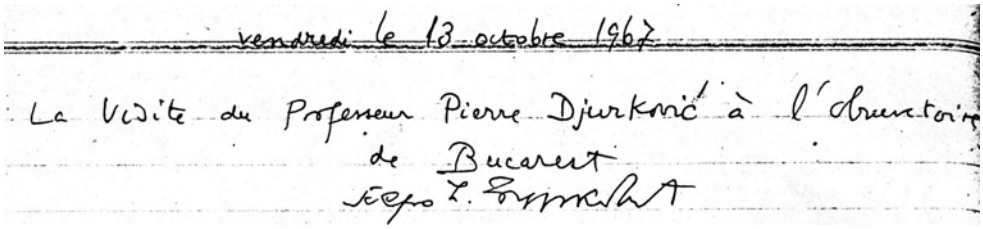
1. УВОД

Овде су анализирани записи српских астронома у књизи гостију астрономске опсерваторије у Букурешту, као и обавештења о узајамним посетама у годишњим извештајима директора Београдске астрономске опсерваторије, Милана Недељковића, Војислава Мишковића, Милорада Протића, Пере Ђурковића, и извештај Божидара Поповића, секретара у време директора Милутина Миланковића, који су објављивани у различитим издањима, као и историја четири заједничка сусрета српских и румунских астронома (Темишвар 1995, Београд 1996, Клуж-Напока 1997, Београд 1998), које су организовали аутори овог прилога. Истовремено то је и приказ српско-румунских контаката и сарадње у астрономији.

2. ПРВИ КОНТАКТИ И РАЗМЕНА ПОСЕТА

Прве узајамне посете српских и румунских астронома, забележене у извештајима о активности Београдске астрономске опсерваторије, су шестодневна посета Пере Ђурковића, директора Београдске опсерваторије, Опсерваторији у Букурешту у октобру 1967, и деветодневна посета Николаеа Динулескуа Београду, исте године (Ђурковић, 1969). Посета Пере

Ђурковића, такође је забележена у књизи гостију Опсерваторије у Букурешту (Сл. 1). Очигледно је да је Перо Ђурковић, директор Београдске опсерваторије (1965-1970), желео да успостави сарадњу и редовну размену посета са Румунским астрономима.

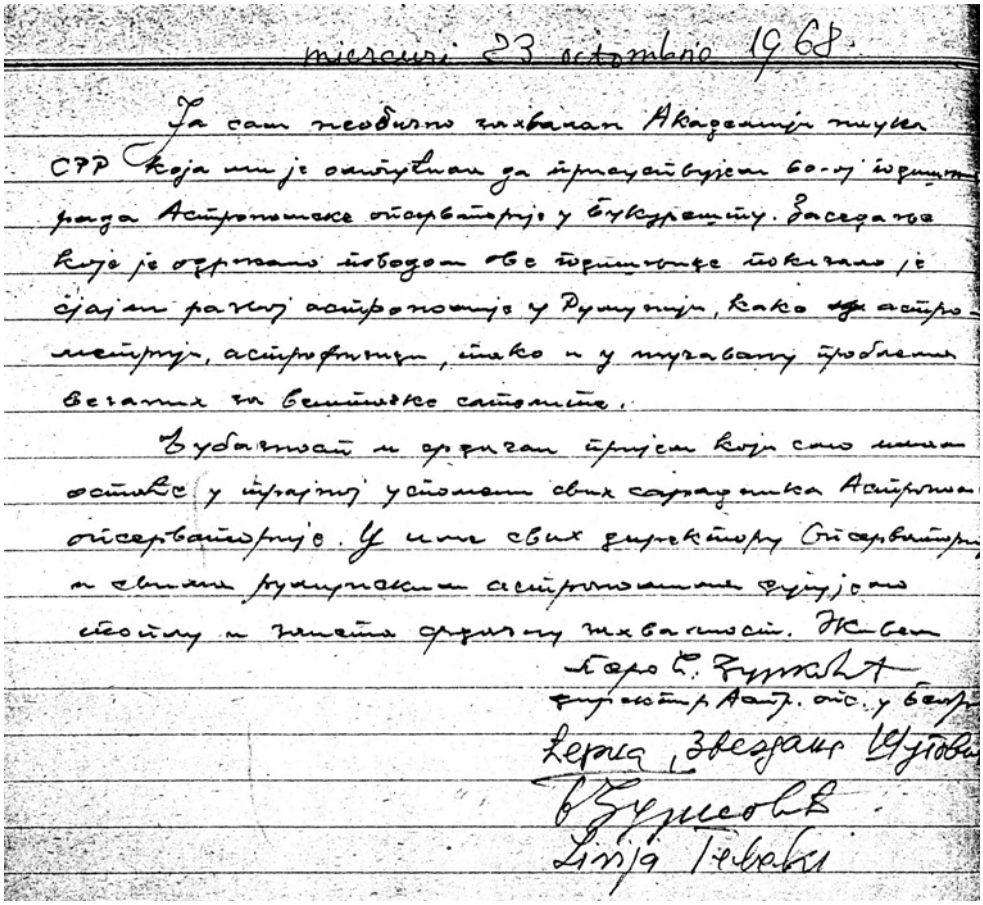


Слика 1: Запис Пере Ђурковића у књизи гостију Астрономске опсерваторије у Букурешту.
Петак, 13. октобар 1967.
Посета професора Пере Ђурковића Опсерваторији у Букурешту.
Перо М. Ђурковић

Следеће, 1968, у Букурешту су били (Ђурковић, 1969) Драгомир Олевић 30 дана и Ђорђе Телеки 12 дана а у Београду Лудмила Русу 27 дана, Константин Драмба 9 дана и Виктор Ставински 10 дана. У књизи гостију, налази се запис, који су потписали Драгутин Ђуровић са Катедре за астрономију Природно-математичког факултета у Београду, његова жена Лепосава и син Милан, као и Драгомир Олевић (Димитријевић, 2005). Ту је такође и запис од 23. октобра 1968, који су потписали Перо Ђурковић, његова ћерка Звездана Шуговић, жена Бранка Ђурковић и жена Ђорђа Телекија, Ливија Телеки. То сведочи да је Перо Ђурковић укључио у у ову размену посета и Катедру за Астрономију Природно-математичког факултета у Београду, и да су српски астрономи ишли у ове посете често са породицама, што показује посебно пријатељски карактер установљене сарадње.

Такође је занимљиво да је посета у октобру 1968, била поводом прославе 60 година Букурештанске опсерваторије. Можда зато посета Пере Ђурковића није била евидентирана у његовом годишњем извештају (Ђурковић, 1969), пошто је била свечарска а не радна. Одговарајући запис у књизи гостију, дат је са преводом на Сл. 2.

У 1969. Ђурковић бележи посету од 20 дана Љубише Митића и Ивана Паквора Опсерваторији у Букурешту, о чему сведоче и њихови записи у књизи гостију. Ђурковић је 1970. завршио свој директорски мандат и очигледно је да се његовим одласком завршила и свака иницијатива за даљу сарадњу, пошто после тога у књизи гостију постоји празнина од 26 година без иједног записа српских астронома.



Слика 2: Запис у књизи гостију Астрономске опсерваторије у Букурешту.
Изузетно сам захвалан Румунској академији наука, која ми је омогућила да присуствујем прослави 60 година Астрономске опсерваторије у Букурешту. Седница поводом овог јубилеја, показала је изванредан развој астрономије у Румунији, како у Астрометрији и Астрофизици, тако и у истраживању земљиних вештачких сателита.
Гостопримство и топао дочек који смо имали, остаће заувек у успомени свих нас. Изражавам моју искрену захвалност директору Опсерваторије и свим румунским астрономима. Живели!
Перо Ђурковић
Директор Београдске Астрономске опсерваторије
Ћерка Звездана Шуговић
Б. Ђурковић
Ливија Телеки

3. ОБНАВЉАЊЕ КОНТАКАТА И ОРГАНИЗАЦИЈА ЗАЈЕДНИЧКИХ СКУПОВА

Када је ступио на дужност директора Београдске астрономске опсерваторије, новембра 1994, М. С. Димитријевић је, желећи да успостави сарадњу српских астронома са астрономима суседним земаља, написао писмо М. Ставинској са предлогом да измењају посете и да потпишу споразум о сарадњи две установе. М. Ставинска га је позвала у Букурешт, где су 12. Маја 1995, у току његове посете, потписали споразум о сарадњи. Напоменимо да овај споразум још увек важи и да је омогућио међусобне посете преко Српске и Румунске академије наука, астрономима из обе земље. Такође су се сагласили да организују округли сто српских и румунских астронома о сарадњи, и да наставе да организују по један сваке године, да би се међусобно упознали са радом и резултатима и олакшали сарадњу.

Први румунско-српски округли сто о сарадњи у астрономији организован је два месеца касније, 20. јула 1995, у Темишвару. Из Србије су били присутни Јелисавета Арсенијевић, Зорица Цветковић, Миодраг Дачић, Милан С. Димитријевић, Слободан Јанков, Дарко Јевремовић, Лука Ч. Поповић и Иштван Винце (Димитријевић, 1996).

Други југословенско-румунски округли сто о сарадњи у астрономији одржан је у Београду, 8. октобра 1996, непосредно пре XI националне конференције југословенских астронома (Београд, 9-11. 10. 1996), тако да су румунски гости могли да присуствују на оба скупа. Учесници су били (Димитријевић, 1997): Магдалена Ставински, Петре Попеску, Лучијан Бурш (Lucian Burs), Ласло Фаркаш, Александру Хорват, Жоржета Мариш (Georgeta Maris), Олга Атанацковић-Вукмановић, Зорица Цветковић, Миодраг Дачић, Милан С. Димитријевић, Гојко Ђурашевић, Зоран Кнежевић, Јелена Милоградов-Турин, Драгомир Олевић, Лука Ч. Поповић, Војислава Протић-Бенишек, Веселка Трајковска и Иштван Винце.

Трећи румунско-српски округли сто о сарадњи у астрономији, организован је у Клужу-Напоки, 6. септембра 1997 после Треће генералне конференције Балканске уније физичара (Клуж-Напока, 2-5. 09. 1997). Из Србије су присуствовали (Димитријевић, 1998) Зорица Цветковић, Милан С. Димитријевић, Слободан Нинковић, Лука Ч. Поповић, Веселка Трајковска и Иштван Винце.

Четврти југословенско-румунски астрономски скуп био је организован као конференција, и одржан у Београду од 5. до 8. маја 1998. Списак учесника (Димитријевић и Поповић, 1999) има 57 имена, а из Румуније су присуствовали (Димитријевић, 1999) Магдалена Ставински, Василе Миок, Петре Попеску, Жоржета Мариш (Georgeta Maris), Кристина Блага, Адриан Кристеа, Дан Молдован, Александру Хорват и Ласло Фаркаш. Зборник радова (Димитријевић и Поповић, 1999) има 245 страница, а секције су биле Астрофизика (19 радова), Астрометрија (7 радова), Небеска механика (6),

потпуно помрачење Сунца 11. августа 1999 (3) и Астрономија у Археологији, Историји и Култури (17), укупно 52 рада.



Слика 3: Други југословенско-румунски округли сто о сарадњи у астрономији, Београд 8. октобар 1996. Милан С. Димитријевић, Магда Ставински, Александру Хорват, Војислава Протић-Бенишек, Гојко Ђурашевић.



Слика 4: Други југословенско-румунски округли сто о сарадњи у астрономији, Београд 8. октобар 1996. Стоје: Петре Попеску, Лучијан Бурш, Зоран Кнежевић, Веселка Трајковска, Лука Ч. Поповић, Драгомир Олевић, Ласло Фаркаш, Зорица Цветковић, Олга Атанацковић-Вукмановић, Гојко Ђурашевић, Александру Хорват, Миодраг Дачић, Иштван Винце. Седе: Јелена Милоградов-Турин, Милан С. Димитријевић, Магда Ставински, Војислава Протић-Бенишек.



Слика 5: XI национална конференција југословенских астронома (Београд, 9-11.10.1996). Магда Ставински, Милан С. Димитријевић. Позади: Мијат Мијатовић.



Слика 6: XI национална конференција југословенских астронома (Београд, 9-11.10.1996). Петре Попеску и Војислава Протић-Бенишек.



Слика 7: На Астрономској опсерваторији у Клужу, после Трећег румунско-српског округлог стола о сарадњи у астрономији (6. септембра 1997). Милан С. Димитријевић, Василе Миок, Зорица Цветковић.



Слика 8: Четврта југословенско-румунска астрономска конференција, Београд, 5-8. мај 1998. Миодраг Дачић, Зорица Цветковић, Петре Попеску.



Слика 9: Учесници Четврте југословенско-румунске астрономске конференције, Београд, 5-8. мај 1998. Први ред: Еди Бон, Иштван Винце, Радомир Петровић, Сања Еркапић, Миодраг Дачић, Драгомир Олевић. Други ред: Радомир Ђорђевић, Наташа Поповић, Јелена Милоградов-Турин, Милан С. Димитријевић, Магда Ставински, Жоржета Мариш, Каталин Барлаи, Драгана Танкосић, Александар Кубичела. Позади: Весна Живков, Дан Молдован, Милорад Ђокић, Предраг Јовановић, Василе Миок, Петре Попеску, Александар Томић, Зорица Цветковић, Слободан Нинковић, Лука Ч. Поповић, Зоран Кнежевић, Кристина Блага, Адриан Кристеа, Божидар Д. Јовановић, Владо Милићевић, Снежана Марковић-Кршљанин, Милутин Тадић.



Слика 10: Четврта југословенско-румунска астрономска конференција, Београд, 5-8. мај 1998. Каталин Барлаи, Кристина Блага, Жоржета Мариш, Василе Миок.



Слика 11: Четврта југословенско-румунска астрономска конференција, Београд, 5-8. мај 1998. Иштван Винце, Ласло Фаркаш, Александру Хорват.

Скупови српских и румунских астронома омогућили су да боље познајемо наш рад и активности и да се међусобно упознамо. Они су такође иницирали узајамну сарадњу и били од значаја за касније организовање Балканских астрономских конференција Надамо се да смо овим низом скупова допринели сарадњи српских и румунских астронома и развоју међусобних односа астронома Балкана и југоисточне Европе.

Литература

Димитријевић, М. С.: 2005, "О посетама српских астронома Астрономској опсерваторији у Букурешту", *Публ. Астрон. Друштва „Руђер Бошковић“* **6**, 177-184.

Dimitrijević, M. S.: 1996, "Belgrade Astronomical Observatory in 1995", *Publ. Astron. Obs. Belgrade* **52**, 1-86.

Dimitrijević, M. S.: 1997, "Belgrade Astronomical Observatory in 1996", *Publ. Astron. Obs. Belgrade* **55**, 1-94.

Dimitrijević, M. S.: 1998, "Belgrade Astronomical Observatory in 1997", *Publ. Astron. Obs. Belgrade* **59**, 1-122.

Dimitrijević, M. S.: 1999, "Belgrade Astronomical Observatory in 1998", *Publ. Astron. Obs. Belgrade* **63**, 1-160.

Dimitrijević, M. S. and Popović, L. Č.: 1998, "Proceedings of the 4th Yugoslav-Romanian Astronomical Meeting ", *Publ. Astron. Obs. Belgrade* **60**, 1-245.

Djurković, P. M. : 1969, Rapport sur l'Activité de l'Observatoire Astronomique de Belgrade de 1966 à 1969", *Bul. Obs. Astron. Belgrade* **XXVII** , No. 2, 143-156.

SERBIAN-ROMANIAN COLLABORATION IN ASTRONOMY

In this contribution we present and analyze the collaboration of Serbian and Romanian astronomers. We also give the data on mutual visits of Romanian and Serbian astronomers, obtained by investigating the Guest book of Bucharest Astronomical Observatory and Annual Reports of Directors of Belgrade Astronomical Observatory published in various editions, as well as the history of four common meetings of Romanian and Serbian astronomers (Timisoara, Belgrade, Cluj-Napoca, Belgrade) organized by authors of this contribution.

Зборник радова конференције "Развој астрономије код Срба V"
Београд, 18-22. април 2008,
уредник М. С. Димитријевић
Публ. Астр. друш. "Руђер Бошковић" бр. 8, 2009, 829-846

ШЕСТА СРПСКА КОНФЕРЕНЦИЈА О ОБЛИЦИМА СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА У АСТРОФИЗИЦИ

МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ

Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11060 Београд, Србија
e-mail: mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu

Резиме. Приказана је Шеста српска конференција о облицима спектралних линија у астрофизици одржана од 11. до 15. јуна 2007. године у Сремским Карловцима. Поред тога, изнето је као се развијала и мењала замисао о овој серији скупова, као и преглед претходних окупљања.

1. УВОД

У Сремским Карловцима је од 11. до 15. јуна 2007. године одржана Шеста српска конференција о облицима спектралних линија у астрофизици, у организацији Астрономске опсерваторије, а у оквиру прославе 120 година од њеног оснивања.

Серију ових конференција замислили смо и започели да би остварили могућност за сусрет са колегама у годинама када се не одржава Међународна конференција о облицима спектралних линија. Осим тога, то би омогућило младима који стварају у овој области да чују шта је ново и уче од врхунских стручњака, пошто за разлику од скупих конференција у иностранству, овде могу да учествују у великом броју.

Прва југословенска конференција о облицима спектралних линија одржана је у Кривају код Бачке Тополе 11-14. Септембра 1995 (види Димитријевић, 1996). Организатор је била Астрономска опсерваторија у Београду. Аутор овог написа био је председник Научног комитета а Лука Ч. Поповић Локалног организационог, у коме су чланови били Дарко Јевремовић и Олга Атанацковић-Вукмановић. На њој су, поред наших научника, учествовали и Џилиен Пич из Лондона, Леонид Јаковљевич Мињко и Александар Павлович Војтович из Минска у Белорусији. Осим тога ту је био и Х. Г. Ескобар, новосадски судент из Јужне Америке. Зборник радова који су уредили М. С. Димитријевић и Л. Ч. Поповић изашао је као свеска бр. 50 Публикација Астрономске опсерваторије (Димитријевић и Поповић, 1995).

На конференцију смо пошли заједнички, изнајмљеним аутобусом, а на путу смо обишли знаменитости Сремских Карловаца, са дегустацијом вина уз музику у једном од бројних винских подрума у овом граду.

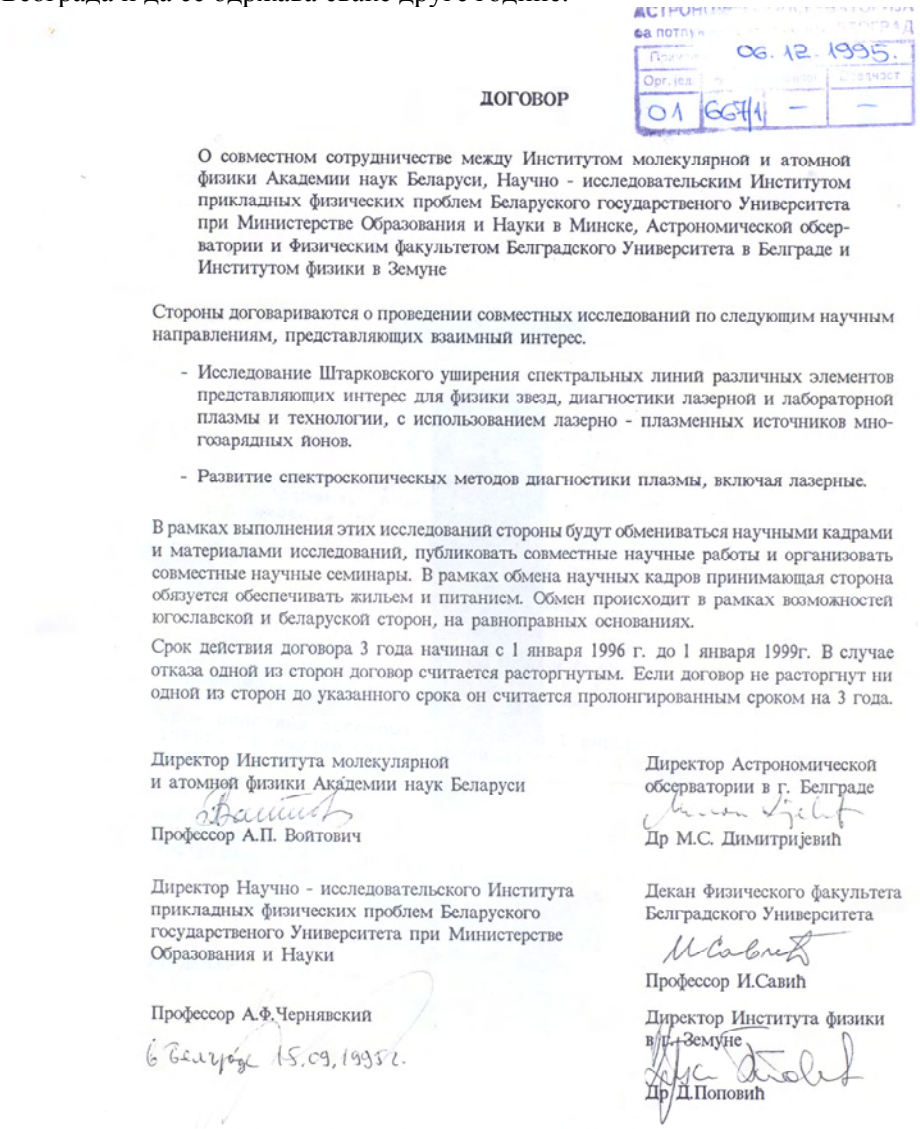


Слика 1: Учесници Прве југословенске конференције о ширењу спектралних линија: стоје Срђан Самуровић, Лука Ч. Поповић, Мира Терзић, Божидар Вујичић, Петар Грујић, Љиљана Добросављевић, Соња Јовићевић, Стевица Ђуровић, Џилиен Пич, Никола Коњевић, Владимир Милосављевић, Михајло Платиша, Миливоје Ћук, Милан С. Димитријевић, Јагош Пурић, Јарослав Лабат, Александр Павлович Војтович, и М. Павлов; први ред Бранислав Благојевић, Гојко Ђурашевић, Х. Г. Ескобар, Миливоје Ивковић, Леонид Јаковљевич Мињко, Љубинко Игњатовић, Зоран Мијатовић и Радомир Кобиларов.

У оквиру друштвеног програма, посетили смо ергелу Зобнатица и дворац Фантаст, а на вечери на којој је скуп отворен, локални фолклорни ансамбл приредио нам је занимљив и упечатљив програм.

Конференција је протекла у веома угодној атмосфери са наглашеном жељом за продубљивање и унапређење сарадње и била важан чинилац не само за развој сарадње у Србији, него, пошто сам на њу позвао Војтовича и Миња из Минска, и за касније организовање низа српско-белоруских конференција и за развој сарадње са Белорусијом. Значајно је напоменути, да је после конференције, у Београду у ресторану «Смедерево», потписан договор о сарадњи српских и белоруских институција, што је дало значајне

заједничке научно-истраживачке резултате. На скупу је одлучено да га наизменично организују Астрономска опсерваторија, Физички факултет, Природно – математички факултет из Новог Сада и Институт за физику из Београда и да се одржава сваке друге године.



ДОГОВОР

О совместном сотрудничестве между Институтом молекулярной и атомной физики Академии наук Беларуси, Научно - исследовательским Институтом прикладных физических проблем Беларуского государственого Университета при Министерстве Образования и Науки в Минске, Астрономической обсерватории и Физическим факультетом Белградского Университета в Белграде и Институтом физики в Земуне

Стороны договариваются о проведении совместных исследований по следующим научным направлениям, представляющих взаимный интерес.

- Исследование Штарковского уширения спектральных линий различных элементов представляющих интерес для физики звезд, диагностики лазерной и лабораторной плазмы и технологии, с использованием лазерно - плазменных источников многозарядных йонов.
- Развитие спектроскопических методов диагностики плазмы, включая лазерные.

В рамках выполнения этих исследований стороны будут обмениваться научными кадрами и материалами исследований, публиковать совместные научные работы и организовать совместные научные семинары. В рамках обмена научных кадров принимающая сторона обязуется обеспечивать жильем и питанием. Обмен происходит в рамках возможностей югославской и беларуской сторон, на равноправных основаниях.

Срок действия договора 3 года начиная с 1 января 1996 г. до 1 января 1999г. В случае отказа одной из сторон договор считается расторгнутым. Если договор не расторгнут ни одной из сторон до указанного срока он считается пролонгированным сроком на 3 года.

Директор Института молекулярной и атомной физики Академии наук Беларуси
Профессор А.П. Войтович

Директор Астрономической обсерватории в г. Белграде
Др М.С. Димитријевић

Директор Научно - исследовательского Института прикладных физических проблем Беларуского государственого Университета при Министерстве Образования и Науки
Профессор А.Ф.Чернявский
в Белграде 15.09.1995г.

Декан Физического факультета Белградского Университета
Професор И.Савић

Директор Института физики в г. Земуне
Др Д.Поповић

Слика 2: Договор о сарадњи српских и белоруских научних институција потписан после прве конференције о ширењу спектралних линија.



Слика 3: Учесници Друге југословенске конференције о облицима спектралних линија. У првом реду с лева на десно: Радомир Кобиларов, Стевица Ђуровић, Винце Иштван, Валианц Асташински, Милан Поповић, Божидар Вујичић, Драгана Танкосић, Татјана Милованов, Миодраг Дачић, Милан С. Димитријевић.

Другу конференцију организовао је Физички факултет из Београда у Белој Цркви од 29. септембра до 2. октобра 1997 (види Димитријевић, 1998б). Председник Научног комитета био је Јагош Пурић а Локалног организационог (ЛОК) Миливоје Ћук. Велику иницијативност показао је и Срђан Буквић, секретар ЛОК-а који је за сваког учесника направио по десет визиткарти. Заседања су била у једној од учионица основне школе, а учесници су смештени у бунгаловима одмаралишта, на обали једног од Белоцркванских језера. На конференцији су без рада, као гости, присуствовали Валианц Асташински и Александар Чумаков из Минска док су Мјакзјум Халимулович Салахов из Казањи и његови сарадници послали четири рада која су ушла у зборник. У лепој успомени учесника остао је излет, на коме смо скелом прешли Дунав и разгледали остатке средњовековног града Рама. Зборник радова који су уредили Л. Ч. Поповић и М. Ћук изашао је као свеска 57 Публикација (Поповић и Ћук, 1997).



Слика 4: Друга југословенска конференција о облицима спектралних линија. Милан С. Димитријевић, Лука Ч. Поповић, Иштван Винце.

Трећа конференција је одржана у Бранковцу на Фрушкој Гори од 4 до 6. септембра 1999, у организацији Природно – математичког факултета из Новог Сада. Председник Научног комитета био је Стевица Ђуровић а Локалног организационог Зоран Мијатовић. Радови су штампани као посебна свеска часописа Journal for Research in Physics (Мијатовић и Ђуровић, 1999). И на овој конференцији је учествовао и Валијанц Асташински из Белорусије. Традиционални конференцијски излет организован је у четири, по многима најлепша, фрушкогорска манастира – Раваницу, Јазак, Хопово и Крушедол.

То је било тешко време после бомбардовања наше земље, али је овај скуп показао преданост раду и постизање резултата на нивоу науке у свету. Радови су излагани на српском језику а бројност учесника из Института за физику у Земуну, Физичког факултета и Астрономске опсерваторије у Београду и Природно-математичког факултета у Новом Саду, сведочила је о зрелости и заступљености ове научне области у Србији. Изгледало је да сви стварамо као једна велика школа. Имали смо своју конференцију која нам је помагала да размењујемо искуства и боље формирамо млађе сараднике, а покренуо сам и издавао библиографију са индексом цитата и прегледом постигнутих резултата (Димитријевић, 1990, 1991, 1994, 1997, 2001), која је све обавештавала о објављеним радовима и њиховом одјеку у свету и омогућавала, нарочито млађима, да брзо и једноставно виде ко, шта и са каквим успехом ради.



Слика 5: Друга југословенска конференција о облицима спектралних линија. Јагош Пурић и Милан С. Димитријевић на скели на Дунаву. У позадини, град Рам.



Слика 6: Трећа југословенска конференција о облицима спектралних линија. Милан С. Димитријевић и Миодраг Дачић поред постера.



Слика 7: Учесници Треће југословенске конференције о облицима спектралних линија. У првом реду: Еди Бон, Миодраг Дачић, Соња Јовићевић, Божидар Вујичић, Радомир Кобиларов, Милан С. Димитријевић, Милан Поповић, Никола Коњевић, Валианц Асташински, Стевица Ђуровић, Љубинко Игњатовић, Лука Ч. Поповић, Миња Гемишић, Зоран Мијатовић.

На овој конференцији, донета је одлука да Председник Научног комитета и Локални организациони комитет буду из различитих институција, што се показало преломно за даљу судбину конференције. Организација следеће, која је требало да буде 2001, поверена је Иштвану Винцеу, као председнику Научног комитета, док су Соња Јовићевић и Миливоје Ивковић из Институт за физику требали да организују ЛОК. Тада је дошло до нарушавања међуљудских односа између појединих група. Владимир Милосављевић је пред саму одбрану докторске дисертације био оптужен за плагијат, што је довело до веома неугодне ситуације. Са друге стране, настало је и време политичких промена и започела хајка групе људи против мене, тако да је пожељно било срушити све позитивно што сам створио. Људи из Института за физику су изгубили интересовање за ову конференцију, а председник Научног комитета, Иштван Винце, није имао способности ни жеље да разреши насталу ситуацију и организује скуп, а с обзиром да сам га створио, његово гашење је некима у потпуности одговарало. Размишљао сам, да ли да га спасем, као што сам урадио са Школом и међународном конференцијом о физици јонизованих гасова (СПИГ).



Слика 8: Астрономи на Трећој југословенској конференцији о облицима спектралних линија. Први ред: Иштван Винце, Милан С. Димитријевић, Миодраг Дачић, Лука Ч. Поповић. Позади: Сања Еркапић, Ненад Миловановић.

Наиме, 1992. године СПИГ није био организован зато што су многи, из различитих разлога, покушавали да га угасе. Када сам, 1993. године постао Савезни министар за науку, технологију и развој, заказао сам, као члан Научног комитета СПИГ-а, састанак у своме кабинету, на коме сам, можда мало недемократски али са жељом да спасем ову конференцију, просто из Научног комитета избацио све оне који су желели да остану у томе телу, али не да би радили на организацији скупа него на његовом гашењу, те кооптирао оне који су искрено желели његово остварење. И убрзо, те 1993, ова наша научна манифестација са дугом традицијом одржана је и спасена.

Сада, нити сам имао такав ауторитет, нити сам желео да у промењеним околностима профил конференције остане исти. Зато смо председнику Научног комитета Иштвану Винцеу оставили да је угаси, тако да 2001. овога скупа није било.



Слика 9: Учесници Четврте српске конференције о облицима спектралних линија. Ненад Сакан, Љубинко Игњатовић, Срђан Самуровић, Антонис Суликијас, Иван Данцигер, Дарко Јевремовић, Небил Бен Несиб, Евангелија Лирадзи, Слободан Нинковић, Татјана Милованов, Милан С. Димитријевић, Зоран Николић, Мјакзјум Халимуловоч Салахов, Ненад Миловановић, Тања Рјабчикова, Александр Фјодорович Захаров, Владимир Милосављевић, Лука Ч. Поповић, Еди Бон, Драгана Илић, Предраг Јовановић, Зорица Цветковић, Милан Максимовић, Зоран Симић.

Као што је прва у овом низу конференција била важна за историју српско-белоруских скупова, тако је и Четврта српско – белоруска, одржана у Београду 23. и 24. августа 2002. године била значајна за њено обнављање. Највише жеље за то било је код Луке Ч. Поповића, Јагоша Пурића и мене. Зато смо искористили присуство већине чланова Научног комитета и сазвали састанак, на коме смо опет преузели организацију и више не као југословенску него као српску одржали је у Аранђеловцу од 10. до 15. октобра 2003 (Димитријевић, 2004). Ко-председници Научног комитета били су М. С. Димитријевић и Л. Ч. Поповић, а председник Локалног организационог комитета аутор овог текста. Зборник је изашао као свеска 76 Публикација а уредили су га М. С. Димитријевић, Л. Ч. Поповић и Н. Миловановић (2003).



Слика 10: Потписивање уговора о сарадњи Београдског и Казањског универзитета. Милан С. Димитријевић, ректор Казањског универзитета Мјакзјум Халимулович Салахов, проректор за међународну сарадњу Богдан Ђуричић, ректор Марија Богдановић.

За ову конференцију нису показали интерес они који су је гасили, али смо зато позвали више странаца него на било којој претходној (Евангелија Лирадзи и Антонис Суликијас из Грчке, Иван Данцигер из Италије, Небил Бен Несиб из Туниса, Мјакзјум Халимуловоч Салахов, Сергеј Харинцев, Тања Рјабчикова и Александр Фјодорович Захаров из Русије и Милан Максимовић из Париза) а радни језик био је енглески. Схватили смо да оно што је била «југословенска школа» више не постоји и да уместо да губимо

време на повезивање свађама разједињених колега и оних који су покушавали да униште, обезвреде и обесмисле оно што сам стварао, треба да се окренемо себи и својим сарадницима и начинимо скуп који ће нас боље повезивати са светом и бити корисна школа за научно израстање наших млађих колега. То је био и један од разлога (други, исто тако важан, био је што је дигитализација података и интернет умногоме олакшао овај посао и омогућио да се такви подаци сакупљају са много мање труда) што сам прекинуо даљи рад на библиографији ове области и индексу цитата за све људе у Србији а наставио праћење и прикупљање само за своје сараднике.



Слика 11: Учесници Пете српске конференције о облицима спектралних линија у астрофизици. У првом реду: Наташа Гавриловић, Лука Ч. Поповић, Емануел Данезис, Милан С. Димитријевић, Небил Бен Несиб, Долорес Калцада Каналехо, Хајкел Елабиди.

На конференцији смо формирали нови научни комитет, у који су, по први пут укључени страни научници и одлучили да је у будуће ми организујемо. Да би је боље прилагодили нашим сарадницима, решили смо да је више усмеримо ка астрофизици, те да на одговарајући начин изменимо наслов.

Занимљиво је напоменути да је на скуп дошла ректор Београдског универзитета, Марија Богдонавић и са ректором Казањског универзитета, М. Х. Салаховим, учесником конференције, потписала споразум о сарадњи ове две институције.

Прилагођавање конференције сарадницима групе за «Астрофизичку спектроскопију» односно сарадницима пројеката на чијем смо челу Лука Ч. Поповић и ја, «оверили» смо и одговарајућом променом имена. Организатори Пете српске конференције о облицима спектралних линија у астрофизици, били су Астрономска опсерваторија из Београда и Природњачко друштво «Геа» из Вршца. Ко-председници Научног организационог комитета били су Милан С. Димитријевић и Лука Ч. Поповић, а остали чланови Џон Данцигер из Трста, Емануил Данезис из Атине, Дарко Јевремовић, Евенцио Медијавиља са Канарских острва, Анатолиј Михајлов, Владимир Милосављевић, Јагош Пурић, Тања Рјабчикова из Москве, Мјакзјум Х. Салахов из Казањи и Александар Ф. Захаров из Москве. У Локалном организационом комитету, чији је претседник такође био Димитријевић, били су Драгана Илић (секретар), Еди Бон, Весна Борка, Миодраг Дачић, Предраг Јовановић, Тања Милованов, Ненад Миловановић, Зоран Симић и Дејан Максимовић из Природњачког друштва «Геа» у Вршцу.

Раду на припремама пришли смо са великим амбицијама, тако да сам замолио Зорана Симића да начини лого, који смо ставили на печат, меморандум и остали матерјал. Осим тога, желели смо да зборник радова буде објављен као посебна свеска неког међународног часописа, после конференције, па смо решили да за сам скуп публикујемо само апстракте.



Слика 12: Лого Пете (лево) и Шесте (десно) конференције о облицима спектралних линија у астрофизици, које је осмислио и нацртао Зоран Симић.

На конференцији, одржаној од 6. до 10. јуна 2005. године у Вршцу (Димитријевић, 2006), поред 24 српских астронома и физичара, учествовало је и 30 гостију из иностранства и то из Ирске, Русије, Немачке, Туниса, Шпаније, Чешке, Украјине, САД, Грчке, Италије, Енглеске, Бугарске и Словачке, а одвијала се у хотелу «Србија». Тако је, за разлику од претходних, она добила, упркос назива, прави међународни карактер, са првенствено астрофизичким садржајем. Књигу апстраката са програмом (Димитријевић и Поповић, 2005) објавила је «Геа» као своју публикацију а

Зборник радова, који су уредили Л. Ч. Поповић и М. С. Димитријевић (2005), је посебна, седма свеска часописа Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplementi. Радови у овом броју, који има 242 странице, у целини се налазе на Насином АДСу (http://adswww.harvard.edu) а могу се слободно скинути и са сајта овог часописа (http://sait.oat.ts.astro.it/MSAIS/7/index.html).

Поред предавања, биле су организоване и друге активности. Првога дана Вршачка општина је приредила коктел добродошлице у свечаној сали Градске куће подигнуте 1723. У среду 8. јуна посетили смо Владичин двор, центар Банатске епархије, подигнут 1757, саборну цркву светог Николе из 1785. и манастир Месић са црквом светог Јована Претече, која је почела да се гради још око 1225. године, пролазећи успут поред непрегледних вршачких винограда. У повратку, због лошег времена нисмо отишли до Вршачке куле, али смо посетили католичку црквицу на брегу, једну од најстаријих грађевина у Вршцу подигнуту око 1720. године. Свима ће посебно остати у успомени излет на који смо пошли 10. јуна, после затварања конференције, у организацији Дејана Максимовића-Максе. После посете Смедеревској тврђави и Манастиру Манасији, у мотелу «Лисине» ручали смо пастрмку одгајену у њиховом рибњаку а затим посетили Ресавску пећину. Увече смо дошли у Београд и тако завршили ово прекрасно дружење, од велике користи за међусобне контакте и сарадњу, научни рад и образовање млађих сарадника.

На састанку Научног комитета одржаном током скупа, у овај орган су примљени и Едвард Барон из САД, Петер Хаушилд из Немачке и Небил Бен Несиб из Туниса.

Уз припреме за следећу, шесту конференцију, започео сам и подухват да све радове са претходних, заједно са фотографијама и снимљеним видео материјалом, организујем и званично публикујем у електронској верзији, на компакт дисковима, и то проследим Насином АДСу. До писања овог прилога објављен је у потпуности материјал са четврте конференције (Димитријевић, Поповић и Миловановић, 2006) а за пету, због ауторских права часописа Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplementi, само апстракти, програм, фотографије и видео материјал (Димитријевић, Миловановић и Поповић, 2006).

Шеста српска конференција о облицима спектралних линија у астрофизици, одржана је од 11. до 15. јуна 2007. године у Сремским Карловцима, у хотелу «Дунав». Ко-председници Научног комитета били су Милан С. Димитријевић и Лука Ч. Поповић а Локалног организационог Л. Ч. Поповић, а заменици су му били Драгана Илић и Ненад Миловановић. Скуп је организовала Астрономска опсерваторија у оквиру прославе сто двадесетогодишњег јубилеја. Осим 34 учесника из српских научних установа Астрономске опсерваторије, Института за физику у Земуну, Физичког, Математичког и Саобраћајног факултета у Београду, Српске академије наука и уметности и Центра за научно-технолошки развој из Београда и Природно-



Слика 13: Учесници Шесте српске конференције о облицима спектралних линија у астрофизици. Напред Паоло Тоци, Еди Бон. Први ред: Саша Симић, Владимир Срећковић, Слободан Нинковић, Јелена Ковачевић, Лука Ч. Поповић, Џилијен Пич, Милан С. Димитријевић, Наташа Гавриловић, Алексеј Мојсејев, Соња Видојевић.

математичког факултета у Крагујевцу, учествовало је и 23 гостију из Шведске, Туниса, Украјине, Грчке, Бугарске, САД, Италије, Немачке, Русије, Француске и Енглеске. Одржано је двадесет предавања по позиву, четрнаест усмених излагања и приказано осамнаест постера. За конференцију је припремљена књига апстраката (Димитријевић и Поповић, 2007) а лого је осмислио Зоран Симић.

Прва два предавања после церемоније отварања имали су Џилиен Пич (сарадници С. Ј. Џибсон, Д. Ф. Т. Муламфи, В. Вентури, Ј. Б. Витингем), о своме раду на истраживању облика спектралних линија у спектрима хладних звезда и Јагош Пурић (и М. Шћепановић, И. Дојчиновић, М. Кураица, Б. Обрадовић) о регуларностима параметара Штарковог ширења линија вишеструко наелектрисаних јона. Жељко Ивезић из Сиетла причао је о употреби велике СДСС (Sloan digital sky survey) базе података која садржи близу милион спектара вангалактичких објеката, а Пол Барклем из Упсале о ширењу спектралних линија хладних звезда сударима са неутралним атомима водоника. Паоло Тоци из Трста говорио је о емисионим линијама у



Слика 14: Свечана вечера. Дарко Јевремовић, Лука Ч. Поповић, Зоран Симић, Милан С. Димитријевић, Ненад Миловановић.

рендгенским спектрима јата галаксија а Џорџ Чартас са Универзитета у Пенсилванији о дијагностици млазева код квазара помоћу апсорпционих линија. Предраг Јовановић је одржао занимљиво предавање о облицима К алфа линије гвожђа у случају делимично помраченог акреционог диска а Пиеро Рафанели из Падове о тродимензионалној спектроскопији суседних активних галактичкиг језгара. Зоран Петровић (сарадници В. Стојановићем и Ж. Никитовић) је беседио о електронским, јонским и атомским сударима који воде аномалном Доплеровом ширењу код водоника и смеша ове супстанце са ретким гасовима, Магдалена Христова из Софије (у сарадњи са Л. Христовим) о ширењу спектралних линија код пражњења подржаних површинским таласима, Михаил Сачков из Москве (са Т. Рјабчиковом) о проучавањима у ултраљубичастом делу спектра помоћу апарата у космосу и о пулсационој томографији хемијски неправилних звезда са брзом ротацијом (roAp звезде), а Иван Данцигер о профилима линија у спектрима нових. Филип Пруњел из Лиона је изложио најновије резултате о моделирању спектара у породилиштима звезда и активним галаксијама, Илија Стефановић из Бохума (и Е. Ковачевић, Ј. Бернт, Ј. Винтер) о плазменим аналозима астрофизичке прашине, Алексеј Мојсејев из Русије (са А. А. Смирновом и В. Л. Афанасјевим) о панорамском спектроскопском погледу

на интеракцију млазева и облака код активних галактичких језгара, Слободан Нинковић о проучавању локалне кинематике Млечног Пута помоћу брзина дуж линије посматрања а Емануил Данезис из Атине (у сарадњи са Л. Ч. Поповићем, Е. Лирадзи и М. С. Димитријевићем) о ефектима дискретних и сателитских апсорпционих компоненти код спектралних линија од звезда до квазара. Небил Бен Несиб, који по трећи пут учествује, дао је преглед експерименталних и теоријских метода за одређивање температуре плазме, Андреј Кључарев (са Н. Н. Безугловим, А. А. Матвеевим, А. А. Михајловим, Љ. М. Игњатовићем и М. С. Димитријевићем) из Санкт Петерсбурга разматрао је хеми-јонизационе процесе у алкалним гео-космичким плазмама са посебним освртом на облаке јонизованог натријума у атмосфери Јупитероивог сателита Ио, а Волфрам Колачни из Гетингена излагао је о промељивости профила спектралних линија активних галактичких језгара. Александар Захаров из Москве није успео да дође али је послао предавање о спектроскопским истраживањима линија гвожђа из околине црних рупа, за зборник радова.



Слика 15: Затварање Шесте конференције о облицима спектралних линија у астрофизици. Милан С. Димитријевић, Иван Данцигер, Џилијен Пич, Лука Ч. Поповић.

У оквиру културног програма, учесници су обишли историјске споменике у Сремским Карловцима, посетили Нови Сад где су разгледали Петроварадинску тврђаву и центар града и видели манастире Раваницу, Јазак и Крушедол. Зборник радова (Поповић и Димитријевић, 2007), објављен је у познатој серији Америчког института за физику.

Са овим скупом, нови профил конференције, као међународне, где долазе наши пријатељи из иностранства са којима смо остварили сарадњу и људи из области којима се баве наши сарадници, у потпуности се остварио и омогућио нам да младим колегама на пројектима Л. Ч. Поповића и мом (група за Астрофизичку спектроскопију) омогућимо непосредни контакт и дискусије са највећим светским стручњацима из области којима се бавимо.

Захвалница

Овај рад је урађен у оквиру пројекта 146022 *Историја и епистемологија природних наука*, код Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије.

Литература

Dimitrijević, M. S.: 1990, "Line Shapes Investigations in Yugoslavia 1962-1985 (Bibliography and Citation Index)**",** *Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrade*, **39**, 1-203.

Dimitrijević, M. S.: 1991, "Line Shapes Investigations in Yugoslavia II (1985-1989) (Bibliography and Citation Index)**",** *Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrade*, **41**, 1-129.

Dimitrijević, M. S.: 1994, "Line Shapes Investigations in Yugoslavia and Serbia III (1989-1993) (Bibliography and Citation Index)**",** *Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrade*, **47**, 1-184.

Димитријевић, М. С.: 1996, «Београдска астрономска опсерваторија у 1995» (Belgrade Astronomical Observatory in 1995), *Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade*, **52**, 1-86.

Dimitrijević, M. S.: 1997, "Line Shapes Investigations in Yugoslavia and Serbia IV (1993-1996) (Bibliography and Citation Index)**",** *Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade*, **58**, 1-251.

Димитријевић, М. С.: 1998а, «Београдска астрономска опсерваторија у 1997» (Belgrade Astronomical Observatory in 1997), *Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade*, **59**, 1-122.

Димитријевић, М. С.: 1998б, "Друга српска конференција о облицима спектралних линија" , *Васиона* , **XLVI,** бр. 3, 81.

Димитријевић, М. С.: 2000, «Београдска астрономска опсерваторија у 1999» (Belgrade Astronomical Observatory in 1999), *Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade*, **69**, 1-154.

Dimitrijević, M. S.: 2001, "Line Shapes Investigations in Yugoslavia and Serbia V (1997-2000) (Bibliography and Citation Index)**",** *Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade*, **70**, 1-326.

Димитријевић, М. С.: 2004, "IV српска конференција о облицима спектралних линија" , *Васиона* , **LII**, бр. 1, 33.

Димитријевић, М. С.: 2006, "Пета српска конференција о облицима спектралних линија у астрофизици" , *Васиона* , **LIV**, бр. 1, 22.

Dimitrijević, M. S., Milovanović, N., Popović, L. Č. Editors: 2006, "5th Serbian Conference on Spectral Line Shapes, Vršac, Serbia, 6-10 June 2005, Program, Abstracts and

Photos", electronic edition – CD version, Prirodnjačko društvo "GEA", Vršac, Astronomical Observatory, Beograd.

Dimitrijević, M. S., Popović, L. Č. Editors: 1995, "Proceedings of the First Yugoslav Conference on Spectral Line Shapes, September 11-14, 1995, Krivaja, Yugoslavia", *Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade*, **50**, 1-150.

Dimitrijević, M. S., Popović, L. Č. Editors: 2005, "5th Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics, Program and Abstracts", Prirodnjačko društvo "GEA", Vršac.

Dimitrijević, M. S., Popović, L. Č. Editors: 2007, "VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), 11-15 June 2007, Sremski Karlovci, Serbia, Program and Abstracts", Astronomical Observatory, Belgrade.

Dimitrijević, M. S., Popović, L. Č., Milovanović, N. Editors: 2003, "IV Serbian Conference on Spectral Line Shapes, 10 – 15 October 2003, Arandjelovac, Serbia", *Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade*, **76**, 1-240.

Dimitrijević, M. S., Popović, L. Č., Milovanović, N. Editors: 2006, "IV Serbian Conference on Spectral Line Shapes, Arandjelovac, Serbia, 10 – 15 October 2003, Official CD presentation of the Publ. Astron. Obs. Belgrade No 76", electronic edition – CD version, Astronomical Observatory, Beograd.

Mijatović, Z., Đurović, S. Editors: 1999, "Special Issue: Contributed papers of III YCSLS", *Journal of Research in Physics*, **28,** No 3, 185-322.

Popović, L. Č., Dimitrijević, M. S. Editors: 2005, "5th Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics, Vršac, June 6 – 10 2005", *Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplementi*, **7,** 1-243.

Popović, L. Č., Dimitrijević, M. S. Editors: 2007, "Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics), American Institute of Physics Conference Proceedings Series, **938**, 1-322.

Popović, L. Č., Ćuk, M. Editors: 1997, "Proceedings of the Second Yugoslav Conference on Spectral Line Shapes, Bela Crkva, September 29 – October 2, 1997, *Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade*, **57**, 1-143.

THE SIXTH SERBIAN CONFERENCE ON SPECTRAL LINE SHAPES IN ASTROPHYSICS

A review of the Sixth Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics, held 11-15 June 2007 in Sremski Karlovci is given. Also, a description of development and changing of idea and profile of this series of conferences and a review of previous meetings is presented.

Зборник радова конференције "Развој астрономије код Срба V"
Београд, 18-22. април 2008,
уредник М. С. Димитријевић
Публ. Астр. друш. "Руђер Бошковић" бр. 8, 2009, 847-858

ПРВА ЛЕТЊА ШКОЛА ИЗ АСТРОНОМИЈЕ И ГЕОФИЗИКЕ

АНЂЕЛКА КОВАЧЕВИЋ[1], МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ[2]

[1]*Катедра за астрономију, Математички факултет,Студентски трг 16, 11000 Београд, Србија*
e-mail: andjelka@matf.bg.ac.yu
[2]*Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11060 Београд, Србија*
e-mail: mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu

Резиме. Представљен је комплексан пројекат Прве летње школе из астрономије и геофизике, Београд 06-10.08.2007. Такође је дата анализа постигнутих резултата

1. УВОД

Као што је добро познато, астрономија је тренутно један од најлепших примера мултидисциплинарне, интердисциплинарне као и кросдисциплинарне науке. На многим универзитетима у свету, она се изучава у комбинацији са наукама, као што су биологија, хемија, геофизика, археологија, етнологија, историја, право, менаџмент, итд.

Комбинација астрономије и геофизике је веома инетересантна, имајући у виду планиране мисије ка Месецу, космичких агеницијa САД, Кине, Индије, ЕУ. Предпоставља се да ће научници добро тренирани у обе области бити неопходни за реализацију ових мисија.

Углавном, астрогеофизика је концентрисана данас на изучавање тела сунчевог система.

2. РАЗВОЈ ИДЕЈЕ ШКОЛИ

Прва летња школа из астрономије и геофизике одржана је од 06. 08. до 10. 08. 2007. год. у Београду. Покренута је на иницијативу проф. др Алесандра Фортеа (Alessandro Forte) са Универзитета Квебек у Монтреалу, Канада, који је у априлу 2006. године посетио Катедру за астрономију. Организатори летње школе су Математички факултет у Београду и Министарство за науку и технолошки развој Републике Србије. Школа је добила покровитељство Међународне астрономске уније захваљујући залагању др Јана Вондрака (Jan

Vondrak) председника Дивизије 1 МАУ и др. Милана Димитријевића, научног саветника Астрономске опсерваторије у Београду.

Школа оваквог интер и мултидисциплинарног типа је једна од првих које су организоване на Универзитету у Београду. Циљ ове иницијативе је трострук: прво као место за дискусију између дипломираних студената универзитета са територије бивше Југославије и истакнутих предавача из области астрономије и геофизике. Затим, развој академске сарадње и дебате међу самим студентима и као треће летња школа је допринела Европској димензији високог школства, повезујући студенте и професоре са територије Балкана.



Слика 1: Учесници Прве летње школе из астрономије и геофизике испред улаза зграде Математичког факултета у Јагићевој улици. Аутор фотографија од 1 до 10: др Миодраг Дачић, виши научни сарадник АОБ.

Ко-председници Организационог комитета били су проф. др Надежда Пејовић са Математичког факултета у Београду и др Милан С. Димитријевић са Астрономске опсерваторије, а чланови доц. др Анђелка Ковачевић са Математичког факултета, која је поднела главни терет организације, доц. др Ивана Васиљевић са Рударско-геолошког факултета и проф. др Алесандро Форте са Катедре за науке о Земљи и атмосфери, Универзитета Квебека у Монреалу.



Слика 2: Јан Вондрак, Надежда Пејовић, Стево Шеган.

Летњу школу је похађало 27 студената из Србије, Републике Српске, Чешке, Македоније, Хрватске и Канаде. Њихова просечна оцена на редовним студијама је 9.05, два студента су имала звање магистра наука а два студента су била на докторским студијама. Од укупног броја студената 52% су биле девојке. Просечна старост студената је двадесет две године или ако бисмо је мерили у термину осетљивости протока времена од 1 часа тада она износи 1/192720.

Скуп предавача су сачињавала истакнута имена са 9 признатих светских и домаћих инситутција: доц. др Дијана Доминис, Универзитет у Ријеци, Хрватска, проф. др Мирослав Филиповић, Универзитет у Сиднеју, Аустралија, проф. др Алесандро Форте, Универзитет у Квебеку, Канада, проф. др Зигфрид Франк, Универзитет у Потсдаму, Немачка, проф. др Елена Гаврјусева, Универзитет у Фиренци, Италија, проф. др Симона Огњановић, Универзитет у Минесоти, САД, доц. Др Ивана Васиљевић, проф. др Драган Милововановић са Рударско геолошког факултета у Београду, др Јан Вондрак, председник Дивизије 1 Међународне астрономске уније и др Милан Димитријевић, научни саветник АОБ. Просечна старост предавача је педесет пет година, односно мерена у осетљивости времена од једног часа је 1/481400.



Слика 3: Милан С. Димитријевић и Анђелка Ковачевић.



Слика 4: Ивана Васиљевић и Алесандро Форте.



Слика 5: Јан Вондрак и Дијана Доминис Престер.



Слика 6: Зигфрид Франк.



Слика 7: Елена Гаврјусева.



Слика 8: Васил Чолиј и Јанина Олтиск.



Слика 9: Симона Огњановић и Драган Миловановић.



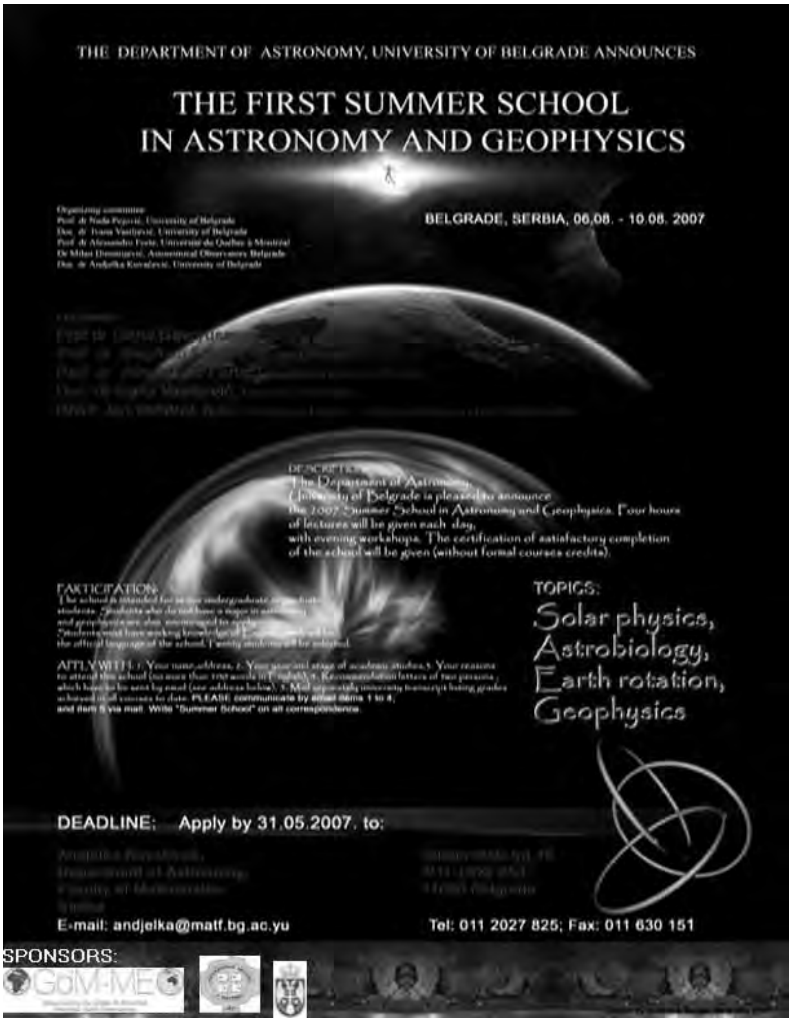
Слика 10: Мирослав Д. Филиповић и Бранкица Шурлан.

Комплетни детаљи о програму предавања и организацији школе налазе се у дигитализованом облику, као CD презентација коју су уредили др Милан Димитријевић са Астрономске опсерваторије, и проф. др Надежда Пејовић и доц. др Анђелка Ковачевић са Математичког факултета, а за штампу припремили др Милан Димитријевић и Тања Милованов.



Слика 11: Компакт диск Школе са апстрактима, презентацијама и фотографијама. Дизајн предње стране диска: Татјана Милованов.

Овде ћемо напоменути да је рад школе био организован у пет дана. Методологија рада састојала се из предавања за којима су следиле студентске радионице у којима су они групно и/или појединачно радили на теоријским и практичним задацима уз помоћ предавача. Тема првог дана рада школе је била соларна физика: топологија сунчевог магнетног поља и унутрашња структура и ротација. У другом дану студенти су се упознали са астробиологијом: настањиве зоне у есктрасоларним планетским системима,



Слика 12: Постер Прве летње школе, рад дипл. арх Светлане Шурлан.

еволуцији геобиосфере као и открићем екстрасоларне планете OGLE 2005 BLG 390 Lb и разликовању двојних звезда од екстрасоларних планета малих маса коришћењем микросочива.

У трећем дану студентима су презентоване могуће концепције и идеје постојања живота у Универзуму, као и Фермијев парадокс. У овом дану је започета геофизичка целина предавањима о динамици Земље и геофизичким истраживањима глобалних феномена.

У четвртом дану изложен је проблем повезивања сеизмичких и геодинамичких истраживања Земљине тродимензионе структуре. У петом дану студенти су се упознали са астрономским референтим системима и

каталозима као и теоријом везаном за ротацију Земље. На самом завршетку имали су прилику да се упознају са појмом астрономске јединствености постојања живота на Земљи.

Осим овог стандардног облика рада, сви учесници школе присуствовали су Matinee под називом-*Umetnost∩Nauka∩Nove Tehnologije=?*

у Библиотеци британског савета. Домаћини догађаја били су мр Драгана Илић, асистент на Катедри за астрономију Математичког факултета у Београду и мр Наташа Станић, управник Народне опсерваторије у Београду. Истакнути гости овог скупа били су: др Зоран Живковић, српски писац, Марк Пулен, уредник дипломатског часописа КОРД, проф. др Зоран Лучић, победници такмичења FAME LAB Библиотеке британског савета, и уметници Дејана Димитријевић и Оливера Обрадовић. Осим тога били су присутни и медији: ФОНЕТ, Радио Београд 2, Радио 202, дневни лист ДАНАС.

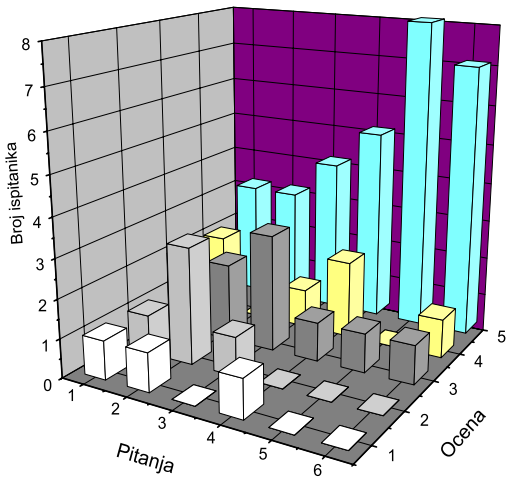
3. ЕВАЛУАЦИЈА ШКОЛЕ

Укупно је било 16 предавања која су се реализовала једнаком вероватноћом (p=1/16), тада можемо израчунати следеће информатичке мере скупа предавања:

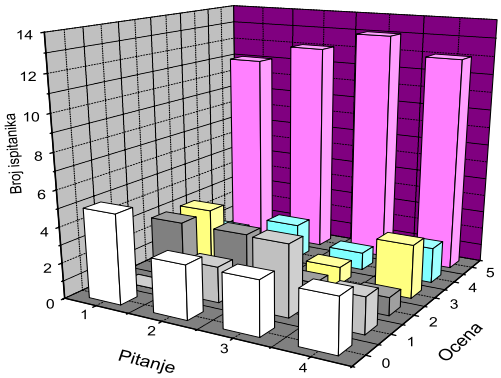
Неочекиваност (изненађење): U= -$\log_2 p$=4 и информациона ентропија H=-p $\log_2 p$= 0.25. Израчунате вредности указују да је велика вероватноћа да студенти добију информације које раније нису чули, што је и потврђено у реалности. Наиме, по први пут су били презентовани у школи неки од резултата открића екстрасоларне планете OGLE 2005 BLG 390 Lb, као и нови параметри модела ротације Земље. У практичном делу, студенти су по први пут измерили одступање правца северног магнетног пола од светског пола и добили вредност од 3°.

Осим тога током трајања школе била је спроведена анонимна и добровољна анкета међу студентима. Овде ћемо укратко дати синтезу одговора на постављена питања.

Наиме први сет од шест констатација односио се на целокупни утисак рада школе, анкету је попунило 8 студената. Овде ћемо навести свих шест изјава у анкети: 1. потребно је превисоко предзнање за праћење предавања, 2. коришћено је превише стручних израза, 3. радионице су биле довољно интерактивне, 4. превише је теорије а мало практичне примене, 5. желим да учествујем у школи и следеће године, 6. генерални утисак. Студенти су давали мишљење поентирањем сваког питања оценом од 1 до 5, где је 5 максимална вредност слагања са изјавом. Као што се може видети на сл. 3, на сваком питању је највећи број испитаника дао максималну оцену.



Слика 13: Дистрибуција резултата анкете о целокупном раду школе.



Слика 14: Дистрибуција резултата анкете о Matineu.

Генерално школа је добила одличну оцену од испитаника јер је на пету констатацију у анкети већина дала одличну оцену. Међутим, прве две изјаве, такође су добиле највећи број максималне оцене, школа је захтевала висок ниво предзнања и била је оптерећена превише ускостручним терминима. Студенти су у оквиру анкете могли да дају и своја лична мишљења. Углавном, је већина коментара била позитивна што се тиче изабраних тема и

начина предавања. Такође су истакли важност интер и мулти дисциплинарне димензије школе. Већина излагања предавача је оцењена највишим оценама.

Слична анкета је спроведена, на 16 испитаника, и за културни догађај Matinee. Скуп констатација анкете састојао се из: 1. Догађај је био интерактиван, 2. тема матинеа је интересантна, 3. желим да учествујем у сличним догађајима, 4. генерални утисак. Поново највећи број студената је дао највеће оцене на сва питања, као што је приказано на слици 4.

4. ЗАКЉУЧАК

На основу предходно изложеног, може се рећи да је премијера Летње школе из астрономије добро примљена и од студентата и од предавача. Сви учесници су изразили жељу да се понови слично искуство са организовањем Друге летње школе. Такође, навели бисмо и неколико могућих корективних мера и промена за наредне летње школе: теме школа треба да остану генералне али учесницима је интересантно да практични део буде више заступљен. Осим тога неопходно је имати више слободног времена.

На овом месту истакли бисмо посебан допринос у реализацији целог пројекта који су дали спонзори: господин Langer, RAUCH, Бамби, Књаз Милош, Горска вода, Београдска пекарска индустрија, Фриком, Бели Пут, Флоридабел, Соса Cola, Студио Плус, ECOFINANCE,VUCCOM, Дан Плус, Анекс, пројекат др. Милана Димитријевића, пројекат др Луке Поповића, пројекат проф. Жарка Мијајловића, Сава осигурање, Омладинска задруга, Сезампро.

На крају бисмо истакли појединце који су изузетно допринели целом пројекту летње школе и помогли нам у њеној организацији: др Лука Поповић, научни саветник АОБ, проф. др Стево Шеган, Математички факултет у Београду и мр Бранкица Шурлан, Математички институт САНУ, као и др Миодраг Дачић, виши научни сарадник АОБ, који је фотоапаратом бележио све активности.

Захвалница

Овај рад је урађен у оквиру пројекта 146001 *Influence of collisions with charged particles on astrophysical plasma lineshapes*, код Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије.

THE FIRST SUMMER SCHOOL IN ASTRONOMY AND GEOPHYSICS

Here is presented a complex project of the First Summer School in Astronomy and Geophysics, Belgrade 06-10.08.2007. Also, the analysis of its achievements is given.

Proc. VI Serbian-Bulgarian Astronomical Conference, Belgrade 7-11 May 2008,
Eds. M. S. Dimitrijević, M. Tsvetkov, L. Č. Popović, V. Golev
Publ. Astr. Soc. "Rudjer Bošković", No. 9, 2009, 183-188

ON THE REGULARITIES OF STARK BROADENING PARAMETERS OF Ar I LINES WITHIN A SPECTRAL SERIES

MILAN S. DIMITRIJEVIĆ[1], MAGDALENA CHRISTOVA[2],
ZORAN SIMIĆ[1] and SYLVIE SAHAL-BRÉCHOT[3]

[1]*Astronomical Observatory, Volgina 7, 11060 Belgrade 38, Serbia*
e-mail: mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu, zsimic@aob.bg.ac.yu
[2]*Department of Applied Physics, Technical University-Sofia, BG-1000 Sofia, Bulgaria*
e-mail: mchristo@tu-sofia.bg
[3]*Observatoire de Paris, 92195 Meudon Cedex, France*
e-mail: sylvie.sahal-brechot@obspm.fr

Abstract. The calculated Stark broadening parameters (width and shift) of argon spectral lines within a spectral series $3p^5nd \rightarrow 3p^54p$ (n = 4-7) have been analyzed. The Stark broadening parameters have been calculated using the semi-classical impact theory of Sahal-Bréchot within the perturbation formalism. The dependences of the Stark width and shift due to collisions with perturbers (electrons, protons and helium ions) versus effective quantum number have been presented.

1. INTRODUCTION

When reliable data do not exist, the knowledge on regularities and systematic trends of line broadening parameters can be used for quick acquisition of new data especially when high accuracy of each particular value is not needed. Namely, with the suitable use of the knowledge of regularities and systematic trends, we might use the existing experimental and theoretical values for the interpolation of new data needed in stellar spectroscopy. Such knowledge might be used as well for the critical evaluation of available published data needed for stellar spectra modeling and analysis. One must take into account however, that the validity of systematic trends and line broadening data is limited to the plasma conditions for which they are derrived and extrapolations are of low accuracy.

The aim of this paper is to investigate if regular behavior, enabling interpolation of new data and critical evaluation of published values, exists within the spectral series of $3p^54p\ ^2[5/2]_3 - 3p^5nd\ ^2[7/2]^\circ_4$, n= 5-7, of neutral argon. Moreover, the

transition $3p^5 4p\ ^2[5/2]_3 - 3p^5 5d'\ ^2[7/2]^\circ_4$ is included in analysis in order to examine the systematic trend when transitions belonging to the different spectral series within the same transition array are included. For this Ar I 737.2 nm line, calculations of Stark broadening parameters were performed here as well.

2. THEORY

The Stark broadening parameters have been calculated using Sahal-Bréchot theory within the semi-classical perturbation formalism (Sahal-Bréchot, 1969ab), where the full width (W) at half maximum and the shift (d) of an isolated line originating from the transition between the initial level i and the final level f is expressed as:

$$W = 2n_e \int_0^\infty v f(v)\, dv \left[\sum_{i' \neq i} \sigma_{ii'}(v) + \sum_{f' \neq f} \sigma_{ff'}(v) + \sigma_{el} \right] \tag{1}$$

$$d = \int_0^\infty v f(v)\, dv \int_{R_3}^{R_d} 2\pi\rho\, d\rho \sin 2\varphi_p \tag{2}$$

where i' and f' are perturbing levels, n_e and v are the electron density and the velocity of perturbers respectively, and $f(v)$ is the Maxwellian distribution of electron velocities.

The inelastic cross sections $\sigma_{ii'}(v)$ (respectively $\sigma_{ff'}(v)$) can be expressed by an integration of the transition probability $P_{ii'}$ over the impact parameter ρ:

$$\sum_{i' \neq i} \sigma_{ii'}(v) = \frac{1}{2}\pi R_1^2 + \int_{R_1}^{R_d} 2\pi\rho\, d\rho \sum_{i' \neq i} P_{ii'}(\rho, v) \tag{3}$$

The elastic collision contribution to the width is given by:

$$\sigma_{el} = 2\pi R_2^2 + \int_{R_2}^{R_d} 8\pi\rho\, d\rho \sin^2 \delta \tag{4}$$

$$\delta = \left(\varphi_p^2 + \varphi_q^2\right)^{1/2} \tag{5}$$

The phase shifts φ_p and φ_q are due to the polarization and quadrupole potential respectively. The cut-off parameters R_1, R_2, R_3, the Debye cut-off R_d and the symmetrization procedure are described in Sahal-Bréchot (1969ab).

3. RESULTS

The calculations were performed for particular lines within multiplets (spin-orbital interaction is included). The most appropriate *j-L* coupling scheme for argon atom has been used. The values of the energy levels have been taken from NIST catalogue (NIST, 2008). The oscillator strengths (*j-L* coupling) have been calculated within the Bates & Damgaard approximation. The calculations have been made for a set of temperatures (2.5 – 5.0) $.10^4$ K at a perturber (electrons, protons and he-

lium ions) density of 10^{16} cm^{-3}. The results for Ar I 522.1, 549.6 and 603.2 are given in Dimitrijević et al. (2007), where the calculations are oriented to laboratory plasma. The examined perturbers there are electrons, argon ions and protons.

In this work we present the calculated Stark broadening parameters for Ar I 737.2 nm spectral line. In Table 1 wavelengths of the studied argon lines, the corresponding transitions in *j-L* coupling, the perturbing levels *i'* and *f'*, the energy values and the effective quantum number of the initial level are presented.

Table 1. Basic data on the considered Ar I spectral lines. Here λ denotes wavelength, i and f are initial and final level of the transition (within the frame of *j-L* coupling), i' and f' are the corresponding perturbing levels, E_i and E_f are the energy values and n* is the effective quantum number of the initial level.

λ nm	Transition (i - f)	i' levels	f' levels	E_i cm^{-1}	E_f cm^{-1}	n*
522.1	$3p^5 7d - 3p^5 4p$ $^2[7/2]^\circ_4 - {}^2[5/2]_3$	5f, 6f, 7f, 8f, 9f, 5p, 6p, 7p, 8p, 9p	4s, 5s, 6s, 3d, 4d, 5d, 6d	124610	105463	6.62
549.6	$3p^5 6d - 3p^5 4p$ $^2[7/2]^\circ_4 - {}^2[5/2]_3$	4f, 5f, 6f, 7f, 4p, 5p, 6p, 7p	4s, 5s, 6s, 3d, 4d, 5d, 6d	123653	105463	5.63
603.2	$3p^5 5d - 3p^5 4p$ $^2[7/2]^\circ_4 - {}^2[5/2]_3$	4f, 5f, 6f, 7f, 4p, 5p, 6p, 7p	4s, 5s, 6s, 3d, 4d, 5d, 6d	122036	105463	4.65
737.2	$3p^5 5d' - 3p^5 4p$ $^2[7/2]^\circ_4 - {}^2[5/2]_3$	4f, 5f, 6f, 4p, 5p, 6p	4s, 5s, 6s, 3d, 4d, 5d, 6d	119024	105463	3.68

For the atmospheres of the main branch stars the total Stark width W and shift d are approximately:

$$W = W_e + 0.9W_p + 0.1W_{He+} \tag{6}$$

$$d = d_e + 0.9d_p + 0.1d_{He+} \tag{7}$$

where W_e, d_e denote the contribution of electron collisions in the total Stark width and shift, respectively, W_p, d_p – the contribution of proton collisions and W_{He+}, d_{He+} - He^+ ion collisions.

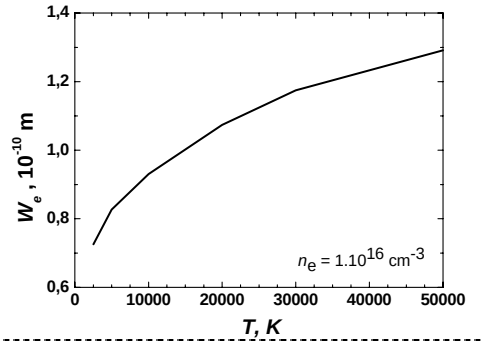


Figure 1: Electron impact width of Ar I 737.2 nm spectral line versus the temperature for the electron density 10^{16} cm^{-3}.

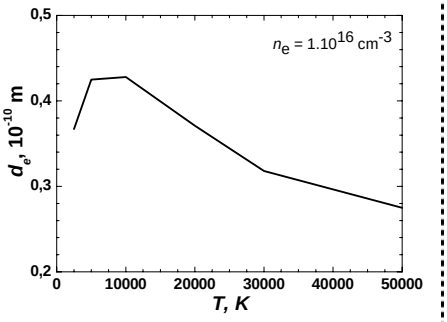


Figure 2: Electron impact shift of Ar I 737.2 nm spectral line versus the temperature for the electron density 10^{16} cm^{-3}.

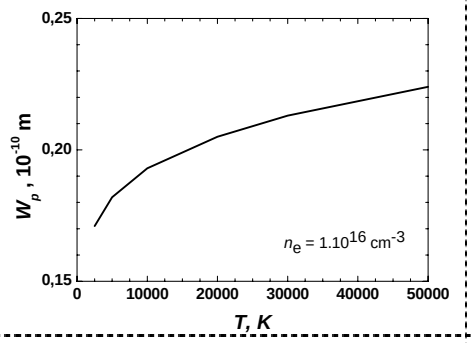


Figure 3: Impact (due to proton collisions) width of Ar I 737.2 nm spectral line versus the temperature for the electron density 10^{16} cm^{-3}.

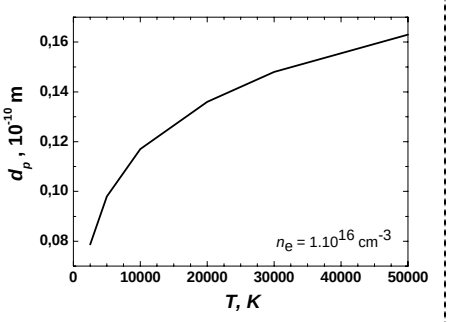


Figure 4: Impact (due to proton collisions) shift of Ar I 737.2 nm spectral line versus the temperature for the electron density 10^{16} cm^{-3}.

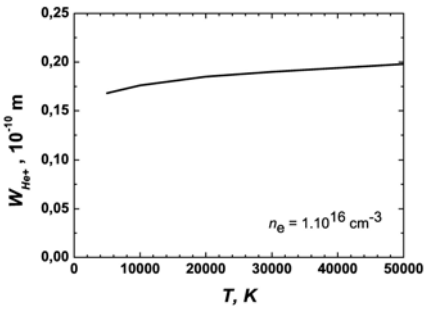


Figure 5: Impact (due to helium ion collisions) width of Ar I 737.2 nm spectral line versus the temperature for the electron density 10^{16} cm^{-3}.

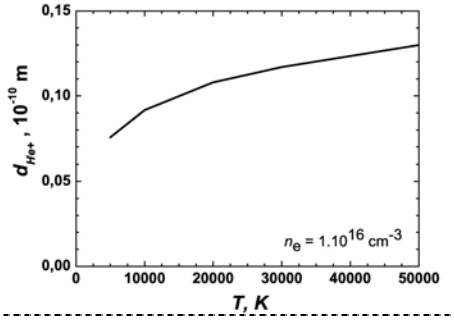


Figure 6: Impact (due to helium ion collisions) shift of Ar I 737.2 nm spectral line versus the temperature for the electron density 10^{16} cm^{-3}.

In Figs. 1-6 the obtained results for electron-, proton-, and helium ion-impact width and shift for Ar I 737.2 nm line are shown respectively as a function of temperature.

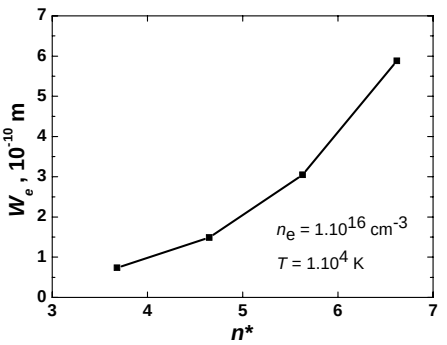


Figure 7: Electron impact widths of Ar I spectral lines within the spectral series versus effective quantum number of the initial energy level.

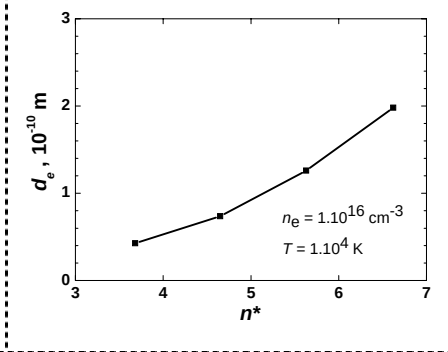


Figure 8: Electron impact shifts of Ar I spectral lines within the spectral series versus effective quantum number of the initial energy level.

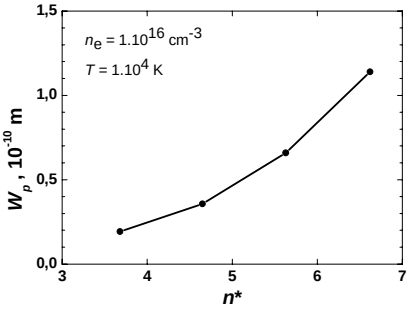


Figure 9: Impact (due to proton collisions) widths of Ar I spectral lines within the spectral series versus effective quantum number of the initial energy level.

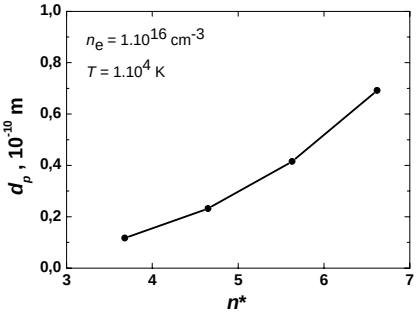


Figure 10: Impact (due to proton collisions) shifts of Ar I spectral lines within the spectral series versus effective quantum number of the initial energy level.

In Figs. 7-10 the electron-, and proton-impact full half widths and shifts for Ar I $3p^5 4p\ ^2[5/2]_3$ - $3p^5 nd\ ^2[7/2]^\circ_4$, n= 5-7 spectral lines, together with the transition $3p^5 4p\ ^2[5/2]_3$ - $3p^5 5d'\ ^2[7/2]^\circ_4$, are presented as a function of the effective quantum number of the upper level of the transition for a temperature of 10 000 K and an electron density of 10^{16} cm^{-3}. We can see a gradual change of Stark broadening parameters within the considered spectral series, enabling the interpolation of new data or critical evaluation of mutual consistency of existing data as in our previous analyses (see e.g. Dimitrijević and Sahal-Bréchot 1996).

Acknowledgments

This work was partially financed by the Technical University – Sofia and is a part of the project 146001 supported by the Ministry of Science and Technological Development of Serbia.

References

Dimitrijević, M. S., Christova, M., Sahal-Bréchot, S.: 2007, *Phys. Scripta*, **75,** 809.
Dimitrijević, M. S., Sahal-Bréchot, S.: 1996, *Phys. Scripta*, **54,** 50.
NIST: 2008, http://physics.nist.gov/
Sahal-Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.*, **1,** 91.
Sahal-Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.*, **2,** 322.

Proc. VI Serbian-Bulgarian Astronomical Conference, Belgrade 7-11 May 2008,
Eds. M. S. Dimitrijević, M. Tsvetkov, L. Č. Popović, V. Golev
Publ. Astr. Soc. "Rudjer Bošković", No. 9, 2009, 157-182

ACTIVITIES OF PARTICIPANTS OF THE PROJECT 146001 "INFLUENCE OF COLLISIONAL PROCESSES ON THE ASTROPHYSICAL PLASMA SPECTRA" - 2006-2007

MILAN S. DIMITRIJEVIĆ

Astronomical Observatory, Volgina 7, 11060 Belgrade, Serbia
e-mail: mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu

Abstract. The review of activities on the project 146001 "Influence of collisional processes on the astrophysical plasma spectra", supported by the Ministry of Science and Technological Development of Serbia from 1st January 2006 up to 31st December 2007 is given, together with the bibliography of published works.

Investigations made from 1st January 2006 up to 31st December 2007 within the frame of the Project „Influence of collisional processes on the astrophysical plasma spectra concern plasma in astrophysics, laboratory and technology and the corresponding modelling, determination and research of atomic and molecular processes, optical properties and spectra, with a particular accent on the role of collisional processes. The particular attention has been paid to the investigation of spectral line profiles, broadened by collisions with charged particles (Stark broadening), which are important for the diagnostic and modelling of stellar plasma, plasma in laboratory and technological plasma. Semiclasical perturbation and Modified semiempirical methods were used, tested and investigated. Stark broadening parameters, line width and shift, were determined for a large number of lines and obtained results are applied for the investigation of its influence in stellar atmospheres.

Participants of the Project published 10 articles in leading international journals (the number of papers is given between parentheses), namely in: Astronomy and Astrophysics (3), Astrophysical Journal (2), Astrophysical Journal Supplement Series (1), Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (1), Spectrochimica Acta B (1), Astronomical Journal (1) and Publications of the Astronomical Society of Pacific (1).

In international journals New Astronomy (3), Physica Scripta (1), Publications of the Astronomical Society of Japan (2), New Astronomy Review (1) and Planetary and Space Science (1), 8 papers are published, and 29 in international journals which are not on SCI list and in books of international publishers.

Other results are: Invited lectures on international conferences published in books of international publishers (9), and other proceedings (7), articles in national journals and books (6), contributions in proceedings of international conferences (17), contributions in proceedings of national conferences (9), abstracts of invited lectures on international conferences (5), abstracts of presentations on international conferences (31), abstracts of invited lectures on national conferences (2), and abstracts of presentations on national conferences (13).

In total, Project participants published 146 bibliographic items, and 116 are related to the Project while 30 are not.

Participants of the Project organized four Conferences and a Summer School, contributing in such a way to the development of scientific collaboration. They are:

1. «DEVELOPMENT OF ASTRONOMY AMONG SERBS IV», Belgrade, 22 – 26. April 2006, M. S. Dimitrijević President of Scientific Committee, member M. Dačić, members of Local Organizing Committee, M. S. Dimitrijević, M. Dačić.
2. 5th BULGARIAN-SERBIAN CONFERENCE ON ASTRONOMY AND SPACE SCIENCE, Sofia, 9 – 12. May, 2006, M. S. Dimitrijević Co-president of Scientific Committee.
3. VI SERBIAN – BELARUSSIAN SYMPOSIUM ON PHYSICS AND DIAGNOSTICS OF LABORATORY AND ASTROPHYSICAL PLASMAS (PDP-VI'2006), Belgrade, 22 – 25. August 2006, M. S. Dimitrijević Co-president of Scientific Committee, members of Local Organizing Committee, N. Milovanović, M. Dačić.
4. 6th SERBIAN CONFERENCE ON SPECTRAL LINE SHAPES IN ASTROPHYSICS, Sremski Karlovci, 11 – 15. June 2007, M. S. Dimitrijević Co-president of Scientific Committee, member D. Jevremović, N. Milovanović, Secretarz of Local Organizing Committee, members M. S. Dimitrijević, M. Dačić, A. Kovačević, Z. Simić.
5. THE FIRST SUMMER SCHOOL IN ASTRONOMY AND GEOPHYSICS, Belgrade, 6 - 10. August 2007, M. S. Dimitrijević Co-president of Scientific Organizing Committee, Secretary A. Kovačević.

During 2006, on the Ptroject were six, and in 2007 seven researchers, six from Astronomical Observatory and Andjelka Kovačević from Mathematical Faculty. The leader of the Project within the considered period was Milan S. Dimitrijević, and the participants are:

1. ***Miodrag Dačić***, (1946) 2006 and 2007 with 20 research months (rm)
2. ***Milan S. Dimitrijević***, (1947) 2006 and 2007 with 24 rm
3. ***Darko Jevremović,*** (1968) 2006 and 2007 with 18 rm
4. ***Andjelka Kovačević***, (1972, MF) 2007 with 8 rm
5. ***Nenad Milovanović,*** (1979) 2006 and 2007 with 24 rm

6. ***Zoran Simić***, (1967) 2006 and 2007 with 24 rm
7. ***Dragana Tankosić***, (1968) 2006 and 2007 with 15 rm



Figure 1: Milan S. Dimitrijević.



Figure 2: Miodrag Dačić.

During two years, seven participants were engaged for 133 research months, i.e. 11.1 years. The average age was around 44 years (or year of birth 1963.9).

The Ministry of Science of Serbia, accepted the project in accordance with the call for projects announced in 2005, and the financial structure of this project within the coinsidered period is given below.

2007.	
• 1. Salaries for the researchers	5 426 944 SD
• 3. Expenses of the institution	1 780 741 SD
• 2. Expenses of the Project	872 764 SD
SUB-TOTAL	8 989 449 SD
2006.	
• 1. Salaries for the researchers	3.965.673 SD
• 2. Expenses of the institution	1.801.954 SD
• 3. Expenses of the Project	885.982 SD
SUB-TOTAL	6.653.608 SD
TOTAL 2006 - 2007.	**14 734 057 SD**
(~185 000 EUR – 1 EUR = 80 SD)	



Figure 3: Andjelka Kovačević.



Figure 4: Dragana Tankosić.



Figure 5: Darko Jevremović.



Figure 6: Nenad Milovanović.



Figure 7: Zoran Simić.

Decisions on expenses for institution were made by director, while decisions concerning expenses for travels, materials and equipments were made on the project level. They were spent for travelling, international collaboration, small equipments, supplies and material.

We wish to underline that results of this project contribute to the presence of Serbia in leading international journals and its involvement to the collective efforts of the whole humanity to develop continuously fundamental sciences as the basis for further progress.

In 2006-2007, investigations of the influence of collisional processes on the astrophysical plasma spectra were performed in several directions. The influence of Stark broadening on the spectra of chemically peculiar A-type stars, white dwarfs and M dwarfs was investigated. Moreover, Stark broadening parameters, not known up to now, for a number of astrophysically interesting spectral lines, were determined. Our objectve is to enable to check the theoretical and laboratory Stark broadening data by stellar spectra observations. We demonstrated this for the first time in Dimitrijević et al. Astron. Astrophys. 469, 681, 2007, where on the basis of observed ionized chromium lines in stellar spectra, we analyzed the reliability of theoretical and experimental results for Stark broadening. Also, synthesizing hydrogen line spectra in M red dwarfs, using the PHOENIX code, we demonstrated how by observations of hydrogen line Stark broadening in stellar spectra one can test the theory for the influence of particular collisional processes on the modelling of stellar spectra (Mihajlov et al. Astron. Astrophys. 471, 671, 2007). The influence of the photodissociative and radiative collisional processes, not taken into account up to now, on the opacity of solar atmospheres was also considered (Mihajlov et al. Astron. Astrophys. 469, 749, 2007), a new method for the gas temperature determination using van der Waals broadening of spectral lines was developped (Yubero et al., Spectrochemica Acta B, 62, 169, 2007) and, using together several computer codes, it was demonstrated, on the example of Ne V, how one can determine Stark broadening parameters *ab initio* (Hamdi et al., Astrophys. J. Suppl., 170, 243, 2007). These are only the most important results and the others could be seen from the bibliography of published papers, given below.

M. S. Dimitrijević was also co-menthor to Magdalena Christova, which on 18 December 2007 defended in Sofia his PhD Thesis.

Within the frame of the Project, was worked on the development of the database for Stark broadening on Astronomical Observatory and Paris observatory in Meudon.

BIBLIOGRAPHY OF SCIENTIFIC WORKS OF THE PARTICIPANTS OF THE PROJECT 146001 DURING 2006-2007

ARTICLES IN LEADING INTERNATIONAL JOURNALS

1. M. M. Abbas, D. Tankosić, P. D. Craven, J. F. Spann, A. Leclair, E. A. West, J. C. Weingartner, A. G. G. M. Tielens, J. A. Nuth, R. P. Camata, P. A. Gerakines: PHOTOELECTRIC EMISSION MEASUREMENTS ON THE ANALOGS OF INDIVIDUAL COSMIC DUST GRAINS, Astrophysical Journal **645** (2006), 324-336.
2. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, J. Kovačević, M. Dačić, D. Ilić: 2007, THE FLUX RATIO OF THE [OIII] λλ 4959,5007 LINES IN AGN: COMPARISON WITH THEORETICAL CALCULATIONS, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, **374,** 1181-1184.
3. C. Yubero, M. S. Dimitrijević, M. C. Garcia, M. D. Calzada: 2007,USING THE VAN DER WAALS BROADENING OF THE SPECTRAL ATOMIC LINES TO MEASURE THE GAS TEMPERATURE OF AN ARGON MICROWAVE PLASMA AT ATMOSPHERIC PRESSURE, Spectrochimica Acta B **62**, 169-176.
4. R. Hamdi, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot: 2007, STARK BROADENING OF THE SPECTRAL LINES OF Ne V, Astrophysical Journal Supplement Series, **170,** 243-250.
5. A. A. Mihajlov, Lj. M. Ignjatović, N. M. Sakan, M. S. Dimitrijević: 2007, THE INFLUENCE OF H_2^+ - PHOTO DISSOCIATION AND$(H + H^+)$ – RADIATIVE COLLISIONS ON THE SOLAR ATMOSPHERE OPACITY IN UV AND VUV REGIONS, Astronomy and Astrophysics **469**, 749-754.
6. M. S. Dimitrijević, T. Ryabchikova, Z. Simić, L. Č. Popović, M. Dačić: 2007, THE INFLUENCE OF STARK BROADENING ON Cr II SPECTRAL LINE SHAPES IN STELLAR ATMOSPHERES, Astronomy and Astrophysics **469**, 681-686.
7. A. A. Mihajlov, D. Jevremović, P. Hauschildt, M. S. Dimitrijević, Lj. M. Ignjatović, F. Alard: 2007, INFLUENCE OF CHEMI-IONIZATION AND CHEMI-RECOMBINATION PROCESSES ON HYDROGEN LINE SHAPES IN M DWARFS, Astronomy and Astrophysics **471**, 671-673.
8. A. Dotter, B. Chaboyer, D. Jevremović, E. Baron, J. W. Ferguson, A. Sarajedini, J. Anderson: 2007, THE ACS SURVEY OF GALACTIC GLOBULAR CLUSTERS. II. STELLAR EVOLUTION TRACKS, ISOCHRONES, LUMINOSITY FUNCTIONS, AND SYNTHETIC HORIZONTAL-BRANCH MODELS, Astronomical Journal **134**, 376-390.

9. A. Dotter, B. Chaboyer, J. W. Ferguson, H. Lee, G. Worthey, D. Jevremović, E. Baron: 2007, STELLAR POPULATION MODELS AND INDIVIDUAL ELEMENT ABUNDANCES. I. SENSITIVITYOF STELLAR EVOLUTION MODELS, Astrophysical Journal **666**, 403-412.
10. A. Kovačević: 2007, GRAVITATIONAL EFFECTS OF MINOR PLANETS AND THEIR MASS DETERMINATION, Publications of the Astronomical Society of Pacific **119**, 134.

ARTICLES IN INTERNATIONAL JOURNALS

1. H. Elabidi, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević: ELECTRON IMPACT BROADENING OF MULTICHARGED ION LINES OF ASTROPHYSICAL INTEREST: Ne VII, Ne VIII, AND Si XI, New Astronomy **12** (2006), 64-70.
2. Z. Simić,. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, M. D. Dačić: STARK BROADENING PARAMETERS FOR Cu III, Zn III AND Se III LINES IN LABORATORY AND STELLAR PLASMA, New Astronomy **12** (2006), 187-191.
3. M. S. Dimitrijević, M. Christova, S. Sahal-Bréchot: 2007, STARK BROADENING OF VISIBLE Ar I SPECTRAL LINES, Physica Scripta, **75,** 809-819.
4. E. Lyratzi, E. Danezis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, D. Nikolaidis, A. Antoniou: 2007, THE COMPLEX STRUCTURE OF THE Mg II lambda 2795.523, 2802.698 A REGIONS OF 64 Be STARS, Publications of the Astronomical Society of Japan, **59**, 357-371.
5. E. Danezis, D. Nikolaidis, E. Lyratzi, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, A. Antoniou, E. Theodossiou: A NEW MODEL FOR THE STRUCTURE OF THE DACs AND SACs REGIONS IN THE Oe AND Be STELLAR ATMOSPHERES, Publications of the Astronomical Society of Japan **59**, (2007), 827-834.
6. A. N. Klyucharev, N. N. Bezuglov, A. A. Matveev, A. A. Mihajlov, Lj. M. Ignjatović, M. S. Dimitrijević: RATE COEFFICIENTS FOR THE CHEMI-IONIZATION PROCESSES IN SODIUM- AND OTHER ALKALI-METAL GEOCOSMICAL PLASMAS, New Astronomy Review, 51 (2007), 547-562.
7. M. M. Abbas, D. Tankosic, P. D. Craven, J. F. Spann, A. Leclair, E. A. West: 2007, LUNAR DUST CHARGING BY PHOTOELECTRIC EMISSION, Planetary and Space Science 55, 953-965.
8. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, Z. Simić, M. Dačić, A. Kovačević, S. Sahal-Bréchot: 2008, STARK BROADENING AND HFS OF Mn II, New Astronomy, **13,** 85-92.

INVITED LECTURES ON INTERNATIONAL CONFERENCES PUBLISHED IN BOOKS AND JOURNALS OF INTERNATIONAL PUBLISHERS

1. E. Danezis, L. Č. Popović, E. Lyratzi, M. S. Dimitrijević: 2006, THE PECULIAR ABSORPTION AND EMISSION PHENOMENA FROM STARS TO QUASARS, in The Physics of Ionized Gases, 23rd Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, Invited Lerctures, Topical Invited Lectures and Progress Reports, eds. Lj. Hadžievski, B. P. Marinković, N. S. Simonović, American Institute of Physics Conference Proceedings **876**, 373-384.
2. A. N. Klyucharev, N. N. Bezuglov, A. A. Matveev, A. A. Mihajlov, Lj. M. Ignjatović, M. S. Dimitrijević: 2007, CHEMI-IONIZATION PROCESSES. ALKALI-METAL GEOCOSMICAL PLASMAS, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 136-141.
3. B. Zmerli, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević: 2007, EXPERIMENTAL AND THEORETICAL DETERMINATION OF TEMPERATURE IN PLASMAS, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 245-251.
4. E. Danezis, A. Antoniou, E. Lyratzi, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, D. Nikolaidis: 2007, THE DACs AND SACs EFFECTS FROM STARS TO QUASARS. SOME FIRST GENERAL NOTICES, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 119-126.
5. M. S. Dimitrijević: 2007, INFLUENCE OF COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES ON SOLAR TYPE STAR SPECTRA; INVESTIGATIONS ON BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY, in Flows, Boundaries, Interactions, eds. C. Dumitrache, V. Mioc, N. A. Popescu, American Institute of Physics Conference Proceedings **934**, 207-213.
6. E. Lyratzi, E. Danezis, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, D. Nikolaidis, A. Antoniou: 2007, THE EVOLUTION OF SOME PHYSICAL PARAMETERS IN THE DACs/SACs REGIONS IN Be STELLAR ATMOSPHERES, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 176-182.
7. A. A. Mihajlov, D. Jevremović, P. Hauschildt, M. S. Dimitrijević, Lj. M. Ignjatović, F. Allard: 2007, THE INFLUENCE OF CHEMI-IONIZATION AND CHEMI-RECOMBINATION PROCESSES ON H LINES IN M DWARF ATMOSPHERES, in "Spectral Line Shapes in

Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 214-217.

8. E. T. Chatzichristou, E. Danezis, L. Č. Popović, E. Lyratzi, M. S. Dimitrijević: 2007, STUDYING THE COMPLEX ABSORPTION AND EMISSION LINES IN AGN SPECTRA, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 65-69.
9. M. Christova, L. Christov, M. S. Dimitrijević: 2007, ON THE BROADENING OF SPECTRAL LINES IN SURFACE WAVE DISCHARGES, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 229-236.

INVITED LECTURES ON INTERNATIONAL CONFERENCES

1. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović: 2006, ACTIVITIES AT BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY ON COLLECTING OF DATA AND THEIR ORGANISATION IN A DATABASE, in Virtual Observatory; Plate Content Digitization, Archive Mining, Image Sequence Processing, eds. M. Tsvetkov, V. Golev, F. Murtagh, R. Molina, Heron Press Science Series, Sofia, 115-123.
2. M. S. Dimitrijević: 2007, COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES AND SPECTRAL LINE SHAPES IN ASTROPHYSICAL PLASMAS – RESEARCH ON BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY 2002-2005, VI Serbian – Belarussian Symposium on Physics and Diagnostics of Laboratory and Astrophysical Plasmas, Invited lectures and contributed papers, Belgrade, Serbia, 22-25 August 2006, eds. M. Ćuk, M. S. Dimitrijević, J. Purić, N. Milovanović, Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade, **82**, 61-70.
3. A. A. Mihajlov, Lj. M. Ignjatović, D. Jevremović, M. S. Dimitrijević, A. N. Klyucharev, A. A. Matveev: 2007, THE INFLUENCE OF THE RESONANT NON-ELASTIC ATOM-RYDBERG ATOM COLLISION PROCESSES ON THE CHARACTERISTICS OF WEAKLY IONIZED PLASMA, Физика низкотемпературной плазмы – 2007, Материалы Всероссийской (с международным участием) конференции (24-28 июня 2007 г.), Издательство ПетрГУ, Петрозаводск, Том 1, 9-12.
4. M. Dačić: 2007, CONTRIBUTION OF BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN ESTABLISHMENT OF MODERN REFERENCE FRAMES, Proceedings of the 5th Bulgarian-Serbian Conference on Astronomy and Space Science, eds. M. K. Tsvetkov, L. G. Filipov, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Heron Press, Sofia, with CD supplemented to Bulgarian Journal of Physics, 34 (2), 131–138.

5. M. S. Dimitrijević: MILUTIN MILANKOVIĆ AND THE ASTRONOMICAL SOLUTION OF THE ICE-AGES PROBLEM, in Historical events and people in aeronomy, geomagnetism and solar-terrestrial Physics, ed. Wilfried Schroeder, Beitraege zur Geschite der Geophysik und Kosmichen Physik, Band VII (2006), Heft 1, AKGGP/SHGCP Science Edition, Bremen, Potsdam 2006, 98-108.
6. E. Danezis, E. Theodossiou, M. S. Dimitrijević, 2006, HEXAMERON OF SAINT BASIL THE GREAT AND COSMOLOGICAL VIEWS OF HIS TIME, Science and Orthodoxy a necessary dialogue, International Congress, Bucharest and Constanza, Romania 22-26 October 2005, eds. Basarab, N., Stavinschi, M., Curtea Veche, Bucharest 2006, 103-109.
7. M. S. Dimitrijević: 2007, INFLUENCE OF COLLISIONAL PROCESSES ON THE ASTROPHYSICAL PLASMA SPECTRA – RESEARCH AT THE BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY, Proceedings of the 5th Bulgarian-Serbian Conference on Astronomy and Space Science, eds. M. K. Tsvetkov, L. G. Filipov, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Heron Press, Sofia, with CD supplemented to Bulgarian Journal of Physics, 34 (2), 49-68.

ABSTRACTS OF INVITED LECTURES ON INTERNATIONAL CONFERENCES

1. M. S. Dimitrijević: INFLUENCE OF COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES ON SPECTRAL LINE SHAPES. RESEARCH AT THE BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY, The 5th Bulgarian-Serbian Conference on Astronomy and Space Science, May 9-12, 2006, Sofia, Programme and Abstracts, eds. M. Tsvetkov, L. Filipov, M. Dimitrijević, L. Popović, Heron Press Science Series, 14.
2. M. S. Dimitrijević, M. K. Tsvetkov: BULGARIAN-SERBIAN COOPERATION IN ASTRONOMY: THE DEVELOPMENT OVER THE LAST 10-YEARS, The 5th Bulgarian-Serbian Conference on Astronomy and Space Science, May 9-12, 2006, Sofia, Programme and Abstracts, eds. M. Tsvetkov, L. Filipov, M. Dimitrijević, L. Popović, Heron Press Science Series, 8.
3. M. S. Dimitrijević: COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES AND SPECTRAL LINE SHAPES IN ASTROPHYSICAL PLASMA – RESEARCH ON BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY 2002 - 2005, VI Serbian – Belarusian Symposium on Physics and Diagnostics of Laboratory and Astrophysical Plasma, Belgrade 22 – 25 August 2006, Abstracts of invited lectures and posters, eds. M. Ćuk, M. S. Dimitrijević, N. Milovanović, Belgrade 2006, 5.
4. M. Dačić: 2006, CONNECTION OF RADIO-INTERFEROMETRIC WITH OPTICAL OBSERVATIONS AND CREATION OF A NEW REFERENCE FRAME FOR POSITION DETERMINATIONS OF CELES-

TIAL OBJECTS, VI Serbian – Belarusian Symposium on Physics and Diagnostics of Laboratory and Astrophysical Plasma, Belgrade 22 – 25 August 2006, Abstracts of invited lectures and posters, eds. M. Ćuk, M. S. Dimitrijević, N. Milovanović, Belgrade 2006.

5. M. Dačić: 2007, CONNECTION OF RADIO-INTERFEROMETRIC WITH OPTICAL OBSERVATIONS AND CREATION OF A NEW REFERENCE FRAME FOR POSITION DETERMINATIONS OF CELESTIAL OBJECTS, VI Serbian – Belarussian Symposium on Physics and Diagnostics of Laboratory and Astrophysical Plasmas, Invited lectures and contributed papers, Belgrade, Serbia, 22-25 August 2006, eds. M. Ćuk, M. S. Dimitrijević, J. Purić, N. Milovanović, Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade, **82**, 59.

ARTICLES IN INTERNATIONAL JOURNALS WHICH ARE NOT ON SCI LIST, AND PUBLISHED IN BOOKS OF INTERNATIONAL PUBLISHERS

1. M. S. Dimitrijević, L. Csillag: 2006, SPECTRAL LINE BROADENING INFLUENCE ON THE MODE STRUCTURE OF THE He – Kr and He – Ar GAS LASERS, Журнал Прикладной Спектроскопии **73**, 405-407.
2. E. Th. Theodossiou, V. N. Manimanis, M. S. Dimitrijević, E. Danezis: 2006, NICEPHOROS GREGORAS: THE GREATEST BZYANTINE ASTRONOMER, Astronomical and Astrophysical Transactions **25** (2006), 105-118.
3. E. Lyratzi, E. Danezis, D. Nikolaidis, A. Antoniou, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, M. Stathopoulou, E. Theodossiou: 2006, A NEW APPROACH FOR THE STRUCTURE OF Hα REGIONS IN 120 BE-TYPE STARS, in "Recent advances in Astronomy and Astrophysics": 7th International conference of the Hellenic Astronomical Society, Ed. N. Solomos, American Institute of Physics Conference Proceedings **848**, 402-406.
4. E. Danezis, D. Nikolaidis, E. Lyratzi, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, M. Stathopoulou, E. Theodossiou, A. Antoniou,: 2006, A NEW MODELLING APPROACH FOR DACs AND SACs REGIONS IN THE ATMOSPHERES OF HOT EMISSIONS STARS, in "Recent advances in Astronomy and Astrophysics": 7th International conference of the Hellenic Astronomical Society, Ed. N. Solomos, American Institute of Physics Conference Proceedings **848**, 380-384.
5. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, M. Stathopoulou, E. Theodossiou: 2006, LONG TERM VARIABILITY OF THE RADIAL VELOCITIES IN THE CORONAL AND POST-CORONAL REGIONS OF THE Oe STAR HD 93521, in "Recent advances in Astronomy and Astrophysics": 7th

International conference of the Hellenic Astronomical Society, Ed. N. Solomos, American Institute of Physics Conference Proceedings **848**, 370-374.

6. A. Kovačević, A. Shapovalova, L. Č. Popović, N. G. Bochkarev, A. N. Burenkov, V. H. Chavushyan: 2007, TIME LAG BETWEEN THE OPTICAL CONTINUUM AND LINE VARIABILITIES OF NGC 4151, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 98-103.
7. M. S. Dimitrijević: 2007, STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES FOR SOLAR AND STELLAR PLASMA RESEARCH, in Solar and Stellar Physics through Eclipses, eds. O. Demircan, S. O. Selam, B. Albayrak Astronomical Society of Pacific Conference Series **370**, 270-273.
8. M. S. Dimitrijević, Z. Simić, A. Kovačević, M. Dačić, S. Sahal-Bréchot: 2007, Te I STARK BROADENING DATA FOR STELLAR PLASMA ANALYSIS, in Flows, Boundaries, Interactions, eds. C. Dumitrache, V. Mioc, N. A. Popescu, American Institute of Physics Conference Proceedings **934**, 202-206.
9. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2007, THE N IV DENSITY REGIONS IN THE SPECTRA OF 20 Oe STARS, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 206-209.
10. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2007, INVESTIGATION OF THE POST-CORONAL DENSITY REGIONS OF Oe STARS, WITH THE N V UV RESONANCE LINES, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 210-213.
11. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2007, LONG TERM VARIABILITY OF THE CORONAL AND POST-CORONAL REGIONS OF THE Oe STAR HD 149757 (ZETA Oph), in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 198-201.
12. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2007, A STATISTICAL STUDY OF PHYSICAL PARAMETERS OF THE C IV DENSITY REGIONS IN 20 Oe STARS, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI

SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 194-197.

13. M. S. Dimitrijević, T. Ryabchikova, Z. Simić, L. Č. Popović, M. Dačić: 2007, STARK BROADENING OF Cr II SPECTRAL LINES IN STELLAR ATMOSPHERES, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimi-trijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 164-169.
14. C. Yubero, M. S. Dimitrijević, M. C. Garcia, M. D. Calzada: 2007, DETERMINATION OF THE GAS TEMPERATURE OF AN ARGON MICROWAVE PLASMA AT ATMOSPHERIC PRESSURE USING VAN DER WAALS BROADENING, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 287-291.
15. R. Mayo, M. Ortiz, M. S. Dimitrijević, Z. Simić: 2007, EXPERIMENTAL AND THEORETICAL STARK WIDTHS FOR Au II, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 284 -286.
16. R. Hamdi, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot: 2007, ATOMIC DATA AND STARK BROADENING PARAMETERS FOR Si VI ION, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 276-279.
17. N. Milovanović, M. S. Dimitrijević: 2007, COWAN CODE AND STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES OF S II, S III AND S IV, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 258-261.
18. M. S. Dimitrijević, T. Ryabchikova, Z. Simić, L. Č. Popović, M. Dačić: 2007, STARK BROADENING OF Cr II SPECTRAL LINES IN STELLAR ATMOSPHERES, in "Spectral Line Shapes in Astrophysics": VI Serbian Conference (VI SCSLSA), Eds. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, American Institute of Physics Conference Proceedings **938**, 164-169.
19. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: 2007, LONG TERM VARIABILITY OF THE CORONAL AND POST-CORONAL REGION OF THE Oe STAR HD 93521, in "UV Astronomy: Stars from Birth to Death": eds. A. I. Gomez de Castro, M. A. Barstow, UCM Editorial Complutense, Madrid, 113-118.
20. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: 2007, A NEW APPROACH FOR DACs AND SACs PHENOMENA IN THE ATMOSPHERES OF HOT

EMISSION STARS, in "UV Astronomy: Stars from Birth to Death": eds. A. I. Gomez de Castro, M. A. Barstow, UCM Editorial Complutense, Madrid, 107-112.

21. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: 2007, HYPER IONISATION PHENOMENA IN THE N V REGION IN 20 Oe STARS, in "UV Astronomy: Stars from Birth to Death": eds. A. I. Gomez de Castro, M. A. Barstow, UCM Editorial Complutense, Madrid, 155-160.
22. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: 2007, HYPER IONISATION PHENOMENA IN THE N IV REGION IN 20 Oe STARS, in "UV Astronomy: Stars from Birth to Death": eds. A. I. Gomez de Castro, M. A. Barstow, UCM Editorial Complutense, Madrid, 149-154.
23. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: 2007, HYPER IONISATION PHENOMENA IN THE C IV REGION IN 20 Oe STARS, in "UV Astronomy: Stars from Birth to Death": eds. A. I. Gomez de Castro, M. A. Barstow, UCM Editorial Complutense, Madrid, 143-148.
24. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: 2007, STUDY OF H alpha REGIONS IN 120 Be-TYPE STARS, in "UV Astronomy: Stars from Birth to Death": eds. A. I. Gomez de Castro, M. A. Barstow, UCM Editorial Complutense, Madrid, 131-136.
25. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: 2007, THE COMPLEX STRUCTURE OF THE Si IV lambda 1393.755, 1402.77 A REGIONS OF 68 Be-TYPE STAR, in "UV Astronomy: Stars from Birth to Death": eds. A. I. Gomez de Castro, M. A. Barstow, UCM Editorial Complutense, Madrid, 137-142.
26. E. Th. Theodossiou, M. S. Dimitrijević, V. N. Manimanis, Th. Grammenos: 2007, HYDOR FROM ANCIENT GREEK COSMOGONIES TO MODERN ASTROPHYSICS, Transdisciplinarity in Science and Religion **1** (2007), 137-152.
27. M. S. Dimitrijević, J. Kovačević, L. Č. Popović, M. Dačić, D. Ilić: 2007, THE FLUX RATIO OF THE [OIII] λλ 4959,5007 LINES IN AGN, in Fifty Years of Romanian Astrophysics, eds. C. Dumitrache, N. A. Popescu, M. D. Suran, V. Mioc, American Institute of Physics Conference Proceedings **895**, 313-316.
28. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, M. Dačić, S. Sahal-Bréchot, A. Kovačević: 2007, ON THE COMMON INFLUENCE OF STARK BROADENING AND HYPERFINE STRUCTURE IN STELLAR SPECTRA: Mn II LINES, in Flows, Boundaries, Interactions, eds. C.

Dumitrache, V. Mioc, N. A. Popescu, American Institute of Physics Conference Proceedings **934**, 195-201.

29. M. M. Abbas, D. Tankosić, P. D. Craven, R. B. Hoover, L. A. Taylor, J. F. Spann, A. Leclair, E. A. West: 2007, MEASUREMENTS OF PHOTOELECTRIC YIELDS OF INDIVIDUAL LUNAR DUST GRAINS, Workshop on Dust in Planetary Systems, September 26-30 2005, Kauai, Hawaii. Eds, Krueger, H. and Graps, A., European Space Agency **SP-643,** 165-170

WORKS IN NATIONAL JOURNALS AND BOOKS

1. М. С. Димитријевић: 2006, МИЛУТИН МИЛАНКОВИЋ, ЧОВЕК КОЈИ ЈЕ ОДГОНЕТНУО ЗАГОНЕТКУ ЛЕДЕНИХ ДОБА, Настава и историја, Нова серија, IV, 5, 19-30.
2. Емануел Данезис, Ефстратиос Теодосиу, Милан С. Димитријевић: 2007, КОСМОЛОШКА ПИТАЊА У «БЕСДАМА НА ШЕСТОДНЕВ» ВАСИЛИЈА ВЕЛИКОГ, Антика и савремени свет, Зборник радова, Друштво за античке студије Србије, Архив Срема, Београд 2007, 80-88.
3. E. Theodossiou, V. N. Manimanis, M. S. Dimitrijević, E. Danezis: 2007, RIGAS VELESTINLIS: A VISIONARY PIONEER OF GREEK ENLIGHTENMENT AND MARTYR OF FREEDOM, Phlogiston, 14, 2006 (Beograd 2007), 19-35.
4. Емануел Данезис, Ефстратиос Теодосиу, Милан С. Димитријевић: 2007, КОСМОЛОШКА ПИТАЊА У «БЕСДАМА НА ШЕСТОДНЕВ» ВАСИЛИЈА ВЕЛИКОГ, Свеске, Панчево 2007, **83**, 59-62..
5. E. Theodossiou, V. N. Manimanis, M. S. Dimitrijević, E. Danezis: 2007, ΡΗΓΑΣ ΒΕΛΕΣΤΙΝΛΗΣ ΟΡΑΜΑΤΙΣΤΗΣ, ΠΡΟΔΡΟΜΟΣ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΔΙΑΦΩΤΙΣΜΟΥ & ΜΑΡΤΥΡΑΣ ΤΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ, Αφιερωμα σρτα 250 ηρονια απο τη γεννηση του, Αεροπος, Νοεμβριου – Δεκεμβριου 2007, 1 α – 16 α.
6. Милан С. Димитријевић: 2007, КОСМИЧКИ МОТИВИ У СРПСКОЈ СРЕДЊОВЕКОВНОЈ НУМИЗМАТИЦИ I, Динар, бр. 29, Београд 2007, 21-23.

CONTRIBUTIONS IN PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL CONFERENCES

1. E. Danezis, A. Antoniou, L. Popović, M. Dimitrijević, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, A. Soulikias, E. Theodossiou: 2006, SATELLITE ABSORPTION COMPONENTS OF THE UV SPECTRAL LINES Si IV, C IV, N V AND N IV IN THE ATMOSPHERE OF THE Oe STAR HD 175754, in: The Many Scales in the Universe, JENAM 2004 Astrophysics Reviews, eds. J. C. Del Toro Iniesta, E. J. Alfaro, J. G. Gorgas, E. Salvador-Sole, H. Butcher, Springer, compact disk 3P16.

2. E. Danezis, E. Lyratzi, L. Popović, M. Dimitrijević, G. Christou, A. Soulikias, A. Antoniou: 2006, SATELLITE ABSORPTION COMPONENTS OF THE UV SPECTRAL LINES Si IV, C IV, N V AND N IV IN THE ATMOSPHERE OF THE Oe STAR HD 66811 (ζ PUP), in: The Many Scales in the Universe, JENAM 2004 Astrophysics Reviews, eds. J. C. Del Toro Iniesta, E. J. Alfaro, J. G. Gorgas, E. Salvador-Sole, H. Butcher, Springer, compact disk 3P17.
3. M. S. Dimitrijević, M. Dačić, Z. Cvetković, Z. Simić: 2006, ON THE CONTRIBUTION OF COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES TO THE Ga I LINE PROFILES IN CHEMICALLY PECULIAR STARS, in: The Many Scales in the Universe, JENAM 2004 Astrophysics Reviews, eds. J. C. Del Toro Iniesta, E. J. Alfaro, J. G. Gorgas, E. Salvador-Sole, H. Butcher, Springer, compact disk 3P21.
4. E. Lyratzi, E. Danezis, L. Popović, M. Dimitrijević, E. Theodossiou, D. Nikolaidis, A. Antoniou, A. Soulikias: 2006, THE COMPLEX STRUCTURE OF THE Si IV λλ 1393.73, 1402.73 A REGIONS OF 42 BeV STARS, in: The Many Scales in the Universe, JENAM 2004 Astrophysics Reviews, eds. J. C. Del Toro Iniesta, E. J. Alfaro, J. G. Gorgas, E. Salvador-Sole, H. Butcher, Springer, compact disk 3P89
5. N. Milovanović, M. S. Dimitrijević: 2006, COWAN CODE AND STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES, 23rd Summer School and International Symposium on the Physics of the Ionized Gases, August 28 – September 1st 2006, Kopaonik, Serbia, Contributed papers & abstracts of invited lectures, topical invited lectures and progress reports, eds. N. S. Simonović, B. P. Marinković, Lj. Hadžievski, Institute of Physics, Belgrade, 531-534.
6. M. Christova, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot, N. Andreev: 2006, ON STARK WIDTHS OF Ar I LINES IN THE OPTICAL PART OF THE SPECTRUM, 23rd Summer School and International Symposium on the Physics of the Ionized Gases, August 28 – September 1st 2006, Kopaonik, Serbia, ed Contributed papers & abstracts of invited lectures, topical invited lectures and progress reports, s. N. S. Simonović, B. P. Marinković, Lj. Hadžievski, Institute of Physics, Belgrade, 295-298.
7. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, M. Dačić: 2006, ON THE STARK BROADENING PARAMETERS FOR Se III LINES IN LABORATORY AND STELLAR PLASMA, 23rd Summer School and International Symposium on the Physics of the Ionized Gases, August 28 – September 1st 2006, Kopaonik, Serbia, Contributed papers & abstracts of invited lectures, topical invited lectures and progress reports, eds. N. S. Simonović, B. P. Marinković, Lj. Hadžievski, Institute of Physics, Belgrade, 535-538.
8. A. A. Mihajlov, D. Jevremović, Z. Simić, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, M. Dačić: 2006, INFLUENCE OF THE CHEMI IONIZATION AND

CHEMI RECOMBINATION PROCESSES ON HYDROGEN LINE SHAPES IN M DWARFS, 23rd Summer School and International Symposium on the Physics of the Ionized Gases, August 28 – September 1st 2006, Kopaonik, Serbia, Contributed papers & abstracts of invited lectures, topical invited lectures and progress reports, eds. N. S. Simonović, B. P. Marinković, Lj. Hadžievski, Institute of Physics, Belgrade, 567-570.

9. E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, A. Antoniou, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2006, THE SACS BROADENING, 23rd Summer School and International Symposium on the Physics of the Ionized Gases, August 28 – September 1st 2006, Kopaonik, Serbia, Contributed papers & abstracts of invited lectures, topical invited lectures and progress reports, eds. N. S. Simonović, B. P. Marinković, Lj. Hadžievski, Institute of Physics, Belgrade, 571-574.
10. E. Lyratzi, E. Danezis, D. Nikolaidis, A. Antoniou, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: 2006, THE PHOTOSPHERIC AND THE RESPECTIVE Si IV REGIONS – ROTATIONAL VELOCITIES IN 27 Be STARS, 23rd Summer School and International Symposium on the Physics of the Ionized Gases, August 28 – September 1st 2006, Kopaonik, Serbia, Contributed papers & abstracts of invited lectures, topical invited lectures and progress reports, eds. N. S. Simonović, B. P. Marinković, Lj. Hadžievski, Institute of Physics, Belgrade, 575-578.
11. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodosiou: 2006, THE PHOTOSPHERIC AND THE RESPECTIVE C IV REGIONS – ROTATIONAL VELOCITIES IN 20 Oe STARS, 23rd Summer School and International Symposium on the Physics of the Ionized Gases, August 28 – September 1st 2006, Kopaonik, Serbia, Contributed papers & abstracts of invited lectures, topical invited lectures and progress reports, eds. N. S. Simonović, B. P. Marinković, Lj. Hadžievski, Institute of Physics, Belgrade, 579-582.
12. D. Nikolaidis, E. Danezis, E. Lyratzi, A. Antoniou, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: 2006, A STUDY OF DACS AND SACS REGIONS IN THE ATMOSPHERES OF HOT EMISSIONS STARS, 23rd Summer School and International Symposium on the Physics of the Ionized Gases, August 28 – September 1st 2006, Kopaonik, Serbia, Contributed papers & abstracts of invited lectures, topical invited lectures and progress reports, eds. N. S. Simonović, B. P. Marinković, Lj. Hadžievski, Institute of Physics, Belgrade, 583-586.
13. J. Kovačević, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, M. Dačić, E. Bon: 2006, THE FLUX RATIO OF THE [OIII] ll 4959, 5007 A LINES IN AGNS: MEASUREMENTS VS. THEORY, 23rd Summer School and International Symposium on the Physics of the Ionized Gases, August 28 – September 1st 2006, Kopaonik, Serbia, Contributed papers & abstracts of invited lectures, topical invited lectures and progress reports, eds. N. S.

Simonović, B. P. Marinković, Lj. Hadžievski, Institute of Physics, Belgrade, 603-606.

14. A. Kovačević: 2007, ASTEROID CLOSE ENCOUNTERS WITH (704) INTERAMNIA, VI Serbian – Belarussian Symposium on Physics and Diagnostics of Laboratory and Astrophysical Plasmas, Invited lectures and contributed papers, Belgrade, Serbia, 22-25 August 2006, eds. M. Ćuk, M. S. Dimitrijević, J. Purić, N. Milovanović, Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade, **82**, 241-243.
15. M. S. Dimitrijević, M. K. Tsvetkov: 2007, BULGARIAN-SERBIAN COOPERATION IN ASTRONOMY: THE LAST 10 YEARS OF DEVELOPMENT, Proceedings of the 5th Bulgarian'Serbian Conference on Astronomy and Space Science, eds. M. K. Tsvetkov, L. G. Filipov, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Heron Press, Sofia, with CD supplemented to Bulgarian Journal of Physics, 34 (2), 5-12.
16. M. Christova, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot, N. Andreev: 2007, ON THE STARK BROADENING OF VISIBLE Ar I LINES FOR ASTROPHYSICAL PLASMA ANALYSIS AND MODELLING, Proceedings of the 5th Bulgarian'Serbian Conference on Astronomy and Space Science, eds. M. K. Tsvetkov, L. G. Filipov, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Heron Press, Sofia, with CD supplemented to Bulgarian Journal of Physics, 34 (2), 187-191.
17. Z. Simić, M. S. Dimitrijević: 2007, STARK BROADENING MECHANISM IN HOT STELLAR ATMOSPHERES, Proceedings of the 5th Bulgarian'Serbian Conference on Astronomy and Space Science, eds. M. K. Tsvetkov, L. G. Filipov, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Heron Press, Sofia, with CD supplemented to Bulgarian Journal of Physics, 34 (2), 409-414.

CONTRIBUTIONS IN PROCEEDINGS OF NATIONAL CONFERENCES

1. E. Th. Theodossiou, V. N. Manimanis, M. S. Dimitrijević, E. Danezis: 2006, THE GREATEST BYZANTINE ASTRONOMER NICEPHOROS GREGORAS AND SERBS, Proc. XIV Nat. Conf. Astron. Serbia and Montenegro, Belgrade, October 12/15, 2005, eds. Z. Knežević, Z. Cvetković, M. M. Ćirković, Publ. Astron. Obs. Belgrade **80**, 269-274.
2. Z. Simić: 2006, INFLUENCE OF IMPACTS WITH CHARGED PARTICLES ON Cd I AND F III SPECTRAL LINES IN STELLAR PLASMA, Proc. XIV Nat. Conf. Astron. Serbia and Montenegro, Belgrade, October 12/15, 2005, eds. Z. Knežević, Z. Cvetković, M. M. Ćirković, Publ. Astron. Obs. Belgrade **80**, 99-104.
3. A. Kovačević: 2006, GRAVITATIONAL INFLUENCE OF ASTEROIDS AND DETERMINATION OF THEIR MASSES, Proc. XIV Nat. Conf. Astron. Serbia and Montenegro, Belgrade, October 12/15, 2005, eds. Z.

Knežević, Z. Cvetković, M. M. Ćirković, Publ. Astron. Obs. Belgrade **80**, 197-202.

4. Милан С. Димитријевић: 2007, ИЗВЕШТАЈИ О РАДУ ВЕЛИКОГ И МАЛОГ РЕФРАКТОРА 1998-2002, Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба IV», Београд, 22 – 26. април 2006, Уредник Милан С. Димитријевић, Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић» Св. 7, Београд 2007, 51-81.
5. Милан С. Димитријевић: 2007, АКТИВНОСТИ САРАДНИКА ПРОЈЕКТА 1195 «УТИЦАЈ СУДАРНИХ ПРОЦЕСА НА СПЕКТРЕ АСТРОФИЗИЧКЕ ПЛАЗМЕ» - 2002-2005, Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба IV», Београд, 22 – 26. април 2006, Уредник Милан С. Димитријевић, Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић» Св. 7, Београд 2007, 83-131.
6. Милан С. Димитријевић, Ефстратиос Теодосиу: 2007, НАЈВЕЋИ ВИЗАНТИЈСКИ АСТРОНОМ НИЋИФОР ГРИГОРА И СРБИ, Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба IV», Београд, 22 – 26. април 2006, Уредник Милан С. Димитријевић, Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић» Св. 7, Београд 2007, 247-256.
7. Емануел Данезис, Ефстратиос Теодосиу, Милан С. Димитријевић: 2007, КОСМОЛОГИЈА У «БЕСДАМА НА ШЕСТОДНЕВ» ВАСИЛИЈА ВЕЛИКОГ И УТИЦАЈ ОВОГ ДЕЛА КОД СРБА, Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба IV», Београд, 22 – 26. април 2006, Уредник Милан С. Димитријевић, Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић» Св. 7, Београд 2007, 453-460.
8. Милан С. Димитријевић: 2007, КОСМИЧКИ МОТИВИ У СРПСКОЈ СРЕДЊОВЕКОВНОЈ НУМИЗМАТИЦИ, Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба IV», Београд, 22 – 26. април 2006, Уредник Милан С. Димитријевић, Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић» Св. 7, Београд 2007, 461-476.
9. Миодраг Дачић: 2007, СТЕВАН П. БОШКОВИЋ КАО ВРСНИ ПОСМАТРАЧ, Зборник радова конференције «Развој астрономије код Срба IV», Београд, 22 – 26. април 2006, Уредник Милан С. Димитријевић, Публикације Астрономског друштва «Руђер Бошковић» Св. 7, Београд 2007, 409-414.

ABSTRACTS IN PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL CONFERENCES

1. M. S. Dimitrijević: 2006, STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES FOR SOLAR AND STELLAR PLASMA RESEARCH, Solar and Stellar Physics through Eclipses, Side, Antalya, 27-29 March 2006, Abstract book, 14.
2. M. Abbas, D. Tankosić, P. Craven, R. Hoover, L. Taylor, J. Spann, A. Leclair, E. West: 2006, LABORATORY MEASUREMENTS OF OP-

TICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF INDIVIDUAL LUNAR DUST GRAINS, 36th COSPAR Scientific Assembly, 16 - 23 July 2006, Beijing, China. Meeting abstract from the CDROM, #3238.

3. M. Abbas, D. Tankosić, P. Craven, R. Hoover, L. Taylor, J. Spann, A. Leclair, E. West: 2006, PHOTOELECTRIC EMISSION MEASUREMENTS ON APOLLO 17 LUNAR DUST GRAINS, 37th Annual Lunar and Planetary Science Conference, March 13-17, 2006, League City, Texas, abstract no.1415.
4. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, M. D. Dačić: 2006, STARK BROADENING MECHANISM IN HOT STELLAR ATMOSPHERES, The 5th Bulgarian-Serbian Conference on Astronomy and Space Science, May 9-12, 2006, Sofia, Programme and Abstracts, eds. M. Tsvetkov, L. Filipov, M. Dimitrijević, L. Popović, Heron Press Science Series 40.
5. N. Milovanović, M. S. Dimitrijević: 2006, COWAN CODE AND DATA FOR SPECTRAL LINE BROADENING, The 5th Bulgarian-Serbian Conference on Astronomy and Space Science, May 9-12, 2006, Sofia, Programme and Abstracts, eds. M. Tsvetkov, L. Filipov, M. Dimitrijević, L. Popović, Heron Press Science Series 36.
6. M. Christova, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot, N. Andreev: 2006, ON THE STARK BROADENING OF VISIBLE Ar I LINES FOR ASTROPHYSICAL PLASMA ANALYSIS AND MODELLING, The 5th Bulgarian-Serbian Conference on Astronomy and Space Science, May 9-12, 2006, Sofia, Programme and Abstracts, eds. M. Tsvetkov, L. Filipov, M. Dimitrijević, L. Popović, Heron Press Science Series 25
7. N. Milovanović, M. S. Dimitrijević: 2006, COWAN CODE AND STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES, VI Serbian – Belarusian Symposium on Physics and Diagnostics of Laboratory and Astrophysical Plasma, Belgrade 22 – 25 August 2006, Abstracts of invited lectures and posters, eds. M. Ćuk, M. S. Dimitrijević, N. Milovanović, Belgrade 2006, 25.
8. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2006, LONG TERM VARIABILITY OF THE CORONAL AND POST – CORONAL REGIONS OF THE Oe STAR HD 93521, International Astronomical Union, XXVIth General Assembly, August 14-25, 2006, Prague, Abstract book, JD04-4, 292.
9. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2006, HYPER IONIZATION PHENOMENA IN THE C IV REGION OF 20 Oe STARS, International Astronomical Union, XXVIth General Assembly, August 14-25, 2006, Prague, Abstract book, JD04-5, 292.
10. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2006, HYPER IONIZATION PHENOMENA IN THE N IV REGION OF 20 Oe STARS, International Astronomical Union,

XXVIth General Assembly, August 14-25, 2006, Prague, Abstract book, JD04-6, 293.

11. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2006, HYPER IONIZATION PHENOMENA IN THE N V REGION OF 20 Oe STARS, International Astronomical Union, XXVIth General Assembly, August 14-25, 2006, Prague, Abstract book, JD04-7, 293.
12. E. Lyratzi, E. Danezis, A. Antoniou, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2006, STUDY OF Hα REGIONS IN 120 Be-TYPE STARS, International Astronomical Union, XXVIth General Assembly, August 14-25, 2006, Prague, Abstract book, JD04-9, 293.
13. E. Lyratzi, E. Danezis, A. Antoniou, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2006, THE COMPLEX STRUCTURE OF THE Si IV λλ 1393.755, 1402.77 A REGIONS OF 68 Be-TYPE STARS, International Astronomical Union, XXVIth General Assembly, August 14-25, 2006, Prague, Abstract book, JD04-10, 294.
14. D. Nikolaidis, E. Danezis, E. Lyratzi, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: 2006, A NEW APPROACH FOR DACs AND SACs PHENOMENA IN THE ATMOSPHERES OF HOT EMISSION STARS, International Astronomical Union, XXVIth General Assembly, August 14-25, 2006, Prague, Abstract book, JD04-11, 294.
15. E. Danezis, E. Theodossiou, M. S. Dimitrijević, 2006, COSMOLOGICAL QUESTIONS IN THE »HOMILIES ON HEXAMERON« OF SAINT BASIL THE GREAT, Антика и савремени свет, Међународни научни скуп, Књига резимеа, Сремски Карловци, Сремска Митровица, 3. и 4. новембар 2006, Друштво за античке студије Србије, Карловачка гимназија, Архив Срема, п. 9.
16. M. S. Dimitrijević: 2007, VARIATIONS OF THE SOLAR IRRADIATION OF THE EARTH AND MILUTIN MILANKOVIĆ, Geophysical Research Abstracts 9, (European Geophysical Union Conference, Vienna 15-20 April, 2007) EGU2007-A-00275.
17. L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, M. Dačić, Z. Simić, A. Kovačević, S. Sahal-Bréchot: 2007, ON THE COMMON INFLUENCE OF STARK BROADENING AND HYPERFINE STRUCTURE IN STELLAR SPECTRA: Mn II LINES, Workshop on Flows, Boundaries, Interactions, Sinaia 3-5 May 2007 (erroneously on the booklet 4-5 May 2007 Bucharest) 11.
18. M. S. Dimitrijević, Z. Simić, A. Kovačević, M. Dačić, S. Sahal-Bréchot: 2007, Te I STARK BROADENING DATA FOR STELLAR PLASMA ANALYSIS, Workshop on Flows, Boundaries, Interactions, Sinaia 3-5 May 2007 (erroneously on the booklet 4-5 May 2007 Bucharest) 12.
19. M. S. Dimitrijević: 2007, INFLUENCE OF COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES ON SOLAR TYPE STARS SPECTRA – INVESTIGATIONS ON BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY, Work-

shop on Flows, Boundaries, Interactions, Sinaia 3-5 May 2007 (erroneously on the booklet 4-5 May 2007 Bucharest) 12.

20. Z. Simić, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, M. D. Dačić, A. Kovačević, S. Sahal-Bréchot: 2007, ON THE STARK BROADENING OF Mn II LINES FOR CP STAR CONDITIONS, CP#Ap Workshop, 10-14 September 2007, Abstract book, eds. M. Netopil, E. Paunzen, Institute of Astronomy, University Vienna, Austria, 46.
21. M. S. Dimitrijević, Z. Simić, A. Kovačević, M. D. Dačić, S. Sahal-Bréchot: 2007, ON THE STARK BROADENING OF Te I SPECTRAL LINES FOR CP STAR PLASMA ANALYSIS, CP#Ap Workshop, 10-14 September 2007, Abstract book, eds. M. Netopil, E. Paunzen, Institute of Astronomy, University Vienna, Austria, 38.
22. M. S. Dimitrijević, T. Ryabchikova, Z. Simić, L. Č. Popović, M. D. Dačić: 2007, ELECTRON-IMPACT BROADENING OF IONIZED CHROMIUM LINES FOR Ap STAR ATMOSPHERES ANALYSIS, CP#Ap Workshop, 10-14 September 2007, Abstract book, eds. M. Netopil, E. Paunzen, Institute of Astronomy, University Vienna, Austria, 37-38.
23. E. Th. Theodossiou, M. S. Dimitrijević, V. N. Manimanis, T. Grammenos: 2007, "ΥΔΟΡ" FROM ANCIENT GREEK COSMOGONIES TO MODERN ASTROPHYSICS ("ΥΔΟΡ" ОД СТАРИХ ГРЧКИХ КОСМОГОНИЈА ДО МОДЕРНЕ АСТРОФИЗИКЕ), Европске идеје, античка цивилизација и српска култура, Међународни научни скуп, књига резимеа, Друштво за античке студије, Сремски Карловци, Сремска Митровица, Београд, 28-30. септембар 2007, 26-27.
24. E. Th. Theodossiou, V. N. Manimanis, S. Goyette, M. S. Dimitrijević: 2007, CONSTELATION MYTHOLOGY AND ART (МИТОЛОГИЈА САЗВЕЖЂА И УМЕТНОСТ), Европске идеје, античка цивилизација и српска култура, Међународни научни скуп, књига резимеа, Друштво за античке студије, Сремски Карловци, Сремска Митровица, Београд, 28-30. септембар 2007, 27-28.
25. M. M. Abbas, D. Tankosić, J. F. Spann, J. M. Dube, J. A. Gaskin: 2007, LABORATORY MEASUREMENTS OF CHARGING OF APOLLO 17 LUNAR DUST GRAINS BY LOW ENERGY ELECTRONS, American Geophysical Union, Fall Meeting 2007, abstract #AE31A-0039.
26. A. Dotter, B. Chaboyer, E. Baron, J. W. Ferguson, D. Jevremović, H. Lee, G. Worthey: 2007, SELF-CONSISTENT STELLAR EVOLUTION MODELS WITH UPDATED PHYSICS AND VARIABLE ABUNDANCES, 2007 AAS/AAPT Joint Meeting, American Astronomical Society Meeting 209, #40.03; Bulletin of the American Astronomical Society **38**, 958.
27. B. C. Chaboyer, A. Dotter, E. Baron, J. W. Ferguson, D. Jevremović, A.. Sarajedini: 2007, THE HST/ACS SURVEY OF GALACTIC GLO-

BULAR CLUSTERS: NEW STELLAR EVOLUTION TRACKS, ISOCHRONES AND LUMINOSITY FUNCTIONS, 2007 AAS/AAPT Joint Meeting, American Astronomical Society Meeting 209, #100.10; Bulletin of the American Astronomical Society **38**, 1044.

28. Hyun-chul Lee, G. Worthey, A. Dotter, B. Chaboyer, D. Jevremović, E. Baron, M. Briley, J. W. Ferguson, P. Coelho, S. C. Trager, J. Serven: 2007, STELLAR POPULATION MODELS WITH FLEXIBLE CHEMISTRY, American Astronomical SocietyAAS Meeting #211, #79.03.
29. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2007, HYPER IONIZATION PHENOMENA IN THE C IV REGION OF 20 Oe STARS, Highlights of Astronomy, Vol. 14, as presented at the IAU XXVI General Assembly, 2006, ed. K. A. van der Hucht, International Astronomical Union, Cambridge University Press, 2007, 179.
30. E. Lyratzi, E. Danezis, A. Antoniou, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2007, STUDY OF Hα REGIONS IN 120 Be-TYPE STARS, Highlights of Astronomy, Vol. 14, as presented at the IAU XXVI General Assembly, 2006, ed. K. A. van der Hucht, International Astronomical Union, Cambridge University Press, 2007, 180.
31. D. Nikolaidis, E. Danezis, E. Lyratzi, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević, E. Theodossiou: 2007, A NEW APPROACH FOR DACs AND SACs PHENOMENA IN THE ATMOSPHERES OF HOT EMISSION STARS, Highlights of Astronomy, Vol. 14, as presented at the IAU XXVI General Assembly, 2006, ed. K. A. van der Hucht, International Astronomical Union, Cambridge University Press, 2007, 180.

ABSTRACTS OF INVITED LECTURES IN PROCEEDINGS OF NATIONAL CONFERENCES

1. E. Danezis, L. Č. Popović, E. Lyratzi, M. S. Dimitrijević: 2007, THE DACs AND SACs EFFECTS FROM STARS TO QUASARS. SOME FIRST GENERAL NOTICES, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 16.
2. A. N. Klyucharev, N. N. Bezuglov, A. A. Matveev, A. A. Mihajlov, Lj. M. Ignjatović, M. S. Dimitrijević: 2007, CHEMI-IONIZATION PROCESSES: ALKALI-METAL GEOCOSMICAL PLASMAS, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 17.

ABSTRACTS IN PROCEEDINGS OF NATIONAL CONFERENCES

1. M. S. Dimitrijević, J. Kovačević, L. Č. Popović, E. Bon, M. Dačić: 2006, ON THE FLUX RATIO OF [OIII] 5007, 4959 A LINES IN AGNS, Fifty years of Romanian astrophysics, Bucharest, 26-30 September 2006, 26.
2. E. Chatzichristou, E. Danezis, L. Č. Popović, E. Lyratzi, M. S. Dimitrijević: 2007, STUDYING THE COMPLEX ABSORPTION AND EMISSION LINES IN AGN SPECTRA, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 29.
3. M. S. Dimitrijević, T. Ryabchikova, Z. Simić, L. Č. Popović, M. Dačić, 2007, STARK BROADENING OF Cr II SPECTRAL LINES IN STELLAR ATMOSPHERES, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 30.
4. E. Lyratzi, E. Danezis, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, D. Nikolaidis, A. Antoniou: 2007, THE EVOLUTION OF SOME PHYSICAL PARAMETERS IN THE DACs/SACs REGIONS IN BeSTELLAR ATMOSPHERES, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 33.
5. N. Milovanović, M. S. Dimitrijević: 2007, COWAN CODE AND STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES OF S II, S III AND S IV, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 34.
6. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2007, A STATISTICAL STUDY OF PHYSICAL PARAMETERS OF THE C IV DENSITY REGIONS IN 20 Oe STARS, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 39.
7. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2007, INVESTIGATION OF THE POST CORONAL DENSITY REGIONS OF Oe STARS, THROUGH THE N V UV RESONANCE LINES, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 40.

8. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2007, LONG TERM VARIABILITY OF THE CORONAL AND POST'CORONAL REGIONS OF THE Oe STAR HD 149757 (zeta Oph), VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 41.
9. A. Antoniou, E. Danezis, E. Lyratzi, D. Nikolaidis, L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević: 2007, THE N IV DENSITY REGIONS IN THE SPECTRA OF 20 Oe STARS, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 42.
10. R. Hamdi, N. Ben Nessib, M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot: 2007, ATOMIC DATA AND STARK BROADENING PARAMETERS FOR Si VI IONS, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 46.
11. R. Mayo, M. Ortiz, M. S. Dimitrijević, Z. Simić: 2007, EXPERIMENTAL AND THEORETICAL STARK WIDTHS FOR Au II, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 49.
12. A. Mihajlov, D. Jevremović, P. Hauschildt, M. S. Dimitrijević, Lj. M. Ignjatović: 2007, THE INFLUENCE OF ION-ATOM AND ATOM-RYDBERG ATOM PROCESSES TO THE CONTINUOUS AND LINE SPECTRA OF STELLAR ATMOSPHERES, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 51.
13. C. Yubero, M. S. Dimitrijević, M. C. Garcia, M. D. Calzada: 2007, DETERMINATION OF THE GAS TEMPERATURE OF AN ARGON MICROWAVE PLASMA AT ATMOSPHERIC PRESSURE USING VAN DER WAALS BROADENING, VI Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics (VI SCSLSA), Sremski Karlovci 11-15 June 2007, Program and abstracts, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Astronomical Observatory, Belgrade 2007, 54.

Proc. VI Serbian-Bulgarian Astronomical Conference, Belgrade 7-11 May 2008,
Eds. M. S. Dimitrijević, M. Tsvetkov, L. Č. Popović, V. Golev
Publ. Astr. Soc. "Rudjer Bošković", No. 9, 2009, 199-203

THE ROLE OF OPTICAL Fe II ^{4}F, ^{6}S AND ^{4}G GROUP OF LINES IN AGN SPECTRA

JELENA KOVAČEVIĆ, LUKA Č. POPOVIĆ
and MILAN S. DIMITRIJEVIĆ

Astronomical Observatory, Volgina 7, 11060 Belgrade, Serbia
e-mail: jkovacevic@aob.bg.ac.yu, lpopovic@aob.bg.ac.yu,
mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu

Abstract. In order to investigate the Fe II emission lines we have used sample of 111 AGN (SDSS). The strongest Fe II (λλ4400-5400 Å) lines are separated into three group according to the lower level of transition (^{4}F, ^{6}S and ^{4}G) and fited with calculated template. We analyzed correlations between properties of those Fe II groups and other considered lines in spectra. We found that Fe II emission probabbly originate from Intermediate Line Region (ILR), which is between NLR and BLR.

1. INTRODUCTION

Optical Fe II (λλ4400-5400 Å) lines are one of the most interesting features of AGN spectra. Origin of the optical Fe II - their extreme emission and geometrical place of the Fe II emission region in AGN, are still open questions. Extreme Fe II emission can not be explained with standard photoionization models. Those models may account only for the line ratio of Fe II 4570/Hβ < 6, but in observed spectra it goes from 0 to 30. Also, there are many correlations of the Fe II lines and other AGN spectra properties which need physical explanation. It is established that Fe II emission depends on the radio, X and IR properties of AGN (Joly, 1991; Lawrence et al., 1998; Terlevich and Macchetto, 1993). Boroson and Green (1992) have found a few new correlations among equivalent width (EW) of Fe II and some properties of other lines. The most interesting are anticorrelations among EW Fe II and EW [O III]/EW Hβ .

In order to investigate correlations of properties of Fe II emission lines, we separated the 29 strongest Fe II (λλ4400-5400 Å) lines into three groups of lines, according to their lower levels of transition: $3d^6(^3F2)4s$ **^{4}F**, $3d^54s^2$ **^{6}S** and $3d^6$ (^{3}G)4s **^{4}G** (in further text **^{4}F**, **^{6}S** and **^{4}G** group of lines). We analyzed separately relations of each group of Fe II lines with other lines in AGN spectra, in order to connect the Fe II atom structure with physical properties of AGN.

2. THE SAMPLE AND ANALYSIS

We selected 111 AGN spectra from the Date Release Six (DR6) of the SDSS Database. Our sample is chosen by the following criteria: high signal to noise ratio (S/N>20), good quality of pixels, small contribution of stellar component and a good coverage (near uniform) of redshifts from 0 to 0.7. As result, our sample contains 111 spectra, from which 58 have all Balmer lines, and the rest have no Hα line because of redshifts. Spectra are corrected for Galactic reddening, using procedure described in paper Schlegel et al. (1998), Appendix B. Continuum emission is substracted by DIPSO software. We considered two spectral ranges: λλ4400-5500 Å and λλ6400-6800 Å. In the first range, dominant lines are numerous Fe II lines, [O III] λλ4959, 5007 Å, Hβ and He II λ4686 Å. In the second range, we observed Hα and [N II] λλ6548, 6583 Å.

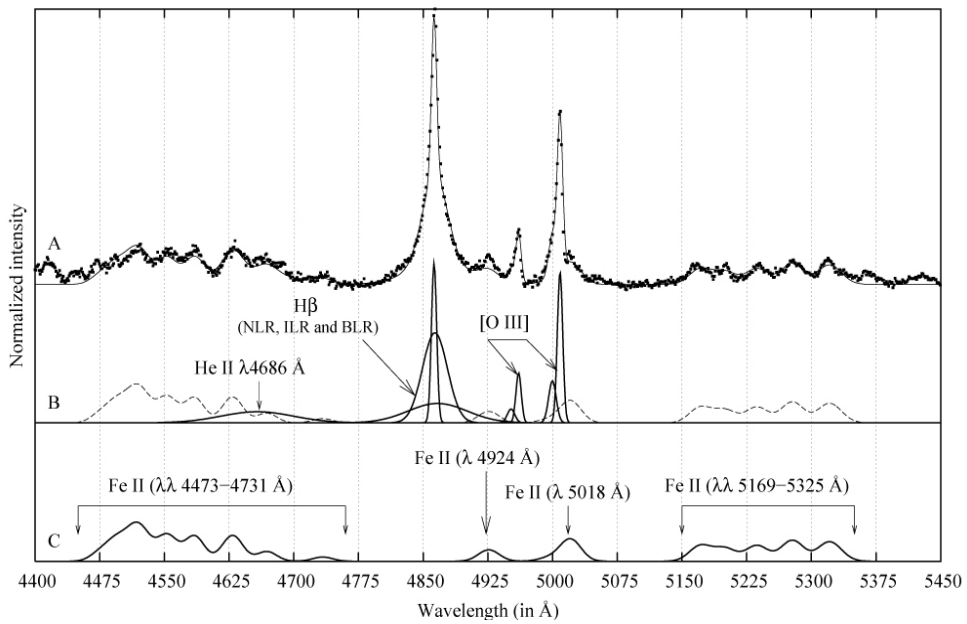


Figure 1: Example of fit of the SDSS J075101.42+29174000.00 in the λλ4400 - 5450 Å range.

We fit all considered lines with a sum of Gaussian functions of different shifts, widths and intensities, which reflects physical conditions of emission regions where those components arise (Fig. 1 and 2). We assume that Balmer lines have three components: NLR, ILR and BLR (Ilić et al., 2006; Bon et al., 2006; Chen Hu et al., 2008), and we fited them with three Gaussians of different width. Optical Fe II lines were fited with calculated template.

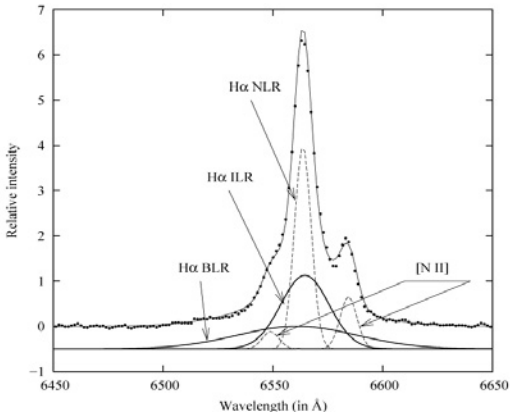


Figure 2: Example of fit of the SDSS J075101.42+29174000.00 in the λλ6450 - 6650 Å range.

Since all Fe II lines from the template probably originate from the same region, with the same kinematical properties, we assume that width and shift is the same for all Fe II lines, but intensities are different. We calculated relative intensities between the lines which belong to the same group (**^{4}F**, **^{6}S** and **^{4}G**) by using the formula for the intensity ratios within the transitions which have the same lower level:

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^3 \frac{f_1}{f_2} \cdot \frac{g_1}{g_2} \cdot e^{-(E1-E2)/kT}$$

where I_1 and I_2 are intensities of the lines with the same lower level of transition, λ_1 and λ_2 are line wavelengths, g_1 and g_2 are corresponding statistical weights, and f_1 and f_2 are oscillator strengths, E_1 and E_2 are energies of upper level of transitions, k is Boltzman constant and T is the excitation temperature.

According to that, the template of Fe II is described by 6 parameters of fit: parameter of the width, parameter of the shift, three parameters of intensity - for **^{4}F**, **^{6}S** and **^{4}G** group of lines, and excitation temperature.

RESULTS

Correlations among Fe II line groups. We have investigated relations between the Fe II group of lines by comparing their luminosities and equivalent widths. Correlation among luminosities (and EW) **^{4}F** and **^{4}G** are significantly stronger (0.98) than correlations of those groups with **^{6}S** lines (0.91 and 0.92) . We suppose that these differences probably originate from complex Fe II atomic structure, namely from different multiplicity numbers of line groups (**^{4}F** and **^{4}G** groups of lines have multiplicity number 4, and **^{6}S** has multiplicity number 6).

Connection between kinematical properties of Fe II lines and Balmer lines (Hα and Hβ). We assume that broadening of the lines arise by Doppler effect caused by random velocities of emission clouds, and shift of the line, by systemic moving of emission gas. The widths and shifts of Fe II are compared with widths and shifts of NLR, ILR and BLR Hβ and Hα component. We found significant correlation among widths of Fe II lines and ILR Hα (0.76) and ILR Hβ (0.62) components (Fig. 3) . We also compared the shifts, and as in previous case, we found trend among Fe II and ILR components of Hα (0.54) and Hβ (0.47). These kinematical connections among Fe II emission region and ILR components of Balmer lines imply that Fe II emission arise in ILR,

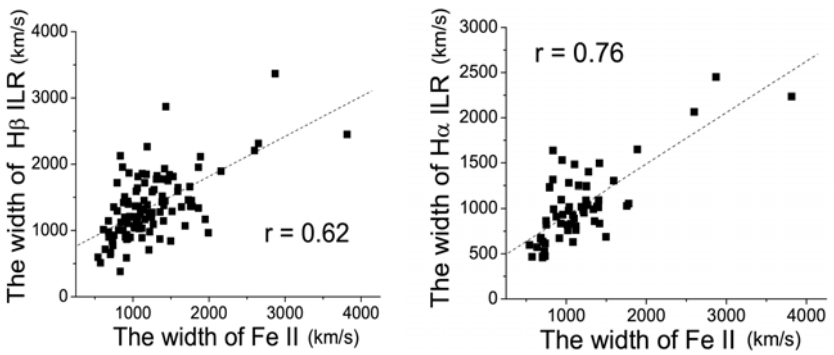


Figure 3: Correlations among the width of Fe II lines and the width of Hβ (left) and Hα (right).

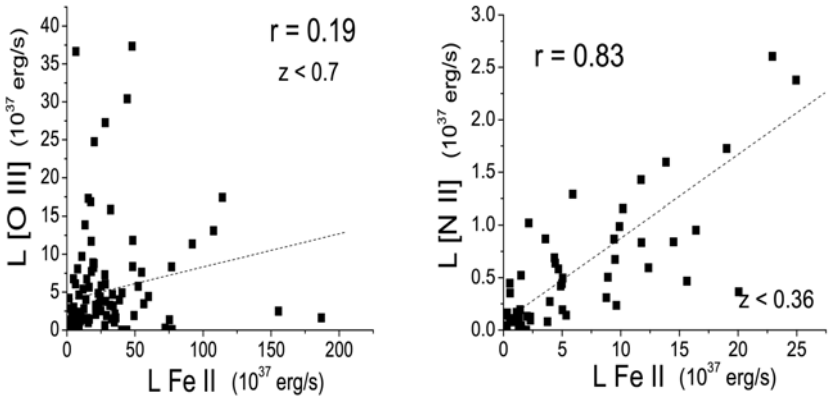


Figure 4: Relations among total Fe II luminosity and luminosity of [O III] (left) and luminosity of [N II] (right).

Correlations among luminosities of Fe II line groups and other considered emission lines. Correlations among luminosities of Fe II (total Fe II, **^{4}F**, **^{6}S**, **^{4}G** line groups), and luminosities of Hα, Hβ components, [N II] and [O III] lines are examined. In all cases, except in the case of [O III] lines, we found significant or strong correlations (Fig. 4). Pearson coefficient for Fe II – [O III] relation is ~0.2, and this exception needs physical explanation, which will be investigated in future work.

Acknowledgements

This work is a part of the project (146002): "Astrophysical Spectroscopy of Extragalactic Objects", supported by Serbian Ministry of Science and Tehnological Development.

References

Bon, E., Popović, L. Č., Ilić, D., Mediavilla, E. G.: 2006, *New. Astron. Rew.*, **50**, 716.
Boroson, T. A. , Green, R. F.: 1992, *ApJS*, **80**, 109.
Chen Hu, Jian-Min Wang, Luis C. Ho, Yan-Mei Chen, Hao-Tong Zhang, Wei-Hao Bian, Sui-Jian Xue, 2008: arXiv:0807.2059v1, Accepted for publication in Astrophys. J.
Ilić, D., Popović, L. Č, Bon, E., Mediavilla, E. G., Chavushyan, V. H.: 2006, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, **371**, 1610.
Joly, M.: 1991, *Astron. Astrophys.*, **242**, 49.
Lawrence, A., Elvis, M., Wilkes, B. J., McHardy, I., Brandt, N.: 1997, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, **285,** 879.
Schlegel, M., Finkbeiner, D. P., Davis, M.: 1998, *Astrophys. J.*, **500**, 525.
Terlevich, R., Macchetto, F.: 1993, *Astrophys. J.*, **406**, 451.

Proc. VI Serbian-Bulgarian Astronomical Conference, Belgrade 7-11 May 2008,
Eds. M. S. Dimitrijević, M. Tsvetkov, L. Č. Popović, V. Golev
Publ. Astr. Soc. "Rudjer Bošković", No. 9, 2009, 311-314

STARK BROADENING OF NEUTRAL TELLURIUM SPECTRAL LINES IN WHITE DWARF ATMOSPHERES

MILAN S. DIMITRIJEVIĆ[1], ZORAN SIMIĆ[1],
ANDJELKA KOVAČEVIĆ[2], MIODRAG DAČIĆ[1],
SYLVIE SAHAL-BRÉCHOT[3]

[1]*Astronomical Observatory, Volgina 7, 11060 Belgrade 38, Serbia*
e-mail: mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu
[2]*Department of Astronomy, Faculty of Mathematics, Studentdski Trg 16, 11000 Belgrade, Serbia*
[3]*Observatoire de Paris, 92195 Meudon Cedex, France*

Abstract. We determined Stark widths and shifts for four Te I multiplets, of interest for modellisation, investigation and diagnostic of stellar plasma, by using the semiclassical perturbation method. Results were applied for the investigation of the influence of Stark broadening mechanism in ultraviolet, optical and infrared part of the spectrum of white dwarf star atmospheres.

1. INTRODUCTION

With the development of astronomical observations from space, even elements like tellurium are found in stellar atmospheres, so that the broadening parameters of its spectral lines are needed for the better analyzis and synthesis of stellar spectra.

Chayer et al. (2005) observed Te I spectral lines in ultraviolet range of spectra of the cool DO white dwarf HD149499 B and HZ 21. In order to provide needed line broadening data, we have calculated recently, the Stark broadening parameters for four Te I multiplets for plasma conditions, of interest for white dwarfs. We will present here the results for Te I 6s $^5S^o$ - 7p ^5P multiplet and use them for the analysis of Stark broadening influence for white dwarfs plasma conditions by comparing Stark and Doppler widths in white dwarf atmospheres.

There are no other theoretical and experimental data for Stark broadening of these four Te I multiplets.

2. RESULTS AND DISCUSSION

Calculations have been performed within the semiclassical perturbation formalism, developed and discussed in Sahal-Bréchot (1969ab). For updates see e.g. Dimitrijević (1996). Atomic energy levels needed for calculations have been taken from Moore (1971). The oscillator strengths have been calculated within the Coulomb approximation (Bates and Damgaard, 1949; and the tables of Oertel and Shomo, 1968). For higher levels, the method of van Regemorter et al. (1979) has been used.

Here, as an example, are presented in Table 1, electron-, and proton-impact broadening parameters for Te I 6s $^5S^o$ - 7p ^5P (5125.2 Å) multiplet for a perturber density of 10^{16}cm^{-3} and temperatures from 2500 up to 150000 K. The quantity C (given in Å cm^{-3}), when divided by the corresponding full width at half maximum, gives an estimate for the maximum perturber density for which tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for validity of the impact approximation) lies between 0.1 and 0.5. For higher densities, the isolated line approximation used in the calculations breaks down.

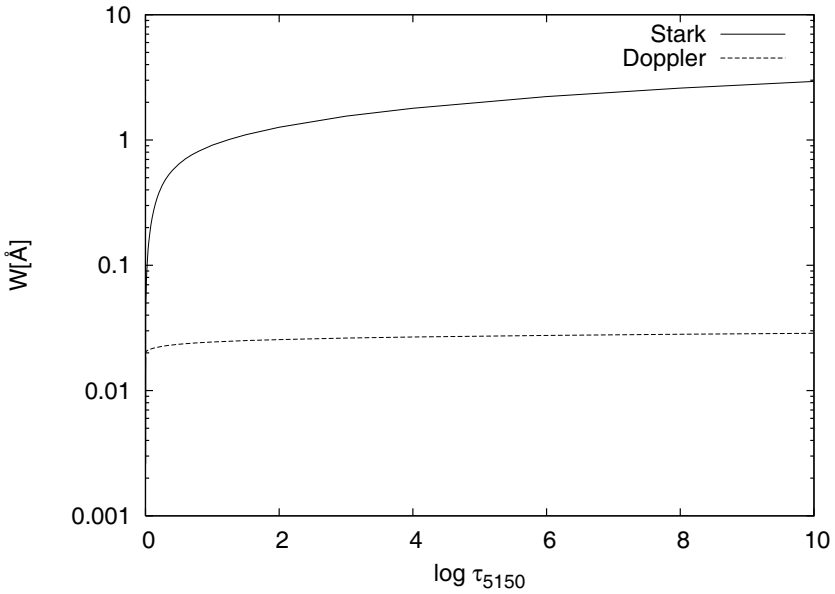


Figure 1: Thermal Doppler and Stark widths for Te I 6s $^5S^o$ - 7p ^5P (5125.2 Å) multiplet as a functions of optical depth T_{eff} = 15000 K and log g = 8 for DA type of white dwarf.

Table 1. Electron-, and proton-impact broadening parameters for Te I 6s $^5S^o$ - 7p ^5P multiplet obtained by using the semiclassical perturbation method.

Transition	T(K)	W_e-(Å)	d_e-(Å)	W_{p+}(Å)	d_{p+}(Å)
	2500	0.125	0.758E-01	*0.818E-01	*0.180E-01
	5000	0.146	0.912E-01	*0.842E-01	*0.215E-01
TeI	10000	0.170	0.944E-01	0.855E-01	0.251E-01
6s $^5S^o$ - 7p ^5P	20000	0.196	0.894E-01	0.865E-01	0.288E-01
5125.2 Å	30000	0.212	0.770E-01	0.871E-01	0.311E-01
C=0.57E+19	50000	0.230	0.638E-01	0.880E-01	0.341E-01
	100000	0.244	0.515E-01	0.895E-01	0.387E-01
	150000	0.243	0.435E-01	0.906E-01	0.414E-01

We used the obtained results for the investigation of the influence of Stark broadening in DA and DB type of white dwarf atmospheres. Stark widths for Te I 6s $^5S^o$ - 7p ^5P (5125.2 Å) multiplet have been compared in Fig. 1. with Doppler widths for a model (Teff=15000 K, log g= 8) of DA type of white dwarf (Wickramasinghe, 1972). For the considered model atmosphere of the DA white dwarfs, the prechosen optical depth points at the standard wavelength λ_s = 5150 Å (τ = 5150) are used in Wickramasinghe (1972) and here. As one can see in Fig. 1. for the DA white dwarf atmosphere plasma conditions, thermal Doppler broadening has much less importance in comparison with the Stark broadening mechanism. The mentioned model with the same parameters (Teff=15000 K, log g= 8) but for

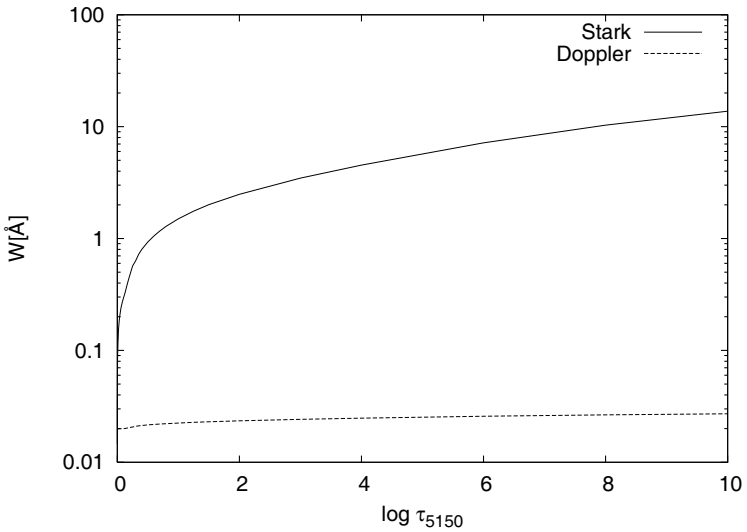


Figure 1: Thermal Doppler and Stark widths for Te I 6s $^5S^o$ - 7p ^5P (5125.2 Å) multiplet as a functions of optical depth T_{eff} = 15000 K and log g = 8 for DB type of white dwarf.

DB type of white dwarf atmospheres has been used for Te I 6s $^5S^o$ - 7p ^5P (5125.2 Å) multiplet (see Fig. 2.). It is interesting to see, in Fig. 2, that the Stark broadening mechanism is larger more than two magnitudes in comparison with the termal Doppler mechanism throughout the considered layers of white dwarf atmospheres.

For the considered atmosphere model Stark broadening effect should be taken into account in abundance determination and other investigations of stellar plasmas. Our results for all four Te I multiplets will be submitted in Dimitrijević et al. 2008.

References

Bates, D. R. and Damgaard, A.: 1949, *Phil. Trans. Roy. Soc.*, London, Ser. A, **242**, 101.
Chayer, P., Vennes, S., Dupuis, J. and Kruk, J. W.: 2005, *Astrophys. J.*, **630**, L169.
Dimitrijević, M. S.: 1996, *Zh. Priklad. Spektrosk*, **63**, 810.
Moore, C. E.: 1971, Atomic Energy Levels, Vol. III, NSRDS-NBS.
Oertel, G. K. and Shomo, L. P.: 1968, *ApJS*, **16**, 175.
Sahal-Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.*, **1**, 9.
Sahal-Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.*, **2**, 322.
van Regemorter, H., Hoang Binh Dy and Prud'homme, M.: 1979, *J. Phys.B*, **12**, 1073.
Wickramasinghe, D. T.: 1972, *Mem. R. Astron. Soc.*, **76**, 129.

Proc. VI Serbian-Bulgarian Astronomical Conference, Belgrade 7-11 May 2008,
Eds. M. S. Dimitrijević, M. Tsvetkov, L. Č. Popović, V. Golev
Publ. Astr. Soc. "Rudjer Bošković", No. 9, 2009, 421-424

ON THE STARK BROADENING OF Cr II $3d^5 – 3d^4$ 4p SPECTRAL LINES IN HOT STAR SPECTRA

ZORAN SIMIĆ[1], MILAN S. DIMITRIJEVIĆ[1],
ANDJELKA KOVAČEVIĆ[2], MIODRAG DAČIĆ[1],

[1]*Astronomical Observatory, Volgina 7, 11060 Belgrade 38, Serbia*
[2]*Department of Astronomy, Faculty of Mathematics, Studentski Trg 16, 11000 Belgrade, Serbia*
e-mail: zsimic@aob.bg.ac.yu

Abstract. In this paper, we presented Stark broadening parameters for four Cr II $3d^5$-$3d^4$ 4p multiplets calculated by the semiclassical perturbation approach. The obtained Stark broadening parameters were applied to the analysis of Cr II line profiles in hot star spectra.

1. INTRODUCTION

Recently, the effect of Stark broadening on the shapes of Cr II spectral line observed in stellar atmospheres of the middle part of the main sequence was investigated in Dimitrijević et al. (2007) and it was found that Stark broadening mechanism is important and should be taken into account especially in the study of Cr abundance stratification. Particularly interesting are resonance lines investigated here, since they are often present in stellar spectra.

There are no experimental and other theoretical data for the four Cr II multiplets. Here, we note that Cr II $3d^5\ ^4F$-$3d^4\ 4p\ ^4P^o$ 6073.4 Å belongs to forbidden transitions. We consider this transition because it was observed in laboratory.

Here, we analized the influence of Stark broadening effect for four Cr II $3d^5$-$3d^4$ 4p multiplets in hot A-type stellar atmospheres.

2. RESULTS AND DISCUSSION

Calculations have been performed within the semiclassical perturbation formalism, developed and discussed in Sahal-Bréchot (1969ab). For updates see e.g. Dimitrijević (1996). Atomic energy levels needed for calculations have been taken from Wiese and Musgrove (1989). The oscillator strengths have been calculated within the Coulomb approximation (Bates and Damgaard, 1949; and the tables of Oertel and Shomo, 1968). For higher levels, the method of van Regemorter et al. (1979) has been used.

Here, results are presented in Table 1, electron-, and proton-impact broadening parameters for four Cr II $3d^5$-$3d^4$ 4p multiplets for a perturber density of $10^{17}cm^{-3}$ and temperatures from 5000 up to 100000 K. The quantity C (given in Å cm^{-3}), when divided by the corresponding full width at half maximum, gives an estimate for the maximum perturber density for which tabulated data may be used.

Table 1. Electron-, and proton-impact broadening parameters for four Cr II $3d^5$-$3d^4$ 4p multiplets obtained by using the semiclassical perturbation method (Sahal-Bréchot 1969ab).

Transition	T(K)	W_e-(Å)	d_e-(Å)	W_{p+}(Å)	d_{p+}(Å)
	5000	0.514E-01	-0.334E-03	0.148E-02	-0.542E-04
CrII	10000	0.382E-01	-0.379E-03	0.268E-02	-0.120E-03
^6S-$^6P^o$	20000	0.282E-01	-0.438E-03	0.382E-02	-0.232E-03
2060.4 Å	30000	0.238E-01	-0.425E-03	0.431E-02	-0.311E-03
C=0.15E+21	50000	0.196E-01	-0.460E-03	0.473E-02	-0.405E-03
	100000	0.157E-01	-0.515E-03	0.528E-02	-0.547E-03
	5000	0.382	0.718E-01	0.102E-01	0.117E-02
CrII	10000	0.284	0.491E-01	0.175E-01	0.244E-02
^4F-$^4D^o$	20000	0.212	0.378E-01	0.244E-01	0.416E-02
4588.2 Å	30000	0.182	0.319E-01	0.268E-01	0.505E-02
C=0.40E+21	50000	0.155	0.265E-01	0.295E-01	0.639E-02
	100000	0.133	0.219E-01	0.329E-01	0.770E-02
	5000	0.480	0.743E-01	0.120E-01	0.874E-03
CrII	10000	0.358	0.514E-01	0.209E-01	0.188E-02
^4F-$^4F^o$	20000	0.268	0.399E-01	0.293E-01	0.337E-02
5279.6 Å	30000	0.229	0.338E-01	0.325E-01	0.425E-02
C=0.53E+21	50000	0.194	0.274E-01	0.357E-01	0.546E-02
	100000	0.165	0.229E-01	0.398E-01	0.679E-02
	5000	0.793	0.264	0.144E-01	0.411E-02
CrII	10000	0.577	0.197	0.258E-01	0.806E-02
^4F-$^4P^o$	20000	0.425	0.155	0.368E-01	0.127E-01
6073.4 Å	30000	0.357	0.134	0.414E-01	0.156E-01
C=0.70E+21	50000	0.294	0.110	0.459E-01	0.184E-01
	100000	0.255	0.920E-01	0.521E-01	0.221E-01

In order to see the influence of Stark broadening mechanism for Cr II spectral lines in stellar plasma conditions, we have calculated the Stark widths for Cr II multiplets ^6S-$^6P^o$ (2060.4 Å) and ^4F-$^4F^o$ (5279.6 Å) for a Kurucz's (1979) A type star atmosphere model with T_{eff} = 10000 K and log g =4.5. From Fig. 1 one can see the existence of atmospheric layers where Doppler and Stark widths are comparable and where Stark width is important in some photospheric and subphotospheric layers of A-type star. Also, we note here in the case of Cr II multiplet 5279.6 Å great importance for the transitions from visual range. In the following two Figs 2. and 3. we presented Cr II multiplet 5279.6 Å for different parameters

of effective temperatures and logarithm of surface gravities for A type star. In the case with variable values for logarithm of surface gravity for an A type stars (Fig. 3) importance of Stark broadening increasing throughout of stellar atmospheres for higher value of this parameter.

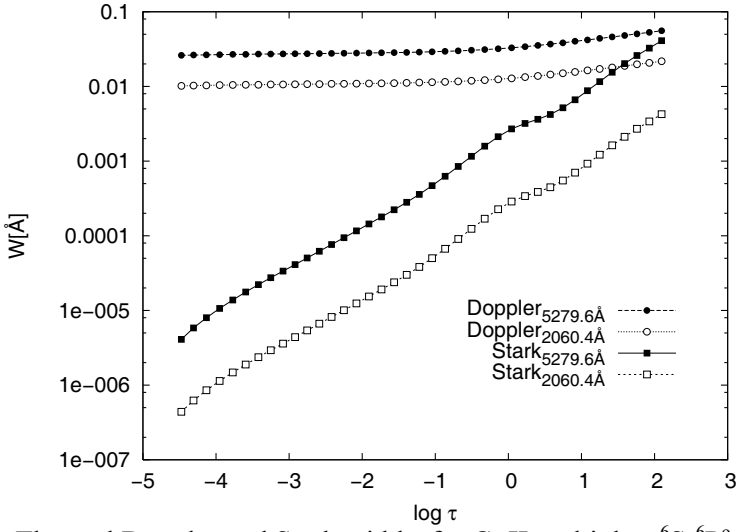


Figure 1: Thermal Doppler and Stark widths for Cr II multiplets ^6S-$^6P^o$ (2060.4 Å) and ^4F-$^4F^o$ (5279.6 Å), for an A type star atmosphere model with $T_{eff} = 10000$ K and $\log g = 4.5$, as a function of the Rosseland optical depth.

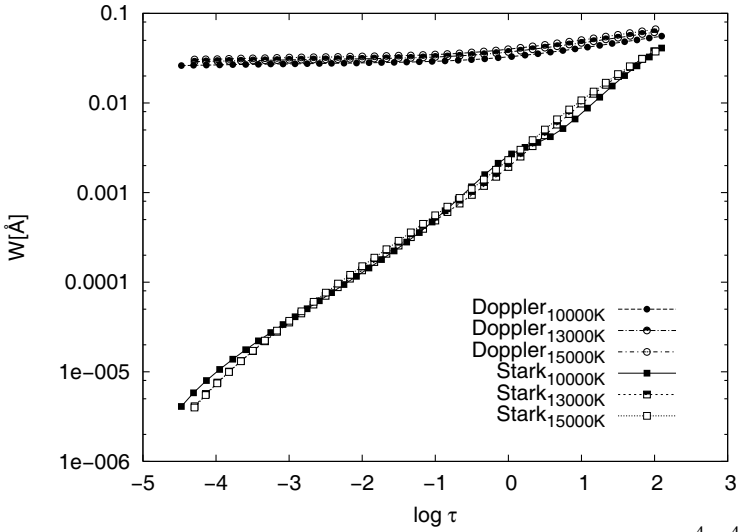


Figure 2: Thermal Doppler and Stark widths for Cr II multiplet ^4F-$^4F^o$ (5279.6 Å), for an A type star atmosphere model with $10000 \leq T_{eff} \leq 15000$ K and $\log g = 4.5$, as a function of the Rosseland optical depth.

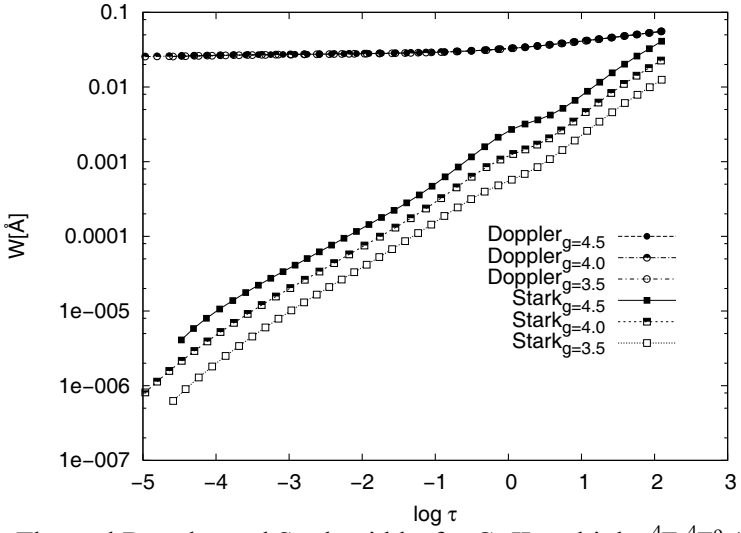


Figure 3: Thermal Doppler and Stark widths for Cr II multiplet ^{4}F-^{4}F^o (5279.6 Å), for an A type star atmosphere model with T_{eff} = 15000 K and $3.5 \leq \log g \leq 4.5$, as a function of the Rosseland optical depth.

References

Bates, D.R. and Damgaard. A.: 1949, *Phil. Trans. Roy. Soc.*, London, Ser. A, **242**, 101.

Dimitrijević, M. S.: 1996, *Zh. Priklad. Spektrosk*, **63**, 810.

Dimitrijević, M. S., Ryabchikova, T., Simić, Z., Popović, L. Č. and Dačić, M.: 2007, *Astron. Astrophys*., **469**, 681.

Kurucz, R. L.: 1979, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **40**, 1.

Oertel, G. K. and Shomo, L. P.: 1968, *ApJS*, **16**, 175.

Sahal-Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.*, **1**, 9.

Sahal-Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.*, **2**, 322.

van Regemorter, H., Hoang Binh Dy and Prud'homme, M.: 1979, *J. Phys.B*, **12**, 1073.

Wiese, W. L. and Musgrove, A.: 1989, *Atomic Data for Fusion Vol. 6*, *Spectroscopic Data for Titanium, Chromium and Nickel, Vol.2*, Chromium, Controled Fusion Atomic Data Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge.

Proc. VI Serbian-Bulgarian Astronomical Conference, Belgrade 7-11 May 2008,
Eds. M. S. Dimitrijević, M. Tsvetkov, L. Č. Popović, V. Golev
Publ. Astr. Soc. "Rudjer Bošković", No. 9, 2009, 51-65

CHEMI-IONIZATION – EXPERIMENT, THEORIES, GEOCOSMICAL PERSPECTIVES

ANDREY N. KLYUCHAREV[1], MIKHAIL Yu. ZAKHAROV[1], ANDREY A. MATVEEV[1], ANATOLIJ A. MIHAJLOV[2], LJUBINKO M. IGNJATOVIĆ[2] and MILAN S. DIMITRIJEVIĆ[3]

[1]*V.A. Fock Institute of Physics, Faculty of Physics, Saint-Petersburg State University, Ulianovskaya 3, 198504 St.Petersburg, Petrodvorets, Russia*
e-mail: mikhail.zakharov@gmail.com
[2]*Institute of Physics, P. O. Box 57, 11001 Belgrade, Serbia*
e-mail: mihajlov@phy.bg.ac.yu
[3]*Astronomical Observatory, Volgina 7, 11060 Belgrade, Serbia*
e-mail: mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu

Abstract. A systematic presentation is given of the current state of experimental and theoretical studies of elementary chemi-ionization processes with Rydberg atoms participation. General conclusions are presented about their effect on the macroscopic properties of the geocosmical plasmas. The considered processes are interesting since they may be regarded as prototype of the elementary processes of the light excitation energy transformation into electric one.

1. INTRODUCTION

Elementary ionization processes involving highly excited Rydberg atoms (RA) in geocosmical plasmas traditionally attracts researchers attention (see, for example, Mihajlov et al. 2003, Klyucharev et al. 2007). In the first place it may be connected with the plasma characteristics of many types of astrophysical objects. Such plasma parameters evolve with the universe evolution. Due to the interest in chemi-ionization processes with the RA participation several methods of rate constants calculation were elaborated. The systematic experimental (Devdariani et al. 1978) and theoretical (Mihajlov and Janev, 1980; Duman and Shmatov, 1980) studies of the RA chemi-ionization were started relatively recently. The theoretical approaches were later complicated taking into account effect of the Rydberg electron (RE) stochastic instability during one collision (Bezuglov et al., 2003). The studies of nonlinear mechanisms have shown that the so called regime of dynamic chaos should be considered as typical, rather than exceptional, situation (Zaslavsky 1988). Obtained results show that the resonant mechanism of the chemi-

ionization (Mihajlov and Janev, 1980) and stochastic approach (Bezuglov et al., 2003) are adequate in a wide range of the RA principal quantum numbers and temperatures (Klyucharev et al., 2007). Note that the theoretical studies were stimulated as a rule by the experiments started in 1978 (Devdariani et al., 1978). Such type of chemi-ionization processes with appreciable rate constants k are being incorporated in an increasing by rigorous manner in kinetic equations for low temperature plasmas. This refers in the first instance to studies involving inert gas and alkali metal atoms in the lowest of all the possible excited states X*. Two possibilities are then found to arise. They are:

1. Total excitation energy greater than the ionization potential of an individual atom ($\sum U^* > U_i$)

2. Total excitation energy smaller than the ionization potential ($\sum U^* < U_i$)

Case (1) includes the ionization of the atoms of hydrogen, inert gases, the halogens, nitrogen and oxygen, whereas case (2) includes the ionization of alkali metals, rare-earth elements, uranium and most atoms. In addition to ionization (1a) we can have transitions (1b) in which the upper highly excited (Rydberg) states become populated:

$$X^* + X^* \rightarrow X_2^+ + e \qquad (1a)$$

$$X^* + X^* \rightarrow RX + X \qquad (1b)$$

These states takes part in associative and Penning-type ionization processes (1), (2)

$$RX + X \rightarrow X_2^+ + e \qquad \text{AI} \quad (2a)$$

$$RX + X \rightarrow X^+ + X + e \qquad \text{PI} \quad (2b)$$

$$\rightarrow X^+ + X^-$$

Optical excitation of gas media has special features in an intermediate range of radiation field intensities. On one hand, intensities in this range are too small for processes of multi-photon atomic ionization or ionization stimulated by radiation to take place. On the other hand, secondary processes involving excited atoms (molecules) substantially affect properties of the medium even at these intensities. From the expression for the Debye radius of charge screen in plasma it follows that electron concentration N_e must be more than 10^7 cm^{-3} for an excited medium with a typical dimension of 1 cm and $T_e \approx 10^3$K. Fig. 1 illustrates the range of plasma parameters at which the ratio of ionization processes rate in pair collisions of cesium atoms in lower excited states to the rate of standard electronic radiative-collisional ionization is equal to unity (Bezuglov et al. 1994). It's seen that it exist a wide range of parameters of low-temperature plasma in which the collisions of the heavy particles make the dominant contribution to ionization.

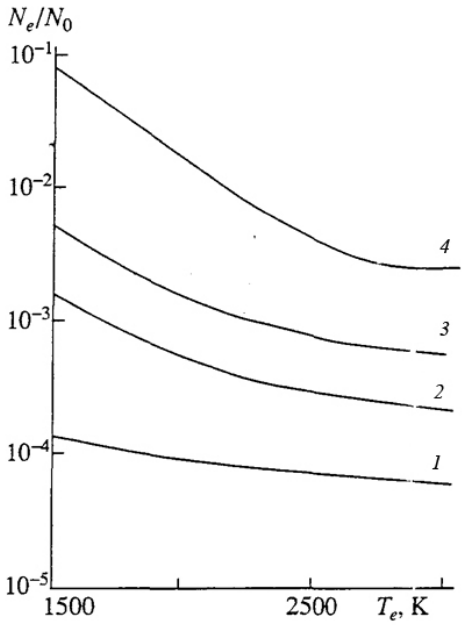


Figure 1: Concurrence between AI and radiative-collisional ionization in Cs plasmas.

Today alkali-metal plasmas became the subject of direct geocosmical investigation. For instance, sodium clouds are found in the atmosphere of Io (Klyucharev et al. 2007). If an absorbing medium is irradiated with light, an ansamble of excited particles is formed in it. In the general case it means the creation of the ionized source. These processes relate to the category of photochemical (chemi-ionization) reactions and cannot be considered in isolation from the stage of light excitation. At the transition to optically thick case the role of collsional processes involving excited atoms and molecules increase. Chemi-ionization assumes the formation of an intermediate quasi-molecular complex. That complex stabilization or its decay with formation of charged fragments is determined by a set of parameters, such as the nature of colliding particles and peculiarities of their interaction potentials. AI processes with the participation of alkali atoms in the resonant excited states in this case must be treated above all as a process with the energy threshold and depends significantly on the particle relative velocity distribution. Fig. 2 shows experimental data for the reaction (2) in the mercury, cadmium and rubidium cases (Klyucharev et al. 2007). The effective quantum number n_{eff} was determined by the expression $n_{eff} = (2(U_i - \sum U_n))^{-1/2}$. Where U_i is the ionization energy of atom and $\sum U_n$ is the sum of the atom excitation energy.

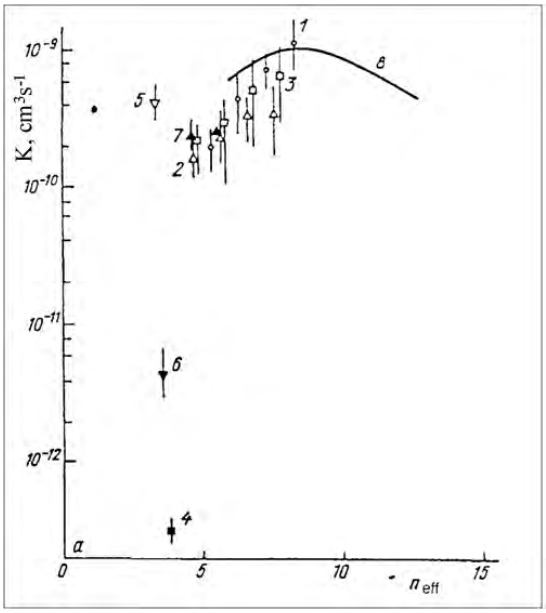


Figure 2: Chemi-ionization rate constant for as a function of the n_{eff} for Rb, Hg, and Cd.

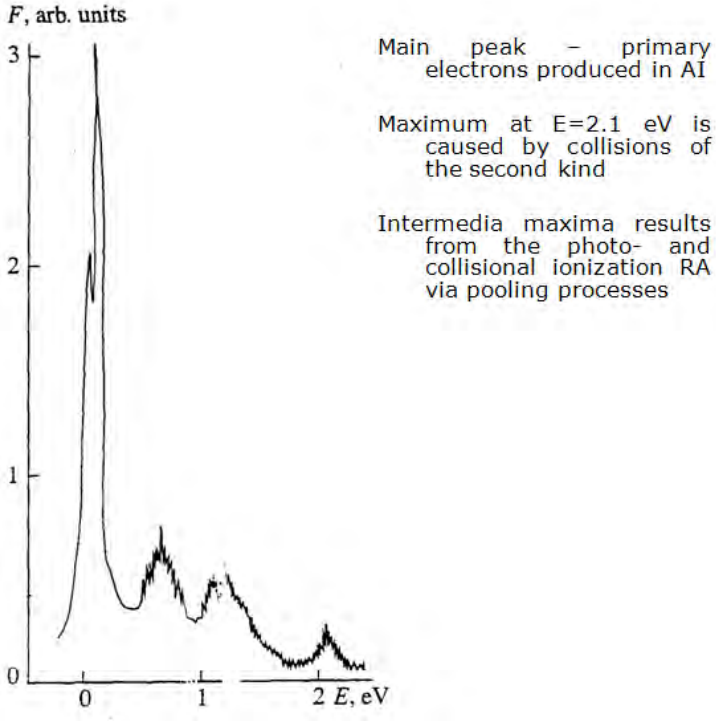


Figure 3: Energy spectrum of electrons with an energy from 0 to 2.1 eV formed during resonance Na vapor excitation.

Fig. 3 illustrates the energy spectrum of electron produced on (1a) channel (sodium) obtained by method of electron spectroscopy (Bezuglov et al., 1994). In addition to the main peak of the primary electrons near the zero energy we can see the maximum at E_a=2,1 eV which is caused by collisions of the second kind

$$Na^* + e \rightarrow Na + e^*, \quad (3)$$

and intermediate maxima from the photo and collisional ionization of highly excited sodium states populated via the energy pooling collisions between two $Na(3^2P)$ atoms

$$Na(3^2P) + Na(3^2P) \rightarrow Na(n^2L) + Na(3^2S) \quad (4)$$
$$Na(n^2L) + Na(3^2S) \rightarrow Na_2^+ + e$$

For example that case at the density of sodium normal atoms $N_0 \approx 10^{13}$ cm^{-3} photoplasma ($N_e > 10^{13}$ cm^{-3}) is formed at a radiation power density as small as $I \approx 10^2$ W/cm^2. Another effective channel leading to excited atoms creation is the ion-electron recombination processes in low temperature weakly ionized layers of helium-rich DB white dwarfs and solar photosphere (Mihajlov et al. 2003). In those conditions the direct chemi-ionization and opposite to its chemi-recombination processes

$$He^*(n) + He \leftrightarrow He_2^+ + e, \quad (5)$$
$$He^*(n) + He \leftrightarrow He^+ + He + e, \quad (6)$$

are absolutely dominant over another ionization an recombination processes for the lower effective temperature T_{eff} as in hydrogen case. With the increase of temperature the influence of processes (5,6) decrease. For instance, in white dwarf atmospheres their contribution are reducing from 100 for T_{eff}=12000K and 10 for T_{eff}=16000K down to 0,1 for T_{eff}=20000K and 0,01 for T_{eff}=24000K. Regarding the relative importance of the (5,6) reactions in comparison with photorecombination

$$He^+ + e \rightarrow He^*(n) + e \quad (7)$$

leading to the lower excited states population, the theoretical results (Mihajlov et al. 2003) show that the processes (5, 6) may to prevail within the effective temperature range $12000 \leq T_{eff} \leq 30000$K. About 100% of the full photorecombination flux in hydrogen leads to the population states with $1 \leq n \leq 7$ for $T_e \geq 3500$K, 80% for $T_e \approx 1150$K and 68% for T_e=350K (Massey and Buzhop 1952). For T_e>24000K electron impact excitation and ionization, as well as three particles recombination resulting in high excited states population are dominant. Note, that dissociative recombination (5) leads to Rydberg atom excitation with the baunding energies of the order of about the dissociative energy of the molecular ions.

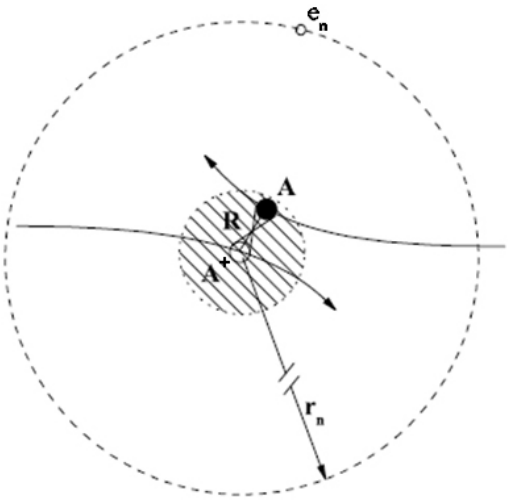


Figure 4: Schematic illustration of RA+A collision (the region of R where the outer electron is collectivized is shaded).

The influence of the processes (5) and (6) on the population of highly excited atomic states in the case of a helium-rich atmosphere is considerably larger than in the solar hydrogen one. The reason for this is much higher ionization potential of helium atoms in comparison with hydrogen so that for the same pressures and temperatures the ionization degree of the helium plasma is several orders of magnitude lower than that of the hydrogen case.

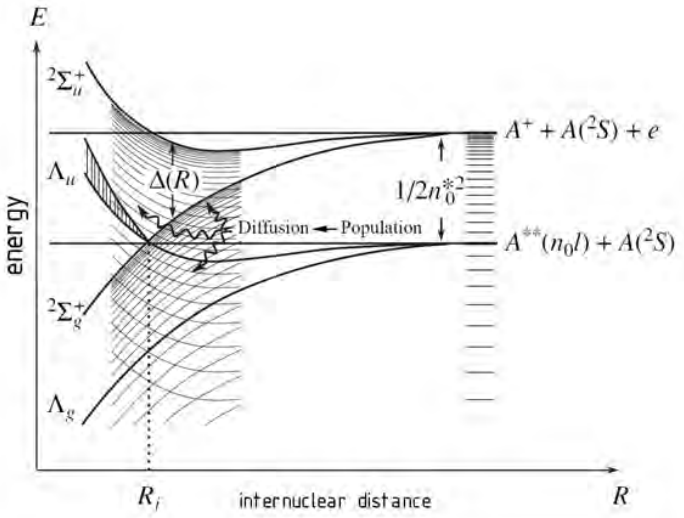


Figure 5: Illustration of the mechanism of the RA + A collision process.

In the white dwarfs atmosphere conditions the ratios of the corresponding fluxes the full (5) + (6) and dissociative (5) recombinations decrease from 0,6 (7000K) to 0,16 (30000K) for n=3 and from 0,12 (7000K) to 0,03 (30000K) for n=10. Obtained in (Mihajlov et al. 1997) results show that chemi-recombination processes in hydrogen have an important role in the large region of the T_{eff} around the temperature minimum T≈4000K in the solar atmosphere. Fig. 6 show the theoretically obtained results for total chemi-ionization rate constants in hydrogen with 1000K ≤ T ≤ 6000K and for principal quantum numbers n=4÷25 (Mihajlov et al. 1997).

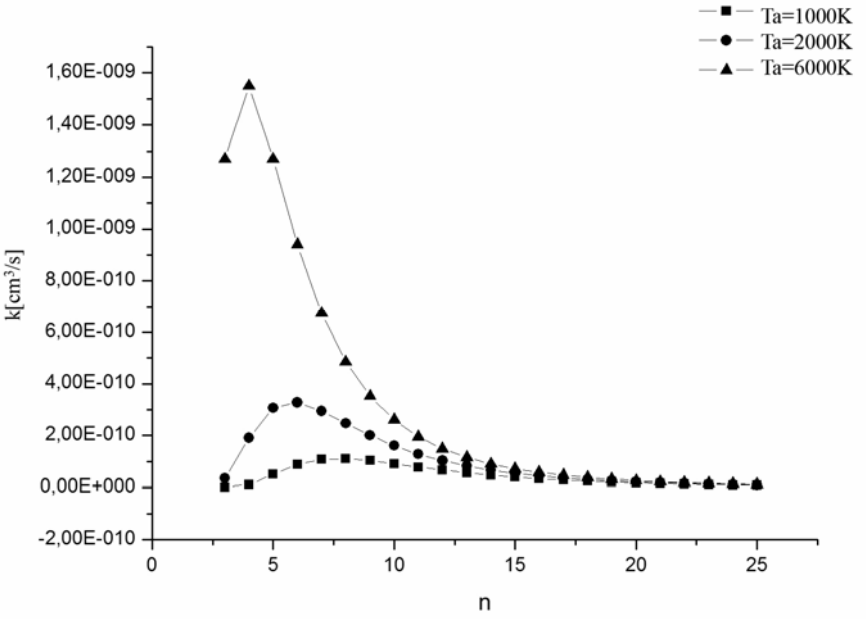


Figure 6: Theoretically obtained results for total chemi-ionization rate constants in hydrogen.

Fig. 7 presents the results obtained within the frame of the theoretical resonant-ionization model – the AI rate constants for chemi-ionization in Na (n_{eff}^2P)+Na collisions; dotes: cb (crossed beam) - experiment, T=600K, (Boulmer et al. 1983), the full curve: cb(T=600K), c (cell),T=720K, theory (Ignjatović and Mihajlov, 2005).

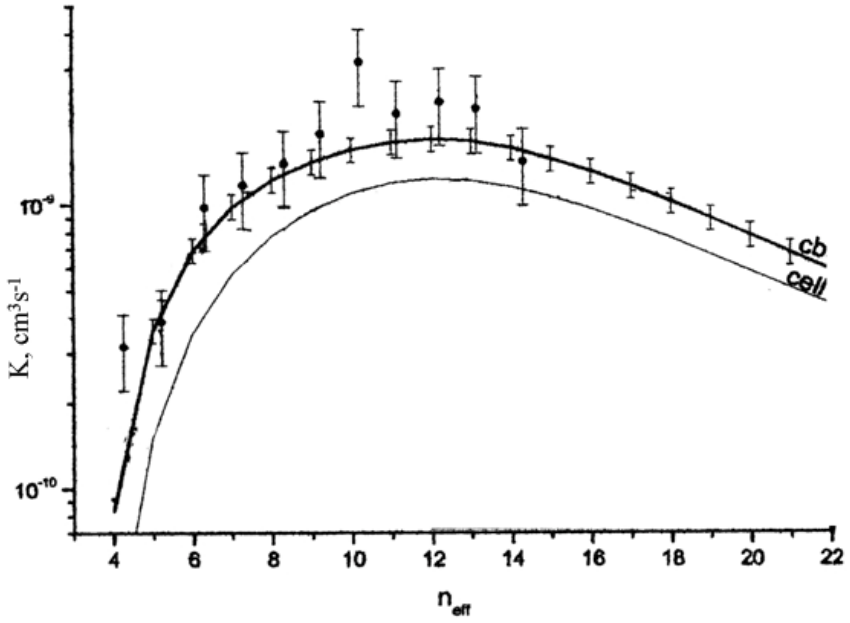


Figure 7: The rate constants for chemi-ionization in Na collisions.

Known are the analogies between the cosmical and earth's laboratory plasma conditions. For instance, between processes in laser induced hydrogen plasma and atmospheres of cool white dwarfs G 226-229 (Kielkopf et al., 2004).

2. RESONANT MECHANISM OF THE COLLISIONAL IONIZATION

Collisions leading to the ionization are realized for the internuclear distances R, $r_0<R<r^*$, see Fig. 4. Where r_0 and r* are the classical radii of the excited and unexcited atoms correspondingly. For the small internuclear distances the repulsive quasi-molecular (A*+A) curve conforms to U_2 potential curve of the molecular ion and (A*+A) attractive potential to the U_1 one. Well-known method of AI and PI calculation using so-called "resonant mechanism" (RM) is effective for the internuclear distances region $R \leq r^* \sim n^2$ (a.u.) (Smirnov and Mihajlov, 1971). In literature RM was used for the different approximations for symmetrical cases: three semiclassical and one quantum mechanical. It was shown in (Mihailov and Janev, 1980; Smirnov and Mihajlov, 1971) that in some average potentials along the unique trajectory the dipole moment D(R) of $(A^+ + A)$ system can be represented as a function of the time and ΔR, namely D(R(t)) = F(R(t), ΔR), were R(t) is the internuclear distance in the moment of the time t and ΔR is the splitting between U_1 and U_2 terms (see Fig. 5).

$$\Delta R(R) = U_2(R) - U_1(R) \tag{8}$$

According to (Devdariani et al. 1978) the cross-section σ_{ci} of the processes (1) within the framework of the charge-exchange hydrogen model for n>4

$$\sigma_{ci} \sim \sigma_{RCE}/n^5 \quad (9)$$

where σ_{RCE} is the resonant charge-exchange cross-section (a.u.). The cross-section decreases as n^{-5} (the photoionization cross-section's dependence is proportional to n). In (Duman and Shmatov, 1980) was proposed a model, which makes it possible to obtain analytic expressions for the cross section and for the rate constant of the RA in their own gas. The rate constant of the ionization assumes a maximum value in the region $n_{max} \sim \frac{1}{2}T^{-\frac{1}{2}}$. At sufficiently small n ($n<n_{max}$) the rate constant $k(n) \sim \exp(n)$ increases exponentially with increasing n and ionization proceeds via the AI mainly. At large n ($n>>\frac{1}{2}T^{-\frac{1}{2}}$), $k(n) \sim n^{-3}$ and AI can be neglected. Recently, the RM (deterministic approach) method was used for the investigation of processes in slow non-symmetric atom-Rydberg atom collision (Ignjatović et al., 2008).

3. THE STOCHASTIC DYNAMIC APPROACH

Existing to that time DSMJ theory (Mihajlov and Janev, 1980; Duman and Shmatov, 1980) treats the chemi-ionization processes (2a, 2b) deterministically as the interaction of an unique covalent bound Rydberg quasi-molecular state with the ionization continuum. The stochastic model (SM) takes into account diffusion like migration of RE in the energy space prior ionization.

The first results on the investigation of chemi-ionization in RA-atom collisions have been summarized in (Klyucharev and Lazarenko 1980). The more substantial disadvantage of the previous works was the neglecting of the large number of crossings of the initial covalent term Λ_u with ion term $^2\Sigma_g^+$ (see Fig. 5). In the case of multiple crossing of terms, the attempt to take into account each particular crossing in theoretical approaches traditional for atom collision physics does not lead to any kind of general results. Namely, the Rydberg electron energy change occurring for each of the multiple crossing of the terms is $\delta E \leq 1/n^3$, so that $\delta E/E_n \sim 1/n \ll 1$, where $E_n = 0.5/n^2$ is the binding energy of RA. This lead to the idea of the possibility of a diffusion approach to solution of the atomic collisions problem with RA participation, having in mind diffusion over the energy states of the quasi-molecule in one collision event (Devdariani et al. 1988).

The first obtained results give the reasons to believe that, during a single slow collision, the motion of the *RE* experiences the action of internal nonlinear dynamic resonances that arise due to the coincidence of the overtones of the *RE* motion over the Keplerian orbit with the frequency of the inner electron transfer. As a result, the motion of the *RE* becomes unstable. In this case, the transitions of the *RE* acquire the character of random walks over the network of crossing potential energy curves, thereby admitting a kinetic description of the time evolution of the distribution *f(n, t)* of the *RE*.

The latest stochastic version of chemi-ionization on *RA*-atom collisions extends the treatments of the DSMJ model by taking into account redistribution of population over a range of Rydberg states prior to ionization. That redistribution is modelled as diffusion of the *RE* in the Rydberg energy spectrum using a Fokker-Plank-

Kolmogorov type equation (FPK). Stochastic dynamics describe the random walk of *RE* within the hydrogen like discrete energy spectrum caused by the coupling of *RE* with internal electrical field *(E(t)).* The initial covalent Λ_u state crosses the ionic $^2\Sigma_g^+$ state at $R = R_n$, becoming auto-ionizing, see Fig. 5.

Note that the idea that the *RE* diffuses over the discrete energy spectrum of *RA* was successfully used earlier in Delone et al. (Delone et al. 1983) to interpret anomalously high photo-ionization cross sections in experiments on laser irradiation of gases. This logically suggests that for the ionization of the considered *RA,* the quasi-monochromatic electric field formed by charge transfer can also cause *RE* to diffuse over the discrete electronic spectrum, a process that can result in the displacement of the position of point R_i.

4. MODEL OF STOCHASTIC DIFFUSION

Characteristic times

(1) Inter-nuclear distance *R(t)* depends on time according to collision dynamics of the system.

(2) Factorization of FPK (with respect to *R* and *n)* means introduction of an "effective time" t_{eff}.

(3) Total effective time t_{tot} for the collision event with fixed impact parameter q means time spent while *R(t)* goes from $R = \infty$ to turning point R_{turn}.

(4) Average effective diffusion time $<t_{eff}>$*:* the average time $t_{diff}(n^*_0,q)$ for the *RE* to diffuse from n_0^* level to the ionization limit determined from steady-state solution of FPK.

Diffusion equation. *RE* perturbation by internal electrical field *E(t)* causes appearance of auto-ionization width $W(n_{eff},R)$ of terms and can lead to dynamics chaos regime of classic trajectories. Stochastic motion of RE in energy space is described by (FPK) diffusion equation for the distribution function $f(n_{eff},t)$*:*

Area of dynamics chaos regime. Stochastic diffusion of RE in energy space is based on Chirikov criteria (Chiricov 1979) with Kepler mapping.

(1) Restrictions on the random motion ("lower limit"): The diffusion is forbidden in the energy region $n_{eff}<N_{min}(R)$, because energy difference between the neighboring levels becomes too large.

(2) Restriction on random motion ("upper limit"): Chirikov criteria for global chaos onset breaks down.

The ionization occurs whenever *RE* enters levels $n_{eff}> N_{max}(R)$ where the direct quantum photo-ionization channel becomes open and the corresponding auto-ionization width $W(n_{eff},R)$ is expressed via the photo-ionization cross-section σ_{ph}. Important key-point for the stochastic diffusion processes: long collision times. It makes the model suitable for future application to slow collisions. The most important part of AI processes with RA participatipation occurs at atomic internuclear distances about 10-15 au i.e. more smaller than the typical orbit size of RE with $n_{eff}>5$.

The series of the test experiments for to quantitative examination of the stochastic model application to chemi-ionization of sodium atoms recently have been

performed within the frame of INTAS and Russian Foundation for Basic Research projects (Ryabtsev et al., 2005; Beterov et al., 2005; Michulis et al., 2005, see Fig. 8). The absolute AI rate constants in sodium have been determined earlier in single beam conditions (Weiner and Boulmer, 1986) – n^2P states, crossed beams (cb) experiment $17 \leq n_{eff} \leq 27$, n^2P states (Boulmer et al., 1983). If was found that the atomic ions at the standard experimental conditions are created mainly due to blackbody radiation (BBR) at the ambient temperature of 300K i.e. the room's temperature. In (Michulis et al., 2005) the new method of the AI processes investigation based on relative measurements of A_2^+ and A^+ signal has been used having in mind the BBR – induced mixing of Rydberg states and phenomenon of ionization RA by the extractive field puls. Note that range of n_{eff} 5÷20 is of particular interest, since this is where the maximum in the AI rate constants is expected (see for example in Klyucharev, 1993). The using of the approximation assumes that RE motion adiabatically adjusts to the comparatively slow variation of the nuclear motion during collisions, namely the negligible RE stochastic dynamic on this effects will be assumed in the future. Today is actual the perturbation of the nuclear motion in quasi-molecule by the stochastic behavior of RE during one collision.

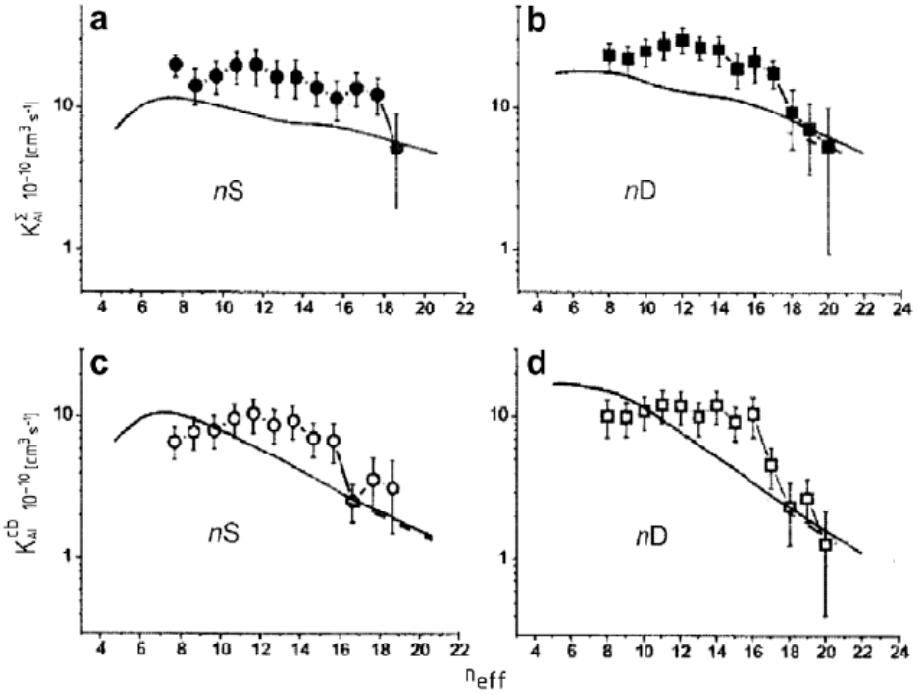


Figure 8: Experimental and theoretical $Na^*(n_{eff},l)$ + Na AI rate coefficients $8 < n_{eff} < 18$ for cb conditions, T = 600 K. dotes – cb conditions, *l*=1 (600K) open circle, sb – conditions *l*=1 (1000K), open triangle, sb-conditions *l*=2 (1000K), open square, sb-conditions, *l*=0 (1000K). full curves – theory, stochastic theory results.

Another limitations to use the model are:

1. The average relative velocities of the colliding atoms must be small compared to the mean velocity of the RE, $\bar{V}_{RE} = n_{eff}^{-1}\ a.u.$ It's fulfilled for states with $n_{eff}<10^3$ in single and crossed beams experiments
2. Massey parameter $\xi = \frac{\Delta E R_i}{\bar{V}_c}$ must be larger than one. Here $\Delta E=n^{-3}_{eff}$, $R_i \approx 10$-15 a.u. and $\xi>1$ for $n_{eff}<30$
3. Relative atom kinetic energy E exceeds the energy separation of RA excited states, $E>\Delta E n_{eff}$. In cb-collisions that leads to correlation, $n_{eff\ min}>7$ (The approximation of a common trajectory for the internuclear motion). In the single beam case model it correspond to $n_{min}>15$. Michulis et al. (2005) present the stochastic calculation results for *nl* states of the excited sodium atom states (l=0,1,2) for sb conditions ($16\leq n_{eff}\leq 26$) and cb-condition ($4\leq n_{eff}\leq 14$) with experimental ones (Boulmer et al. 1983, Weiner and Boulmer 1986).

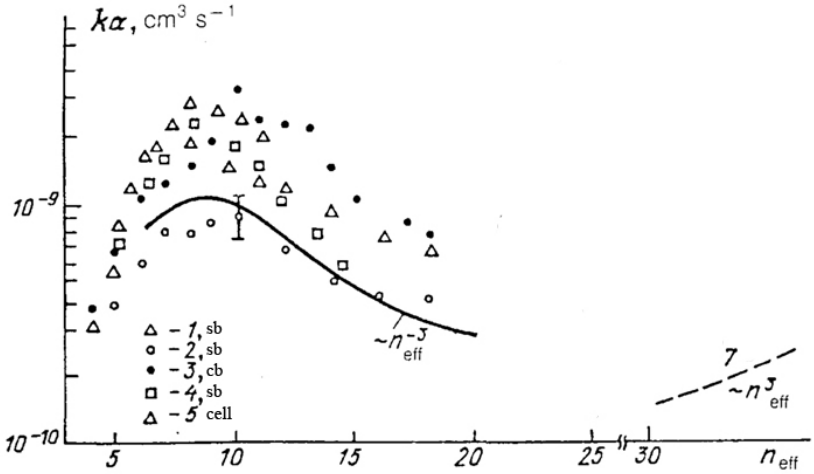


Figure 9: *1*—Li (1100 K), 2—Na (720 K), *3*—Na (600 K), *4*—K (660 K), 5—Cs (560K),6—calculated using the model relying on electron capture to an autoionizing state of a negative ion (Na,500 K), *7*—qualitative form of *k(neff)* according to the model relying on the scattering of a quasi-free weakly-bound electron in the sodium atom; solid curve—DSMY model (Na, effusive beam, *700* K). The rate constants are given in units of ka, where $a^{-1}=(T_{Na}M_A/\ T_AM_{Na})^{1/2}$, where T_A in the temperatures of the alkali metals sources< and $M_{A,Na}$ is the mass of the atoms of the elements under investigation (Klyucharev 1993).

Note, that in these experiments liquid nitrogen cooled screens have been used to prevent BBT effect manifestation. As expected, the results of stochastic and deterministic theories practically coincide for $n\geq 7$ in the crossed beam conditions. The observed discrepancies for atomic states with orbital moment value $l\neq 1$ may be connected with non-considered possible correlation effect between electronic and nuclear degrees of freedom in slow collisions. Fig. 9 demonstrates that within

the experimental error that dependences of the AI rate-constants in the hydrogen-like atomic systems may resemble each other.

The chemi-ionization processes have two ionization channels (2a, 2b). Their correlation dependences on the relative kinetic energy E of the colliding atoms. Really AI and PI processes take place in two separated regions of internucleonic (interatomic) distances R: $R \geq R_1$ – Penning type ionization $R < R_1$ – associative ionization. The PI and AI chemi-ionization branches may be received from the total rate constants, see Fig.10 (Ignjatović and Mihajlov, 2005).

In the cross-beam experiments the resulting molecular ion signal has been determined by the three rate constants: k_{cb}^{Σ}, k^{sb}, k^{cb}, where k_{cb}^{Σ} describes the total ion flood from the reaction zone, k^{sb} and k^{cb} – collisions in the each of crossing beams and collisions between atoms of two different beams (Beterov et al. 2005). As stated above the deterministic DSMJ approach threats the molecular ions creation via chemi-ionization processes as a result of the evolution of a Rydberg quasi-molecule formed in atom-atom collisions.

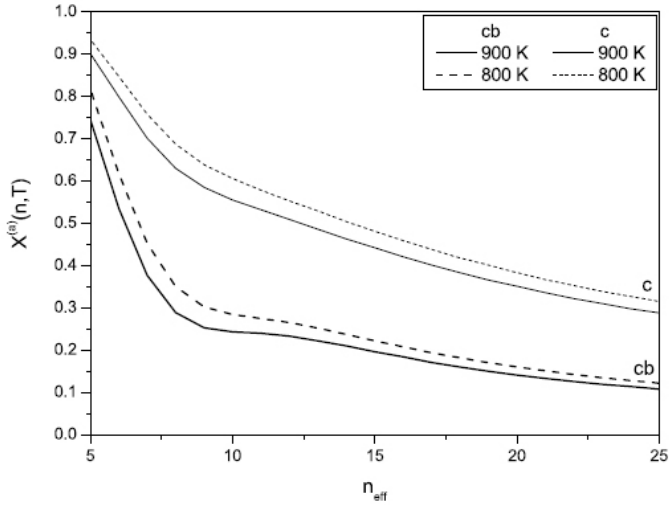


Figure 10: The branch coefficients $X^{(a)}(n_{eff},T)$ for chemi-ionization in $Na^*(n_{eff}{}^2P)+Na$ collisions. The main designations are the same as on the previous figure, T=900K, the dotted line, T=800K (Ignjatović and Mihajlov, 2005).

For alkali atoms, an interesting situation with stochastic regime may arise under the presence of Foster resonance when the so called dipole blockade effect may take place (Gontis, Kaulakys 1987). Importantly, the microwave field intensity F directly relates to the threshold boundary value $n_0^* = n_0 - \mu_0$ via radial dipole matrix elements $S_{\pm}(\varepsilon_0 l_0) = S(\varepsilon_0, l_0 \longrightarrow \varepsilon_0 + \omega, l_0 \pm 1)$ between the Rydberg states with quantum numbers $q = \{\varepsilon = 1/\{2n^{*2}\}, l\}$: $F = (12\pi\omega n_0^{*5}\sqrt{2\pi n_0^{*3}(D_\varepsilon/F^2)})^{-1}$. The parameter $D_\varepsilon = \frac{\pi}{12}F^2\omega^2 n_0^{*3}\sum_{\pm}S_{\pm}^2(\varepsilon_0 l_0)$ plays the role of a diffusion coefficient describing stochastic migration of RE through energy levels ε in the region

$n^*>n^*_0$. Due to such migration, RE diffusion ionization in the microwave field occurs.

Foster resonance corresponds to the double photon resonance, i.e. a Rydberg l-state should be situated exactly in the middle between two neighbor l'=l+1-states (or l-l-states). Quantitatively, this situation occurs when the difference $\Delta\mu=\mu_l-\mu_l$ between quantum defects of the states involved in the microwave coupling is equal to 1/2. The magical half-integer value plays an important role in formation of the Cooper minimum in atomic photoionization cross sections.

The performed calculations justify the mentioned above theoretical expectations on the dynamic chaos control and a curious method based on Stark shift of levels may be suggested for manipulation of the output in the ionization channel during a single collision.

5. CONCLUSION

The main result obtained recently is the understanding of experimental results, namely that on chemi-ionization relate to the group of the mixed RA states close to the primarily excited one. Under experimental conditions three mixing processes occure l-mixing at large interatomic distances with cross sections having strong dependences on collision velocity, blackbody radiation BBR leading to BBR-mixing and photoionization, and RE diffusion in the frame of stochastic dynamic approach. Two first may be diminished at lowest normal (nonexcited) screens cooled by liquid nitrogen or helium. At the same time the RE stochastic diffusion always must be taken into account. It is a nontrivial task because the efficace of Landau-Zener like transitions occur in the region of multiple crossing of the quasimolecular terms so that it is not possible to assume that all crossing points are isolated from eachother. For RA states with high densites of the energy levels that assumption is not valid. Note, that under some conditions such kind of processes may be controlled to separate the ionization channels in crossed beams experiments. The RA chemi-ionization investigation and theory remains today its in leading positions and the common analysis of the results obtained within the framework of the deterministic and the stochastic theories is very useful for their future developement.

References

Beterov, I. I., Tretyakov, D. B., Ryabtsev, I. I., Bezuglov, N. N., Miculis, K., Ekers, A. and Klyucharev, A. N.: 2005, *J. Phys. B. At. Mol. Opt. Phys.*, **38**, 4349.

Bezuglov, N. N., Borodin, V. N., Grouchevskii, V., Klyucharev, A. N., Miculis, K., Fuso, F., Allegrini, M.: 2003, *Opt. Spectrosk.*, 2003, 95.556.

Bezuglov, N. N., Klyucharev, A. N. and Stacewitz, T.: 1994, *Opt. Spectrosk.*, **77**, 304.

Boulmer, J., Bonano, K., Weiner, J.: 1983 *J. Phys. B*, **16**, 3015.

Chiricov, B. V.: 1979, *Phys Rep.*, **52**, 265.

Delone, N., Kraynov, V., Shepelyansky, D.: 1983, Physics-Uspekhi (USSR) 26, 551.

Devdariani, A. Z., Klyucharev, A. N., Lazarenko, A. V. and Sheverev, V. A.: 1978, *Pis'ma Zh. Tekh. Fis.*, **4**, 1013.

Devdariani, A. Z., Klyucharev, A. N., Penkin, N. P. and Sebyakin, Yu. N.: 1988, *Opt. Spectrosk.*, **64**, 706.

Duman, E. A. and Shmatov, I. P.: 1980, *Sov. Phys. JETP*, **51**, 1061.

Gontis, V., Kaulakys, B.: 1987, Stochastic dynamics of hydrogenic atoms in the microwave field: modeling by maps and quantum description, *J. Phys B: At. Mol. Phys.*, vol. 20, page 5051.

Ignjatović, Lj. M. and Mihajlov, A. A.: 2005, *Phys. Rev. A.*, **72**, 022715.

Ignjatović, Lj. M., Mihajlov, A. A. and Klucharev, A. N.: 2008, *J. Phys. B.: At. Mol. Opt. Phys.*, **41**, 025203.

Kielkopf, J. F., Allard, N. F. and Huber, J.: 2004, *Astrophys. J.*, **611**, 2000.

Klyucharev, A. N.: 1993, Physics-Uspekhi (USSR) 36, 486.

Klyucharev, A. N., Bezuglov, N. N., Matveev, A. A., Mihajlov, A. A., Ignjatović, Lj. M., Dimitrijević, M. S.: 2007, *New Astron. Rev.*, **51**, 547.

Klyucharev, A. N., Lazarenko, A. B.: 1980, *Opt. Spectrosk.*, **8**, 412.

Koch, P. M., Zeenwen, K. A.: 1995, *Phys. Rep.*, **255**, 289.

Massey, H. S. W. and Buzhop, E. H. S.: 1952, *Electronic and Ion Impact Phenomena*, Oxford at the Clarendon Press.

Michulis, K., Beterov, I. I., Bezuglov, N. N., Ryabtsev, I. I., Tretyakov, D. B., Ekers, A. and Klyucharev, A. N.: 2005, *J. Phys. B.: At. Mol. Opt. Phys.*, **38**, 1811.

Mihajlov, A. A., Ignjatović, Lj. M., Dimitrijević, M. S. and Djurić, Z.: 2003, *Astrophys J. Suppl. Ser.*, **147**, 369.

Mihajlov, A. A., Ignjatović, Lj. M., Vasiljević, M. M. and Dimitrijević, M. S.: 1997, *Astron. Astrophys.*, **324**, 1206.

Mihajlov, A. A., Janev, R.: 1980, *Phys. Rev. A*, **21**, 819.

Ryabtsev, I. I., Tretyakov, D. B., Beterov, I. I., Bezuglov, N. N., Miculis, K. and Ekers, A.: 2005, *J. Phys. B. At. Mol. Opt. Phys.*, **38**, S-17.

Smirnov, V. M., Mihajlov, A. A.: 1971, *Opt. Spectrosk.*, **30**, 984.

Weiner, J. and Boulmer, J.: 1986, *J. Phys. B.: Al. Mol.Phys.*, **19**, 599.

Zaslavsky, G. M.: 1988, Physics of Chaos in Hamiltonian Systems. River Edge.

PREFACE

The Sixth Serbian-Bulgarian Astronomical Conference was organized by Belgrade Astronomical Observatory, and held in Belgrade, in the building of Mathematical Faculty in Jagićeva street, from 7th to 11th May 2008. Co-organizers were Mathematical Faculty, Astronomical Society "Rudjer Bošković", Institute of Astronomy of the Bulgarian Academy of Sciences (BAS), Space Research Institute of BAS and Department of Astronomy of the University of Sofia. Co-chairmen of the Scientific Organizing Committee were Milan S. Dimitrijević and Milcho Tsvetkov and Co-vice chairmen Luka Č. Popović and Valeri Golev. Chair of the Local Organizing Committee was Andjelka Kovačević.

The Conference attended 58 participants. From Serbia were 36, from Belgade Astronomical Observatory, Mathematical Faculty, Faculty of Sciences from Niš, Institute of Physics from Zemun, High School for pedagogues of occupational studies from Aleksinac, Faculty of Sciences from Kragujevac, Mathematical Institute of Serbian Academy of Sciences and Arts, Astronomical Society "Rudjer Bošković" and Astronomical Society "Magellanic Cloud". From Bulgaria were present 17 colleagues: Svetlana Boeva, Ana Borisova, Momchil Dechev, Peter Duchlev, Kostadinka Koleva, Georgi Petrov, Vasil Popov, Konstantin Stavrev, Katya Tsvetkova and Milcho Tsvetkov from Institute of Astronomy of BAS, Rumen Bogdanovski and Krasimira Iankova from Space Research Institute of BAS, Georgi R. Ivanov, Georgi Petrov and Grigor Nikolov from Department of Astronomy, Sofia University "St. Kliment Ohridski", Yavor Chapanov from Central Laboratory for Geodesy of BAS and Petya Pavlova from Technical University of Sofia, Branch Plovdiv.

Besides participants from Serbia and Bulgaria the Conference attended Vlado Milićević from Canada, Jan Vondrák from Czech Republic, Aytap Sezer from Turkey and, Tetyana Sergeeva and Alexandr Sergeev from Ukraine.

On the Conference were presented 13 invited lectures, 22 short talks and 35 posters, in total 70 contributions. In these proceedings are 47 papers, 10 invited lectures, 12 contributed papers and 25 poster papers.

Within the frame of cultural program in the library of Astronomical Observatory was organized an multimedial evening "Astronomy, Poetry and Art". Moderator was Andjelka Kovačević. Poetry with cosmical inspiration was presented by Milan S. Dimitrijević, Milcho Tsvetkov, Nataša Stanić, Tetyana Sergeeva, Jan Vondrák and Katya Tsvetkova with musical accompaniment by Zoran Simić and Edi Bon. Also a video presentation of paintings of Zoran Simić, inspired by the Universe accompanied by him by guitar was performed. An excursion to the excavations of the roman colony Viminacium was organized for the participants.

The Sixth Serbian-Bulgarian Astronomical Conference was fruitful and important for the further development of collaboration, common activities and planning of the joint scientific investigations and projects.

Editors

YU ISSN 0373 - 37

PUBLIKACIJE ASTRONOMSKE OPSERVATORIJE U BEOGRADU
PUBLICATIONS DE L'OBSERVATOIRE ASTRONOMIQUE DE BELGRADE

Sv. 26 Nº 26

ZBORNIK RADOVA
III NACIONALNE KONFERENCIJE JUGOSLOVENSKIH ASTRONOMA, BEOGRAD, 1977.

PROCEEDINGS
OF THE III NATIONAL CONFERENCE OF YUGOSLAV ASTRONOMERS, BELGRADE, 1977.

Savez društava matematičara, fizičara i astronoma
Jugoslavije

Union of Societies of Mathematicians, Physicists and Astronomers
of Yugoslavia

ASTRONOMSKA OPSERVATORIJA
BIBLIOTEKA
I. Br. 8388
PERIODIKA

Beograd, 1979.

STARK WIDTHS OF MULTIPLY IONIZED ATOMS OF ASTROPHYSICAL INTEREST

M. S. Dimitrijević

SUMMARY: The Stark widths of the most intensive lines of N III, O III, Ar III and Ar IV are calculated using the approximate semiclassical theory for multiply ionized atoms, and the obtained values are compared with the available experimental data. The theoretical values calculated according to the unmodified theory are systematically higher than the experimental ones, but with Gaunt factor at threshold g=0.2, the accordance between experimental and theoretical data is good. This theory can be succesfully applied in the opacity calculations in the stellar interiors.

INTRODUCTION

The line shapes of multiply ionized atoms can be used in the study of the spectra from astrophysical plasmas and also for better understanding of the radiation transport, especially from the stellar interiors. For astrophysical purposes, e.g. for the opacity calculations where only average values over the shapes of many lines are needed, good results may be obtained making use of approximative theoretical estimates without sophysticated quantum mechanical calculations of the line shapes.

Reliable experimental results of the Stark broadening of the spectral lines from multiply ionized atoms were obtained only during the last few years (see e.g. Konjević and Wiese, 1976), when data of the Stark widths of the most intensive lines of Ar III, Ar IV (Platiša et al., 1975a), N III (Popović et al., 1975), O III (Platiša et al., 1975b), Si III (Purić et al., 1974, Platiša et al., 1977a), Si IV (Platiša et al., 1977a) and Cl III (Platiša et al., 1977b) are obtained.

The aim of this paper is, first, to calculate Stark widths of several most intensive lines of N III, O III, Ar III and Ar IV taken from Moore (1959) by using the approximative semiclassical approach for multiply ionized atoms, proposed by Griem (1974), who tested the method with Bogen's (1972) results for C III and C IV, second, to compare obtained results with the new experimental data and, third, to improve the theory.

THEORY

For astrophysical purposes, it is often sufficient to know the "asymptotic" shape of a line broadened by electron impacts:

$$I_e(\omega) \sim \frac{W}{\pi(\Delta\omega)^2} \qquad /1/$$

where W is full half - width of a line (width of a line at the half of the intensity maximum) and ω is the angular frequency. Convolution of such a profile with profiles induced by other broadening mechanisms gives the true line shape.

For our calculations we used Griem's (1974) eq. 526. The dipole weak collisions part also includes lower level broadening

$$W = N_e \bar{v} \left\{ \left(\sigma^{i}_{\ell,\ell+1} + \sigma^{i}_{\ell,\ell-1} + \sigma^{f}_{\ell,\ell+1} + \sigma^{f}_{\ell,\ell-1} \right)_{\Delta n=0} + \left(\sum_{i'} \sigma_{ii'} + \sum_{f'} \sigma_{ff'} \right)_{\Delta n \neq 0} + \frac{8\pi}{3} \lambda\!\!\!^{-}{}^{2} \left[\frac{3n_i^{*4}}{4Z^2} + \frac{3n_i^{*2}}{4Z^2} \frac{kT}{E_H} \left(1 + \frac{kT}{E_H} + \frac{Z^2}{n_i^{*4}} \right)^{-1} \right] \right\} \qquad /2/$$

Here, N_e, T and $\bar{v}$ are electron concentration, temperature and average velocity respectively, $\lambda\!\!\!^{-}$ - the electron de Broglie wavelength divided by 2π, k the Boltzman constant, E_H the ionization energy of hydrogen, Z the charge of the emitter which the optical electron "sees" (Z=1 for neutral, 2 for singly ionized atoms etc.) and n^* the effective principal quantum number for initial (i) and final (f) level of the transition:

$$n_j^{*2} = Z^2 \frac{E_H}{E_{ion} - E_j} \qquad /3/$$

where E_{ion} is the ionization energy for the considered series of terms and E_j is the energy of the level j.

The first term on the right-hand side of eq. 2 are cross sections for weak collisions causing $\Delta n=0, \ell \rightarrow \ell \pm 1$ dipole transitions, the second term gives contribution from the inelastic collisions for $\Delta n \neq 0$ perturbing levels and the last two terms are the strong collision and higher order interaction corrections.

$$\sigma^{j}_{\ell,\ell'} = \frac{8\pi}{3} \lambda\!\!\!^{-}{}^{2} \left[\frac{3n_j^*}{2Z} \right]^2 \frac{\max(\ell,\ell')}{2\ell+1} \left[n_j^{*2} - \max^2(\ell,\ell') \right] \varphi^2 \cdot \qquad /4/$$

$$\cdot \ln \left\{ 5 - \frac{4.5}{\sqrt{Z}} + \xi^{-1}_{\ell,\ell'} \left[1 + \frac{kT\, n_j^{*2}}{E_H (Z-1) Z} \right]^{-1} \right\}$$

$$\xi_{\ell,\ell'} = \frac{(Z-1)e^2 \omega_c}{m v^3} \qquad /5/$$

$$\omega_c = \max \left\{ |\omega_{\ell,\ell'}|, \omega_p = \sqrt{\frac{4\pi N_e e^2}{m}}, \omega_F \approx \frac{2Z^2 \alpha^2 \omega_0}{3n^*}, \Delta\omega_i \approx \right.$$

$$\left. \approx 4n^{*2} \left(\frac{\hbar}{mZ} \right) \left(\sum Z_p^{3/2} N_p \right)^{2/3} \right\} \qquad /6/$$

Table 1

Theoretical and experimental Stark half widths of multiply ionized atoms.

Element	λ(Å)	$N_e.10^{16}cm^{-3}$	T_e(K)	W_{exp}(Å)	W_a(Å)	W_b(Å)	W_{se}(Å)
C III	5696	40	60000	1.9	2.0	1.7	0.8
C III	4326	40	60000	2.1	1.3	1.0	0.6
C IV	5801.5	40	60000	1.6	1.8	1.2	0.84
N III	4097.3	5.5	24300	0.096	0.15	0.10	0.065
N III	4640.6	5.5	24300	0.112	0.21	0.16	0.083
O III	3261	5.2	25900	0.066	0.085	0.065	0.033
O III	3754.7	5.2	25900	0.076	0.095	0.064	0.039
O III	3047.1	5.2	25900	0.056	0.067	0.045	0.027
Ar III	3301.9	4.4	21100	0.062	0.084	0.057	0.039
Ar III	3301.9	8.0	23080	0.077	0.15	0.10	0.068
Ar III	3336.1	4.4	21100	0.063	0.088	0.059	0.040
Ar III	3336.1	8.0	23080	0.083	0.15	0.11	0.070
Ar IV	2809.4	3.8	20750	0.023	0.039	0.025	0.019
Ar IV	2809.4	5.6	22200	0.033	0.056	0.035	0.027

Table 2

Influence of the change of ϱ_{min} on the particular parts of the considered theory.

Ar III 3301.9 T=21100K $N_e=4.4\cdot10^{16}cm^{-3}$		$W_{\Delta n=0}$	$W_{\Delta n\neq0}$	W_S	W_H
	with ϱ_{min}	0.0255	0.0127	0.0209	0.00218
	with ϱ'_{min}	0.0263	0.0128	0.000791	0.000021

$$\left(\sum_{j'} \sigma_{jj'}\right)_{\Delta n\neq 0} + \frac{2\pi}{3}\lambda^2 \left(n_j^{*2} + 3\ell_j^2 + 3\ell_j + 1\right).\ell n \left\{ 1.4 + \right. \quad /7/$$

$$\left. + \left(\frac{kT}{E_H}\right)^{3/2} \frac{n_j^{*3}}{Z^2(Z-1)} \left[1 + \frac{kT\, n_j^{*2}}{E_H (Z-1) Z^2} \right]^{-1} \right\}.$$

where φ is the factor from Bates and Damgaard (1949), ω_p the plasma frequency, ω_F-the fine structure splitting, α fine structure constant, ω_p the unshifted angular frequency, $\Delta\omega_i$ the ion splitting and Z_p and N_p the charge and concentration of perturbing ions, respectively.

RESULTS AND DISCUSSION

Results are given in Table 1. W_{exp} is the experimental full half-width according to Platiša et al., 1975a (Ar III, Ar IV), 1975b (O III), Popović et al., 1975 (N III) and Bogen 1972 (C III, C IV), W_s are values, calculated according to Griem's (1968) semiempirical formula (the values for C III and C IV are taken from Griem, 1974). W_a is calculated according to eqs. 2 - 7 while in the calculations for W_b, we took 1.4 instead of 5 - 4.5/Z (as in eq. 4). In the low temperature limit the logarithm on the right-hand side of eq./4/is proporcional to the threshold value of effective Gaunt factor g for inelastic electron atom collisions and in W_b we took Seaton's (1962) g=0.2 value as a more realistic one. We can see from Table 1 that so modified calculations are in good accordance with experiment and they give a good estimate of the Stark width of spectral lines of multiply ionized atoms in a wide range of temperatures and concentrations for different atom species.

As can be seen from the data for C III and C IV, T = 60000 K, the threshold value of Gaunt factor is not so critical as for the lower temperatures, for which the theory has not been tested up to now.

We tested for a line of Ar III the influence of the change of the minimum impact parameter ρ_{min} on the particular terms of eq. 2. In our calculations:

$$\rho_{min_j} \propto \frac{n_j^{*2}}{Z} \quad ; \; j=i,f$$

If we take:

$$\rho'_{min} \propto \frac{n_i^{*2} - n_f^{*2}}{Z}$$

In Table 2 $W_{\Delta n=0}$ and $W_{\Delta n\neq 0}$ are corresponding full halfwidths induced by weak collisions and W_H and W_S are higher order and strong collision term respectively.

We can see from Table 2 that the influence of the change of ρ_{min} is most prominent for W_S and W_H, accordingly we can conclude that these terms are weak point of the entire theory.

Nevertheless, this theory, with modified low velocity limit in the weak collisions terms (with $\Delta n=0$) gives good agreement with experimental data, so that it can be used confidently for the estimate of electron impact broadened line shapes nedeed for the opacity calculations in the stellar interiors.

REFERENCES:

Bates D.R. and Damgaard A., 1949, Phil. Trans. Roy. Soc., London Ser. A, 242, 101

Bogen P., 1972, Z. Naturforsch., 27a, 210

Griem H.R., 1968, Phys. Rev., 165, 258

Griem H.R., 1974, Spectral Line Broadening by Plasmas, Academic Press Inc., New York and London, chap.IV.6

Konjević N. and Wiese W.L., 1976, J. Phys. Ref. Data, 5, 259

Moore C.E., 1959, A Multiplet Table of Astrophysical Interest, NBS - Technical Note 36, Washington

Platiša M., Popović M., Dimitrijević M. and Konjević N., 1975a, Z. Naturforsch., 30a, 212

Platiša M., Popović M. and Konjević N., 1975b, Astron. Astrophys., 45, 325

Platiša M., Dimitrijević M., Popović M. and Konjević N., 1977a, J. Phys. B: Atom. Molec. Phys., 10, 2997

Platiša M., Dimitrijević M., Popović M. and Konjević N., 1977b, Astron. Astrophys., 54, 837

Popović M., Platiša M. and Konjević N., 1975, Astron. Astrophys., 41, 463

Purić J., Djeniže S., Labat J. and Ćirković Lj., 1974, Z.Phys., 267, 71

Seaton M.J., 1962 in Atomic and Molecular processes (D.R. Bates ed.), Academic Press Inc., New York

Acknowledgements

The author would like to express his appreciation to Dr P. Grujić for discussions concerning this work.

YU ISSN 0373 - 37

PUBLIKACIJE ASTRONOMSKE OPSERVATORIJE U BEOGRADU
PUBLICATIONS DE L'OBSERVATOIRE ASTRONOMIQUE DE BELGRADE

Sv. 26 Nº 26

ZBORNIK RADOVA
III NACIONALNE KONFERENCIJE JUGOSLOVENSKIH ASTRONOMA, BEOGRAD, 1977.

PROCEEDINGS
OF THE III NATIONAL CONFERENCE OF YUGOSLAV ASTRONOMERS, BELGRADE, 1977.

Savez društava matematičara, fizičara i astronoma
Jugoslavije

Union of Societies of Mathematicians, Physicists and Astronomers
of Yugoslavia

ASTRONOMSKA OPSERVATORIJA
BIBLIOTEKA
I. Br. 8388
PERIODIKA

Beograd, 1979.

SOME REGULARITIES OF STARK WIDTHS OF ALKALI - METAL AND SINGLY IONIZED EARTH ALKALI - METAL RESONANT SPECTRAL LINES

I.S. Lakićević, J.M. Purić and M.S. Dimitrijević

SUMMARY: Stark widths of Li I, Na I, K I and Rb I resonant lines have been experimentally determined in an electromagnetic T - tube plasma, with T_e = 15-26000 K and N_e = 1.5-5×10^{17} cm $^{-3}$, and presented together with our semiclassical calculations for Be II, Mg II, Sr II and Ba II resonant lines, in order to show certain regularities within this two groups of homologous atoms. A weak linear dependence of the Stark widths on the nuclear charge number, and a constant ratio of the Stark widths of corresponding izoelectronic atomic species from this two groups of elements, have been found.

INTRODUCTION

Recently, with the increase of the data on the Stark broadening, started the work on systematization of experimental results. Stark width and shift dependence on plasma parameters, especially on the plasma electron density, is known very well, but investigation of the effects of the emitter atomic structure similarities are still in the beginning. In this contribution, our recent experimental work on the alkali-atom resonant spectral lines is reported. Stark widths of resonant spectral lines of singly ionized earth alkali atoms were calculated and compared with Fleurier's et al. (1977) experimental results. An attempt has been made to systematize data for both groups of periodic system and to investigate their dependence on atomic number.

EXPERIMENT

The experimental method is described elsewhere (Konjević et al. 1970a, Purić et al. 1974) and here only few details will be given. As the plasma source, an electromagnetic T tube was used. During the experiment a continuous flow of argon was sustained at a pressure of 0.5 torr. Except sodium, which was released from the expansion tube during the initial stage of discharge, other alkali-metals have been introduced as impurities in order to avoid self - absorption. By changing the condensor bank energy, a wide range of electron temperature was obtained.

The electron temperature was measured by two different methods: from the Boltzman slope of seven Ar II spectral lines and from the relative intensity ratio of silicon spectral lines of two succesive ionization

stages (see e.g. Wilner 1966, Konjević et al. 1970b). Obtained temperatures were in the range 15000- 26000 K.

The electron density of $1.5 - 5\times10^{17}$ cm^{-3} $\pm$ 7% was determined using single - wavelength interferrometry (see e.g. Konjević et al. 1970b).

RESULTS

Experimentally obtained Stark half - half widths of Li I (Purić et al. 1977), Na I and K I (Purić et al. 1976) and Rb I, W_{exp}, together with theoretical values W_{th} obtained by Jones et al. 1971, are presented in Table 1. As can be seen, the agreement between experimental and theoretical data is within the experimental error of $\pm$ 15%.

THEORY

We calculated Stark widths of the resonant lines of singly ionized earth alkali atoms using the semiclassical procedure described by Jones et al. 1971. All energy levels needed for calculations were taken from the Moore's (1959) book. Oscillator strengths were taken from Wiese et al. 1966 except those for Sr II and Ba II, which were taken from Gallager's (1967) paper. All calculations were made on IBM 360/44 computer at the Institute of Mathematics, Belgrade, using the computer code developped by Jones and kindly supplied by professor Griem.

Obtained results were compared with Fleurier's et al. (1977) experimental data and with the semiclassical calculations by Jones et al. (1971) (which can be also found in Griem's (1974) book) when availlable.

REGULARITIES

Our experimental Stark half-half widths [⊙] for resonant lines of neutral alkali-metals are presented in Fig. 1 versus nuclear charge number, together with our theoretical [X] and Fleurier's et al. [⊡] experimental data for resonant lines of earth-alkali atoms. Theoretical results by Jones et al. [•] are also presented, when availlable. As can be seen, a weak linear dependence of Stark widths on nuclear charge number exists within two examined homologous groups of atoms.
Besides, the ratio of experimental Stark widths of corresponding neutral and ionized emitter resonant lines is constant within ±21%, as can be seen from Fig. 2.

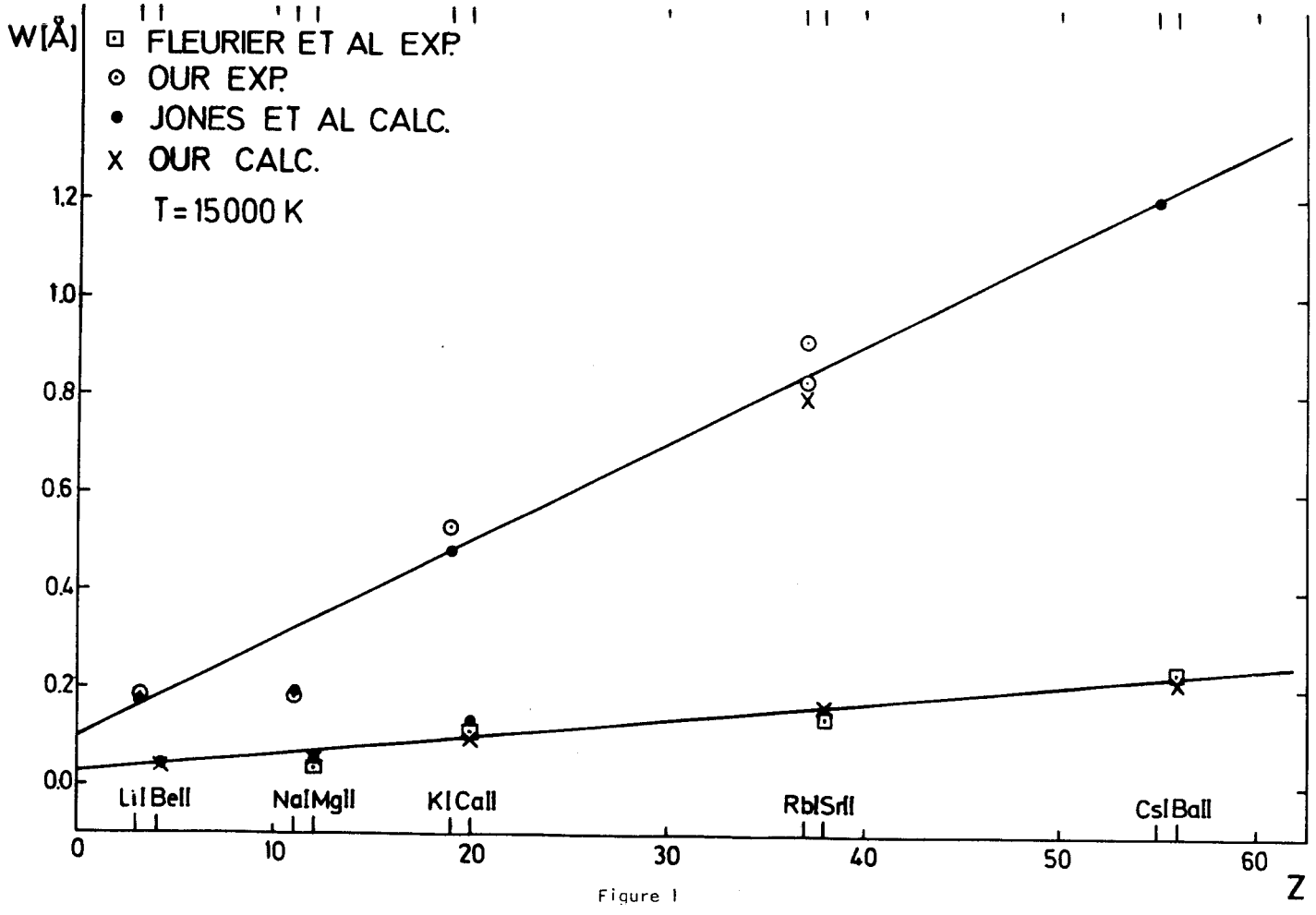


Figure 1

Experimental and theoretical Stark half - half widths of spectral lines of neutral alkali and singly ionized earth alkali - metals versus nuclear charge number

Table 1.

Stark half - half widths of spectral lines of alkali - atoms

Element	Mult.	λ(Å)	Temperature (K) 15000 W_{exp} (Å)	W_J (Å)	17500 W_{exp} (Å)	W_J (Å)	20800 W_{exp} (Å)	W_J (Å)	26000 W_{exp} (Å)	W_J (Å)
Li I	1	6707,70 6707,90	-	-	0.19	0.18	-	-	0.23	0.22
Na I	1	5899,95	0.180	0.184	0.210	0.198	0.211	0.215	0.230	0.231
		5895.92	0.185		0.190		0.200		0.216	
K I	1	7664,91	-	0.480	-	-	0.590	0.575	0.650	0.635
		7698,98	0.525		-		0.620		0.680	
Rb I	1	7800,23 7947,60	0.830 0.91	0.800*	0.850 0.960	-	0.88 1.00	0.91*	0.96 1.10	0.94*

*Calculated using Griem's semiempirical formula (Griem 1974, equation (459), p. 255).

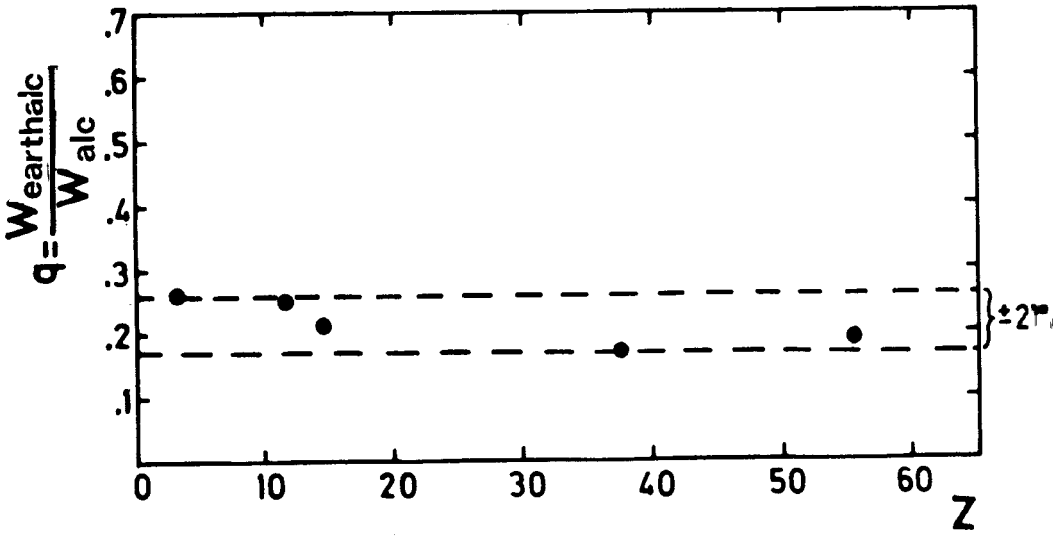


Figure 2

Ratio of experimental Stark widths for corresponding neutral and ionized emitter versus nuclear charge number.

CONCLUSION

Singly ionized earth alkali-metal atoms are izoelectronic with corresponding neutral alkali-metal atoms. Since they have the same optical electron configuration, they suffer similar Stark broadening effects. The only difference lies in charge of the core, which gives rise to the difference by almost factor of four in the Stark width of corresponding spectral resonant lines; for these two groups of homologous atoms the ratio is, however, constant.

Acknowledgements: The authors are indebeted to Dr P. Grujić for his kind interest in their work.

REFERENCES:

Fleurier C., Sahal - Brechot S., Chapelle J., 1977, JQSRT, 17, 595

Gallagher A., 1967, Phys. Rev., 157, 24

Griem H.R., 1974, Spectral Line Broadening by Plasmas, Academic Press, New York and London

Jones W.W., Benett S.M. and Griem H.R., 1971, Techn.Rep. No 71-128, Univ. of Maryland, College Park, Maryland

Konjević N., Labat J., Ćirković Lj. and Purić J., 1970a, Z.Phys., 235, 35

Konjević N., Ćirković Lj. and Labat J., 1970b, Fizika, 2, 121

Moore C.E., 1959, A Multiplet Table of Astrophysical interest, NBS - Technical Note 36, Washington

Moore C.E., 1972, Atomic Energy Levels, vol. I, NSRDS - NBS - 40, Washington

Purić J., Djeniže S., Labat J. and Ćirković Lj., 1974, Z.Phys. 267, 71

Purić J., Labat J., Djeniže S., Ćirković Lj. and Lakićević I., 1976, Phys. Lett., 56A, 83

Purić J., Labat J., Ćirković Lj. and Djeniže S., 1977., J.Phys. B, 10, 2375

Wiese W.L., Smith M.W. and Glennon B.M., 1966, Atomic Transition Probabilities, Vol. I, U.S. Govt. Printing Office, Washington D.C.

Wilner B., 1966, Acta Politehnica Scandinavica, Physics Including Nucleonics, Series No 41, Stokholm

NEKE REGULARNOSTI ŠTARKOVIH ŠIRINA REZONANTNIH SPEKTRALNIH LINIJA ALKALNIH I JEDNOM JONIZOVANIH ZEMNOALKALNIH ELEMENATA

Predstavljen je rad na odredjivanju Štarkovih širina rezonantnih linija alkalnih elemenata Li I, Na I, K I i Rb I. Eksperimenti su izvodjeni pomoću T-cevi u kojoj je stvarana plazma čija je $T_e \sim 15 - 26000$ K i $N_e \sim 1.5 - 5 \times 10^{17}$ cm^{-3}. Izvršena su i semiklasična izračunavanja Štarkovih poluširina rezonantnih linija Be II, Mg II, Sr II i Ba II i upoređena sa poznatim eksperimentalnim i teorijskim podacima, kao i sa prethodnim eksperimentima, da bi se ustanovile eventualne regularnosti unutar ove dve grupe homologih atoma. Nadjena je slaba linearna zavisnost Štarkovih širina odgovarajućih izoelektronskih atoma iz ove dve grupe elemenata.

Publ. Obs. Astron. Belgrade No. 50 (1995), 43 – 45

STARK BROADENING OF IONIZED NICKEL LINES

M. S. DIMITRIJEVIĆ
Astronomical Observatory, Volgina 7, 11050 Belgrade, Yugoslavia
E-mail mdimitrijevic@aob.aob.bg.ac.yu

Abstract. Stark widths and shifts for two spectral lines within the a^4F - z^4G^o multiplet have been calculated using semiclassical - perturbation approach. Obtained results have been compared with experimental data and simpler estimates.

1. INTRODUCTION

As a member of the iron-group elements, the nickel spectrum is of interest for astrophysics as well as for laboratory plasma research. Spectral lines of Ni II are often observed in stellar spectra. For example, such lines have been found in the spectra of Gamma Geminorum and 7 Sextantis (Adelman and Philip, 1992), stars of A0 V type, where the main pressure broadening mechanism is the Stark effect. Consequently, the corresponding Stark broadening parameters are needed for various astrophysical problems as *e.g.* abundance determination or modelling of stellar spectra.

The first experimental determination of Ni II Stark widths and shifts has been performed recently (Djeniže *et al.* 1994). and a surprisingly large discrepancy between experimental and theoretical values has been reported. Since the sufficiently complete set of atomic data for the considered Ni II lines exists, it is of interest to performe more sophysticated theoretical analysis within the frame of the semiclassical approach.

By using the semiclassical-perturbation formalism (Sahal-Bréchot, 1969ab), we have calculated Stark broadening parameters for two lines within Ni II a^4F - z^4G^o multiplet. Perturbers are electrons, protons and a singly charged perturber with the mass equal to 35 a.u. corresponding to the averaged mass of perturbing ions in Solar atmosphera. A summary of the formalism is given in Dimitrijević *et al.* (1991).

2. RESULTS AND DISCUSSION

Energy levels for Ni II lines have been taken from Corlis and Sugar (1981). In order to test the applicability of the Coulomb approximation for the considered case, we compared presently calculated oscillator strengths with the experimental values of Bell *et al.* (1960). For Ni II a^4F - z^4G^o, 2270.21Å and 2264.46Å lines Bell *et al.* (1960) obtained oscillator strengths equal to 0.24, while present result within the Coulomb approximation (Bates and Damgaard, 1949) is 0.32, indicating that the Coulomb approximation is applicable for the considered transitions.

Table 1 This table shows Stark broadening full half-widths (FWHM) and shifts in Å for Ni II for a perturber density of 10^{17} cm^{-3} and temperatures from 5,000 up to 150,000 K. Perturbers are electrons, protons and singly charged perturbers with the mass equal to 35 a.u. corresponding to the averaged mass of perturbing ions in Solar atmosphera. By using c [see Eq.(5) in Dimitrijević *et al.* 1991], we obtain an estimate of the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used.

PERTURBER DENSITY = 1xE+17cm-3

PERTURBERS ARE :		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Ni II 2264.5	5000.	0.984E-01	0.706E-03	0.128E-02	-0.751E-04	0.288E- 02	-0.742E-04
2265.2 A	10000.	0.715E-01	-0.470E-03	0.243E-02	-0.166E-03	0.405E-02	-0.153E-03
C= 0.19E+21	30000.	0.432E-01	-0.493E-03	0.416E-02	-0.423E-03	0.499E-02	-0.310E-03
	50000.	0.355E-01	-0.552E-03	0.459E-02	-0.546E-03	0.537E-02	-0.383E-03
	100000.	0.291E-01	-0.617E-03	0.514E-02	-0.727E-03	0.563E-02	-0.459E-03
	150000.	0.269E-01	-0.562E-03	0.542E-02	-0.808E-03	0.575E-02	-0.511E-03
Ni II 2270.2	5000.	0.976E-01	0.518E-03	0.124E-02	-0.862E-04	0.281E-02	-0.850E-04
2270.9 A	10000.	0.710E-01	-0.557E-03	0.236E-02	-0.190E-03	0.396E-02	-0.173E-03
C= 0.20E+21	30000.	0.428E-01	-0.615E-03	0.408E-02	-0.476E-03	0.490E-02	-0.346E-03
	50000.	0.351E-01	-0.665E-03	0.450E-02	-0.613E-03	0.527E-02	-0.423E-03
	100000.	0.287E-01	-0.751E-03	0.505E-02	-0.800E-03	0.553E-02	-0.506E-03
	150000.	0.264E-01	-0.690E-03	0.533E-02	-0.890E-03	0.564E-02	-0.561E-03

In addition to electron-impact full halfwidths and shifts, Stark-broadening parameters due to proton-impacts, and to impacts with a singly charged perturber with the mass equal to 35 a.u. corresponding to the averaged mass of perturbing ions in Solar atmosphera, have been calculated. Our results for two lines within the Ni II a^4F - z^4G^o multiplet are shown in Table 1, for a perturber density of 10^{17}cm^{-3} and temperatures T = 5,000 - 150,000K. We also specify a parameter *c* (Dimitrijević *et al.* 1991), which gives an estimate of the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated when it is divided by the corresponding electron-impact full width at half maximum.

In Djeniže *et al.* (1994), the results of their calculations by using the simplified version (SMSE-Dimitrijević and Konjević, 1987) of the modified semiempirical method (MSE-Dimitrijević and Konjević, 1980) have been presented and the ratios of measured and calculated Stark widths equal to 4.4 for 2264.5 Å line and 3.9 for 2270.2 Å line have been reported. However, the calculations of Djeniže *et al.* (1994) have been performed by using atomic energy levels from Moore (1958). Since the more recent and accurate atomic energy levels exist (Corlis and Sugar, 1981) permitting the use of more sophisticated approaches as well, their calculations were repeated here. The ion broadening contribution has also been neglected as well in Djeniže *et al.* (1994). As a working gas they used a mixture of 72% Ar and 28% He. Since there is more Ar and it has lower ionization potential than He, a reasonable assumption is that Ar II-impact broadening parameters may be used to estimate the ion broadening contribution. With more accurate atomic data and with the ion broadening contribution

included, we obtain 3.2 and 3.0 as ratios of measured and calculated values for Ni II 2264.5 Å and 2270.2 Å lines instead of 4.4 and 3.9 obtained by Djeniže *et al.* (1994). With the use of the non simplified version of the MSE approach, the corresponding ratios are 2.7 and 2.4, and for the full semiclassical calculations 1.7 and 1.5, which is much better but still not satisfying.

The ratio of the semiclassical and the MSE values is also too large, equal to 1.7 for both lines. If one performs an analysis of the contributions of different types of collisions, for Ni II 2264.5 Å line (T = 20000 K and the electron density $10^{17}cm^{-3}$), the inelastic collision contribution is 0.875 $10^{10}s^{-1}$ for the upper and 0.802 $10^{10}s^{-1}$ for the lower level. The elastic collision contribution is 0.948 $10^{10}s^{-1}$. Moreover, the strong collision contribution to elastic and inelastic part is 0.597 $10^{10}s^{-1}$. The elastic collisions contribution consists of contributions due to strong collisions, the polarization and the quadrupole potentials. For the considered line the contribution due to the polarization potential is only 0.241 $10^{9}s^{-1}$. Consequently, for the considered line, elastic collisions, strong collisions and higher order interactions, taken as corrections implicitly in the modified semiempirical approach or neglected, play an important role.

Our results for the shift have a different sign from experimental ones. Since the considered lines are 4s-4p transition with a far 4d perturbing level with smaller influence, it is logical that the shift is around zero or negative. In spite of the fact that the agreement between the theory and experiment is better if one uses the more sophisticated semiclassical - perturbation approach, the differences are still such that a new experiment is of interest.

References

Adelman, S. J., Philip, A. G. D. : 1992, *PASP*, **104**, 316.

Bates, D.R., Damgaard, A. : 1949, *Trans. Roy. Soc.* London, Ser. A **242**, 101

Bell, G. D., Paquet, D. R., Wiese, W. L. : 1960, *Astrophys. J.* **143**, 559.

Corlis, L., Sugar, J. : 1981, *J. Phys. Chem. Ref. Data*, **10**, 197.

Dimitrijević, M. S., Sahal-Bréchot, S., and Bommier, V. : 1991, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **89**, 581.

Dimitrijević, M. S. and Konjević, N. : 1980, *JQSRT*, **24**, 451.

Dimitrijević, M. S. and Konjević, N. : 1987, *Astron. Astrophys.* **q72**, 34.

Djeniže, S., Skuljan, Lj., Labat, J., Bukvić, S., Konjević, R. : 1994, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **105**, 115.

Moore, C. E. : 1958, *Atomic Energy Levels*, NSRDS-NBS 467, Vol.III (Washington).

Sahal-Bréchot, S. : 1969a, *Astron.Astrophys.* **1**, 91.

Sahal-Bréchot, S. : 1969b, *Astron.Astrophys.* **2**, 322.

RADIATIVE EXCITATION AND IONIZATION PROCESSES

PROCEEDINGS OF LECTURES GIVEN AT THE SEMINAR HELD IN ZAGREB ON Oct.13–Oct.15, 1987

Institute of Physics
of the University
Zagreb, Yugoslavia

AN APPROXIMATE METHOD FOR ELECTRON IMPACT SHIFT CALCULATION

M.S.Dimitrijević, V.Kršljanin
Astronomical Observatory, Beograd

Recently we proposed a modified semiempirical method for the Stark line shift calculation [1] convenient especially for large scale calculations in astrophysics, in the cases when only good average accuracy for a great number of data is needed. Here, this method is tested on Ba II $6s^2S$-$6p^2P^o$ and Ar $4s^4P$-$4p^4P^o$ lines.

According to the proposed method, the Stark shift of a spectral line may be expressed as

$$d = N\frac{4\pi}{3}\frac{\hbar^2}{m^2}\left(\frac{2m}{\pi kT}\right)^{1/2}\frac{\pi}{\sqrt{3}}\left\{\hat{R}^2_{L_i,L_i+1}\cdot\tilde{g}_{sa}(x_{L_i,L_i+1}) - \right.$$
$$-\hat{R}^2_{L_i,L_i-1}\tilde{g}_{sa}(x_{L_i,L_i-1}) - \hat{R}^2_{L_f,L_f+1}\tilde{g}_{sa}(x_{L_f,L_f+1}) + \hat{R}^2_{L_f,L_f-1}\tilde{g}_{sa}(x_{L_f,L_f-1}) + \quad (1)$$
$$+\sum_{i'}\left(\hat{R}^2_{i'i}\right)_{\Delta n\neq 0} g_{sa}(x_{n_i,n_i+1}) - 2\sum_{\Delta E_{i'i}<0}\left[\left(\hat{R}^2_{i'i}\right)_{\Delta n\neq 0} g_{sa}(x_{i'i})\right] -$$
$$\left.-\sum_{f'}\left(\hat{R}^2_{f'f}\right)_{\Delta n\neq 0} g_{sa}(x_{n_f,n_f+1}) - 2\sum_{\Delta E_{f'f}<0}\left[\left(\hat{R}^2_{f'f}\right)_{\Delta n\neq 0} g_{sa}(x_{f'f})\right] + \sum_k \delta_k\right\}$$

where $x_{j',j}=E/|\Delta E_{j',j}|$, $\Delta E_{j',j}$ is the energy difference between perturbing level j' and perturbed level j, indexes i and f denote initial (upper) and final (lower) level of the transition, respectively; and N is the electron density.

The sum $\Sigma\delta_K$ is not equal to zero only for perturbing levels with $|\Delta E_{j',j}|<<|\Delta E_{n,n+1}|$. Contribution of each such level should be calculated as

$$\delta_i = \pm\left(\hat{R}^2_{i'i}\right)\left[g_{sa}(x_{i'i}) \mp g_{sa}(x_{n_i,n_i+1})\right] \quad (2)$$

or

$$\delta_f = \mp\left(\hat{R}^2_{f'f}\right)\left[g_{sa}(x_{f'f}) \mp g_{sa}(x_{n_f,n_f+1})\right] \quad (3)$$

where lower sign corresponds to $\Delta E_{j',j}<0$.

Relevant matrix elements can be calculated using the method of Bates and Damgaard [2]

$$\hat{R}^2_{j'j} \approx \left(\frac{3n_c^*}{2Z}\right)^2\frac{\ell}{2\ell_j+1}\left(n_c^{*2}-\ell^2\right)\phi^2\left(n^*_{\ell-1},n^*_\ell,\ell\right) \quad (4)$$

$$\sum_{j'}\left(\hat{R}^2_{j'j}\right)_{\Delta n\neq 0} \approx \left(\frac{3n_j^*}{2Z}\right)^2\frac{1}{9}\left(n_j^{*2}+3\ell_j^2+3\ell_j+11\right) \quad (5)$$

Here, l_j is the orbital quantum number of the valence electron, $l=\max(l_{j'},l_j)$, ϕ^2 is the Bates-Damgaard factor (tabulated e.g. in [3]) and n^* is the effective principal quantum number given by the relation $n^*=[E_H Z^2/(E_{ion}-E_n)]^{1/2}$, where E_{ion} is the ionization energy of the emitter and E_n is the energy of the considered level. Values for effective Gaunt factors g_{sh} and $\tilde{g}_{sh}$ as a function of x and the residual ionic charge Z ($Z=2$ for singly charged ions) are given in Table 1.

Table 1. Values for effective Gaunt factors g_{sh} and $\tilde{g}_{sh}$ as a function of $x = E/|\Delta E_{j',j}|$ and Z.

x		≤1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	60	80	100
g_{sh}		.20	.25	.32	.41	.45	.51	.56	.60	.63	.66	.78	.82	.84	.85	.86	.87
$\tilde{g}_{sh}$	Z=2	.35	.40	.47	.53	.58	.61	.64	.66	.68	.70	.78	.82	.84	.85	.86	.87
	Z=3	.53	.54	.57	.59	.62	.64	.66	.67	.69	.70	.78	.82	.84	.85	.86	.87
	Z=4	.62	.62	.63	.64	.65	.66	.67	.68	.69	.70	.78	.82	.84	.85	.86	.87
	Z>4	.88-1.1/Z+.01x/Z															

Results of our computations of line shifts for Ar II $4s^4P$-$4p^4P^o$ and Ba II $6s^2S$-$6pP^o$ are presented in Figs.1 and 2 and compared with our semiempirical calculations according to Griem [4] (SE) and with semiclassical calculations [5] (SC), as well as with experimental data. We can see that our simple calculations are in relatively good agreement with experimental data.

REFERENCES

[1] M. S. Dimitrijević, V. Kršljanin, *Astron. Astrophys.*, 1986, **165**, 269

[2] D. R. Bates, A. Damgaard, *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, 1949, **A242**, 101

[3] G. K. Oertel, L. P. Shomo, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 1968, **16**, 175

[4] H. R. Griem, *Phys. Rev.*, 1968, **165**, 258

[5] W. W. Jones, S. M. Benett, H. R. Griem, 1971, Tech. Rep. No. 71-128, University Maryland

[6] J. Purić, N. Konjević, *Z. Phys.* 1972, **249**, 440

[7] C. Fleurier, S. Sahal-Bréchot, J. Chapelle, *JQSRT* 1977, **17**, 595

[8] C. H. Popenoe, J. B. Shumaker Jr., *J. Res. Nat. Bur. Stand.*, 1965, **A69**, 495

[9] W. R. Powel, Dissertation, John Hopkins Univ., 1966

[10] J. Blandin, S. Sahal-Bréchot, J. Chapelle, A. Sy, *Phys. Lett.*, 1968, **A26**, 467

[11] J. C. Morris, R. V. Morris, *Aerospace Research Laboratories Rep.* No. ARL 70-0038, 1970

[12] J. Labat, S. Djenize, Lj. Ćirković, J. Purić, *J. Phys. B*, 1974, **7**, 1174.

М.С.ДИМИТРИЕВИЧ, В.КРИЛЯНИН, ПРИБЛИЖЕННЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА УДАРНОГО СДВИГА СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ АТОМОВ ЭЛЕКТРОНАМИ

АННОТАЦИЯ: В работе представлен модифицированный семиэмпирический подход к вычислению штарковского сдвига спектральных линий, разработан авторами. Используя этот подход, вычисленны штарковские сдвиги для ArII $4s^4P$-$4p^4P^o$ и BaII $6s^2S$-$6p^2P^o$ мультиплетов. Полученные результаты сопоставленны семиэмпирическими и семиклассическими вычислениями и с экспериментальными данными.

Fig. 1. Electron-impact shift for Ar II $4s^4P$-$4p^4P^o$, λ:380.14 nm multiplet.
Calculations: MSE - present results;
SE - our calculations according to Griem's semiempirical method [4];
SC-semiclassical calculations by Jones et al. [5];
Experimental data: ⊗ - Popenoe and Shumaker [8],
⊕ - Powel [9], ● - Blandin et al. [10],
▲ - Morris and Morris [11], ▼ - Labat et al [12].

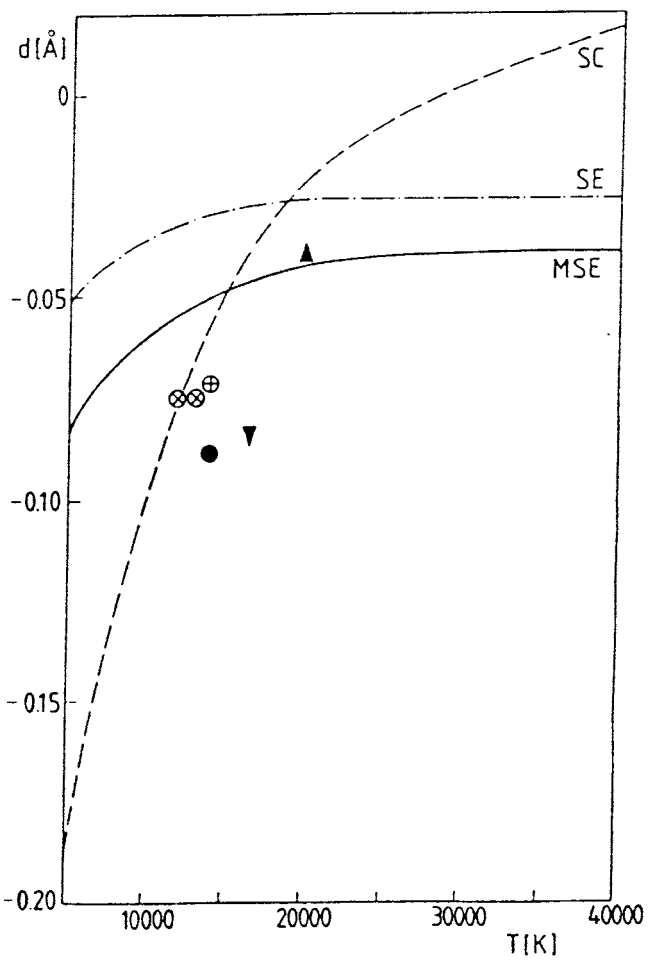
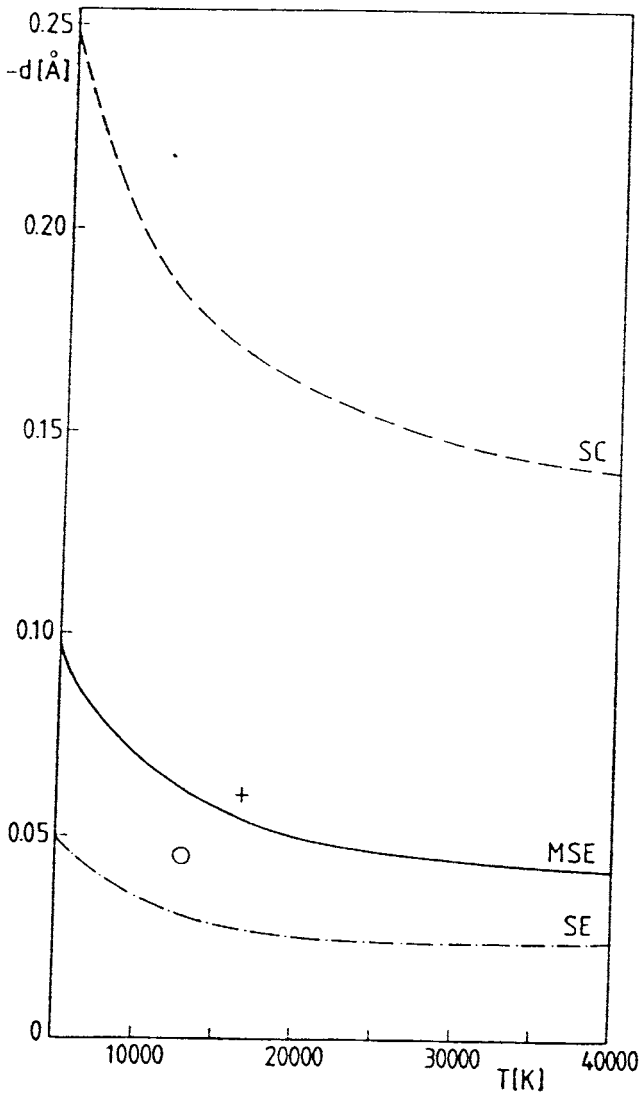


Fig. 2. Electron-impact shift for Ba II $6s^2S$-$6p^2P^o$, λ:467.53nm multiplet.
Calculations: MSE - present results;
SE - our calculations according to Griem's semiempirical method [4];
SC-semiclassical calculations by Jones et al. [5].
Experimental data: + - Purić and Konjević [6],
O - Fleurier et al. [7].



RADIATIVE EXCITATION AND IONIZATION PROCESSES

PROCEEDINGS OF LECTURES GIVEN AT THE SEMINAR HELD IN ZAGREB ON Oct.13–Oct.15, 1987

Institute of Physics
of the University
Zagreb, Yugoslavia

STARK BROADENING OF HIGHLY EXCITED C IV LINES

M.S.Dimitrijević#, S.Sahal-Bréchot&

#Astronomical Observatory, Beograd,

&Observatoire de Paris, Meudon Cedex, France

Using semiclassical perturbation formalism [1], [2], Stark broadening data for 38 C IV multiplets have been calculated. Obtained data have been used for the investigation of Stark broadening data regularities within spectral series.

Within the semiclassical perturbation formalism we can express the half halfwidth (w) of an electron-impact broadened line as

$$w = N\int v f(v)dv\Big(\sum_{i'\neq i}\sigma_{ii'}(v)+\sum_{f'\neq f}\sigma_{ff'}(v)+\sigma_{el}\Big)+W_R \qquad (1)$$

Here, N is the electron density, $f(v)$ the Maxwellian velocity ditribution function for electrons, ρ denotes the impact parameter of the incoming electron, i and f denote the initial and final atomic energy level and i', f' their perturbing levels, while W_R gives the contribution of the Feshbach resonances [3]. The inelastic cross-section $\sigma_{ii'}(v)$ can be expressed by an integration over the impact parameter over the transition probability $P_{ii'}(\rho,v)$:

$$\sum_{i'\neq i}\sigma_{ii'}(v)=\frac{1}{2}\pi R_1^2+\int_{R_1}^{R_0}2\pi\rho\,d\rho\sum_{i'\neq i}P_{ii'}(\rho,v) \qquad (2)$$

and the elastic cross section is given by

$$\sigma_{el}=2\pi R_2^2+\int_{R_2}^{R_0}8\pi\rho\,d\rho\,\sin^2\delta$$
$$\delta=\left(\phi_p^2+\phi_q^2\right)^{1/2} \qquad (3)$$

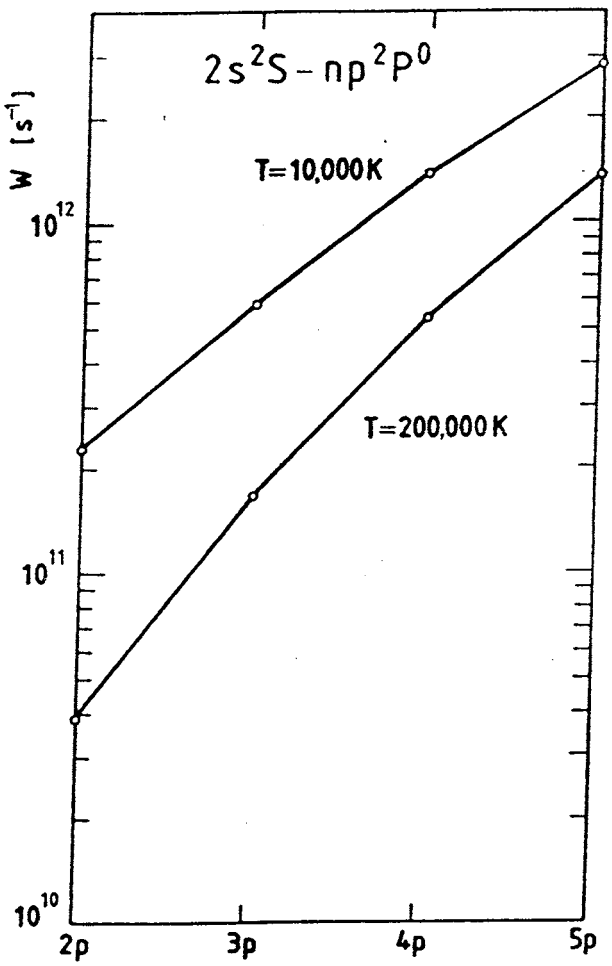
The phase shifts ϕ_p and ϕ_q due respectively to the polarisation potential (r^{-4}) and to the quadrupolar potential (r^{-3}) part, are described in §1 of Chapter 3 of ref. [2].

Our results for Stark full halfwidth (W_{DSB}) are compared in Table 1 with various experimental data W_m and with our calculations according to the modified semiempirical approach [4] (W_{MSE}). We can see that simple MSE calculations are in good agreement with semiclassical ones, especially in the case of highly excited emitters.

Table. 1. Stark full halfwidths: W_m - experimental; W_{DSB} - semi-classical; W_{MSE} - modified experimental.

Transition	λ(Å)	T(K)	N_e ($10^{17}cm^{-3}$)	W_m(Ref.) (Å)	W_{DSB} (Å)	W_{MSE} (Å)
$2s^2S-2p^2P^o$	1543.20	53000	15	0.043(5)	0.15	0.044
		58000	4	0.024(6)	0.038	0.012
	1550.77	53000	15	0.063(5)	0.15	0.044
		58000	4	0.024(6)	0.038	0.012
$3s^2S-3p^2P^o$	5801.33	53000	15	6.2(5)	10.8	6.5
		58000	4	1.6(6)	2.76	1.6
		116000	5	2.8(7)	2.69	1.8
	5811.98	53000	15	6.0(5)	10.8	6.5
		58000	4	1.6(6)	2.76	1.6
		116000	5	2.8(7)	2.69	1.3
$3p^2P^o-4s^2S$	1230.	116000	5	0.58(7)	0.22	0.2
$3s^2S-4p^2P^o$	948.1	116000	5	0.4(7)	0.17	0.16
$3p^2P^o-4d^2D$	1107.6	116000	5	0.53(7)	0.24	0.23
$3p^2P^o-4f^2F^o$	1106.5	116000	5	0.35(7)	0.15	0.12
$4p^2P^o-5s^2S$	2698.	116000	5	5.4(7)	2.97	3.7
$3d^2D-4f^2F^o$	1169.	53000	15	0.62(5)	0.62	0.58
		116000	5	0.4(7)	0.15	0.12
$4p^2P^o-5d^2D$	2405.	116000	5	10.0(7)	3.33	4.0
$4d^2D-5f^2F^o$	2524.4	116000	5	3.4(7)	3.11	3.8
$4f^2F-5g^2G^o$	2530.	116000	5	4.2(7)	1.55	1.6

Fig. 1. Full halfwidths (W) within C IV $2s^2S$-np^2P^o spectral series for two different electron temperatures as function of the principal quantum number n of the upper level.



REFERENCES

[1] S. Sahal-Bréchot, *Astron. Astrophys.*, 1969, 1, 91
[2] S. Sahal-Bréchot, *Astron. Astrophys.*, 1969, 2, 322
[3] C. Fleurier, S. Sahal-Bréchot, J. Chapelle, *JQSRT*, 1977, 17, 595
[4] M. S. Dimitrijević, N. Konjević, *JQSRT*, 1980, 24, 451
[5] M. A. El-Farra, T. P. Hughes, *JQSRT*, 1983, 30, 335
[6] P. Bogen, *Z. Naturforsch.*, 1972, 27a, 210,
[7] U. Ackermann, K. H. Finken,, J. Musielok, *Phys. Rev.*, 1985, A31, 2597.

М.С.ДИМИТРИЕВИЧ, С.САХАЛ-БРЕШО, ШТАРКОВСКОЕ УШИРЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ ВЫСОКОВОЗБУЖДЕННОГО ИОНА CIV

АННОТАЦИЯ: Используя семиклассический пертурбационный формализм мы получили параметры штарковского уширения для 38 мультиплетов CIV. Полученные данные были использованы для исследования поведения параметров штарковского уширения в спектральных сериях. Полученные результаты были кроме этого сопоставлены с нашим модифицированными семиэмпирическими расчетами и с экспериментальными данными. Наши семиклассические и семиэмпирические расчеты находятся в хорошом согласии.

RADIATIVE EXCITATION AND IONIZATION PROCESSES

PROCEEDINGS OF LECTURES GIVEN AT THE SEMINAR HELD IN ZAGREB ON Oct.13–Oct.15, 1987

Institute of Physics
of the University
Zagreb, Yugoslavia

INFLUENCE OF NON RESONANT COLLISIONS WITH NEUTRAL ATOMS ON THE NaI LINES IN THE SOLAR SPECTRUM

I.Vince, M.S.Dimitrijević

Astronomical Observatory, Beograd

The limb effect is a well known phenomenon in solar physics. We can define it as a spectral line wavelength change between the center and limb of the solar disk which is a function only of the distance from the center.

It gives one of the powerfull diagnostic methods for the velocity fields and temperature distribution determination in the convective zone of the Sun. In this diagnostic method the influence of collisions between the absorber and surrounding particles is usually neglected.

The aim of our work is to investigate how important is the influence of these collisions on limb effect. In order to show this we have calculated limb effect duc only to these processes and compared the results with observations. We have demonstrated, recently, in a few papers [1],[2] that for the limb effect of some spectral lines the collisional processes are important.

In the present work we investigate the collisional effects for three spectral lines of neutral sodium from $3s^2S$ - np^2p^o spectral series.

We calculated the synthetic spectral line profile from the radiative transfer theory [3]. Half half width w and shift d of a spectral line were calculated using the Smirnov-Roueff (S-R) exchange potential [4] in the case of line broadening due to collisions between absorbers and neutral perturbers. In the case of charged perturbers line broadening parameters were calculated by Dimitrijević and Sahal-Bréchot using semiclassical perturbation formalism [5]. The emergent spectral line shift and equivalent width Eq are obtained using VAL C model [6] of the solar atmosphere.

Our results for equivalent widths and shifts are presented in Table 1. In the case of shift the upper numbers are the shifts of the core of the spectral line, and the lower ones are the shifts of the whole line.

One can see that equivalent widths are increasing with increasing heliocentric angle θ, except in the case of λ 268 nm line ($3s^2S$-$6p^2P^o_{1/2}$) between the center of the solar disk and $\cos\theta$=0.8. We can notice also that a regular dependence of line broadening parameters on the principal quantum number is not found in the spectral series examined. Here we have the situation more complicated than in the case of only one broadening mechanism. For example Stark shift and shift due to neutral atom collisions in our examples have opposite signs making the prediction of broadening parameters in spectral series more difficult.

Table 1.

Equivalent widths *Eq* and shifts *d* of NaI spectral lines;
d > 0 - red shift; *d* < 0 - blue shift.

cosθ		Transition		
		$3s^2S-4p^2P^o_{1/2}$	$3s^2S-5p^2P^o_{1/2}$	$3s^2S-6p^2P^o_{1/2}$
1.0	Eq /nm	1.33e-2	6.08e-3	1.92e-2
	d /nm	-7.69e-7 9.82e-6	-9.92e-5 -9.23e-5	-1.22e-5 4.83e-5
0.8	Eq /nm	1.38e-2	6.10e-3	1.44e-2
	d /nm	-1.28e-6 9.98e-6	-1.94e-5 -9.52e-5	-1.34e-5 5.98e-5
0.6	Eq /nm	1.45e-2	7.46e-3	1.59e-2
	d /nm	-3.33e-6 9.86e-6	-8.30e-6 -8.66e-5	-1.40e-5 3.46e-5
0.4	Eq /nm	1.52e-2	8.00e-3	1.76e-2
	d /nm	- 8.98e-6	-9.77e-8 -7.41e-5	-1.02e-5 2.74e-7
0.2	Eq /nm	1.58e-2	8.29e-3	1.90e-2
	d /nm	- 7.26e-6	-9.77e-8 -5.15e-5	-2.83e-6 -2.59e-5

REFERENCES

[1] I. Vince, M. S. Dimitrijević, V. Kršljanin, in *Progress in Stellar Spectral Line Formation Theory*, eds. J. E. Beckman and L. Crivellari, D. Reidel, 1985, p. 373

[2] I. Vince, M. S. Dimitrijević, in *Proceedings of VIII International Conference on Spectral Line Shapes*, ed. R. Exton, A. Deepak Publishing, Hampton, 1987, p. 621

[3] D. Mihalas, *Stellar Atmospheres*, W. H. Freeman and Co., San Francisco, 1978

[4] E. Roueff, *J. Phys. B*, 1972, 5, 279

[5] M. S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot, *J. Q. S. R. T.*, 1985, 34, 149

[6] J. E. Vernazza, E. H. Avrett, R. Loeser, *Astrophys. J. Suppl.*, 1981, 45, 635

И. ВИНЦЕ, М. С. ДИМИТРИЈЕВИЋ, ВЛИЈАНИЕ НЕРЕЗОНАНСНЫХ СТОЛКНОВЕНИЙ НА ЛИНИИ NaI В СОЛНЕЧНОМ СПЕКТРЕ

АННОТАЦИЯ: В работе исследованно влияние соударений апсорбера с нейтральными и заряженными частицами на лимб ефект на Солнце. Для этого мы вычислили как бы выглядел лимб ефект если бы только такие процессы были приняты во внимание и сопоставили полученные результтаты с наблюдениями, для спектральной серии $3s^2S\text{-}np^2P$ нейтрального натрия.

Наши результаты показывают что эквивалентная ширина возрастает с возрастающим гелиоцентрическим углом θ, кроме случая λ 268 нм линии между центром солнечного диска и $\cos\theta = 0.8$. Вданном случае мы не нашли регулярного поведения параметров уширения (эквивалентной ширины и сдвига) в аннализированной спектральной серии.

Зборник радова конференције "Развој астрономије код Срба III"
Београд 25-28. април 2004,
уредник М. С. Димитријевић
Публ. Астр. друш. "Руђер Бошковић" бр. 6, 2005, 47-54

НАША ПРЕПИСКА О АСТРОНОМСКОЈ ОПСЕРВАТОРИЈИ У 1941. И 1942. ГОДИНИ

МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ[1,2] И MICHAEL P. SEILER[3]

[1]Астрономско друштво "Руђер Бошковић", Калемегдан, Горњи град 16, 11000 Београд, Србија
[2] Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд 74, Србија
[3]München, Germany

Резиме. Представљена је преписка аутора у којој се разматра питање времена које је Војислав Мишковић, директор Астрономске опсерваторије у Београду, провео 1941. као таоц на Бањици, борба 1941-1942. да спектрохелиограф остане на Астрономској опсерваторији и његова судбина.

Септембра 2002, један од аутора (М.С.Д.), добио је e-mail од другог (М.П.С.), у коме га је овај обавестио да пише књигу о истраживањима Сунца у Трећем рајху и замолио да га обавести да ли је директор Астрономске опсерваторије Војислав Мишковић био у току 1941. ухапшен и колико времена је био отсутан. После одговора на ово, следило је још неколико питања везаних за истраживани период. Овде је представљена поменута преписка у којој су расветљавана питања одвођења 1941. године Војислава Мишковића у логор на Бањици као таоца и руковођења Опсерваторијом у том периоду, као и његово организовање Службе Сунца, борба да спектрохелиограф остане на Опсерваторији и коначна судбина овог инструмента.

ПРЕПИСКА*

From mdimitrijevic@aob.aob.bg.ac.yu Date: Sat, 2 Nov 2002 19:24:50 +0100 (CET)

Dear Mr Seiler,

Thank you very much for your message from 10 september concerning V. Miskovic and sorry for late answer since I was not at the Observatory. I tried to

* Наведен је оригиналан текст уз нужне исправке очигледних грешака, као и убацивање специфичних латиничних слова.

investigate your question in more detail. In M. Indjić, Scientific activity of Academician Vojislav Mišković, Bulletin Astronomique de Belgrade No 154, 1996, 167 is stated that "he was detained as a hostage for two months in the Banjica prison in 1941." In my paper: M. S. Dimitrijević, Astronomy in Serbia (in Serbian), Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade, No 64, 1999, 19 is stated that in 1936, Mišković with the help of M. B. Protić organizes the Service for Solar observations. In L. Č. Popović and M. Radovanac, Astronomical Observatory during the II world war (in Serbian) Publ. Astron. Obs. Belgrade No 71, 2002, 133 is stated that due to absence of astronomers, in July 1941, Mišković took himself Service on the Small refractor with the task to examine possibility to photograph regularly the Sun and to observe visible occultations. I checked in the Observatory archive and exist a period in November - December 1941 when doccuments have been signed not by Mišković but by Anton Bilimović and Miloš Radojčić. The last document signed by Mišković is dated 1st November 1941 and than he starts again to sign documents in the beginning of January 1942. It seems than, that in November and December 1941 he was detained as a hostage.

I will be very greateful to you if when your work will be published you send to me a copy.

I am sending to you my best wishes.

Milan S. Dimitrijević

From MPSeiler@aol.com Date: Thu, 7 Nov 2002 13:58:15 EST

Dear Mr. Dimitrijević,

Thank you very much for your answer which was very helpful. Do you have any information about the exact date that the spectroheliograph was taken away from Belgrade?

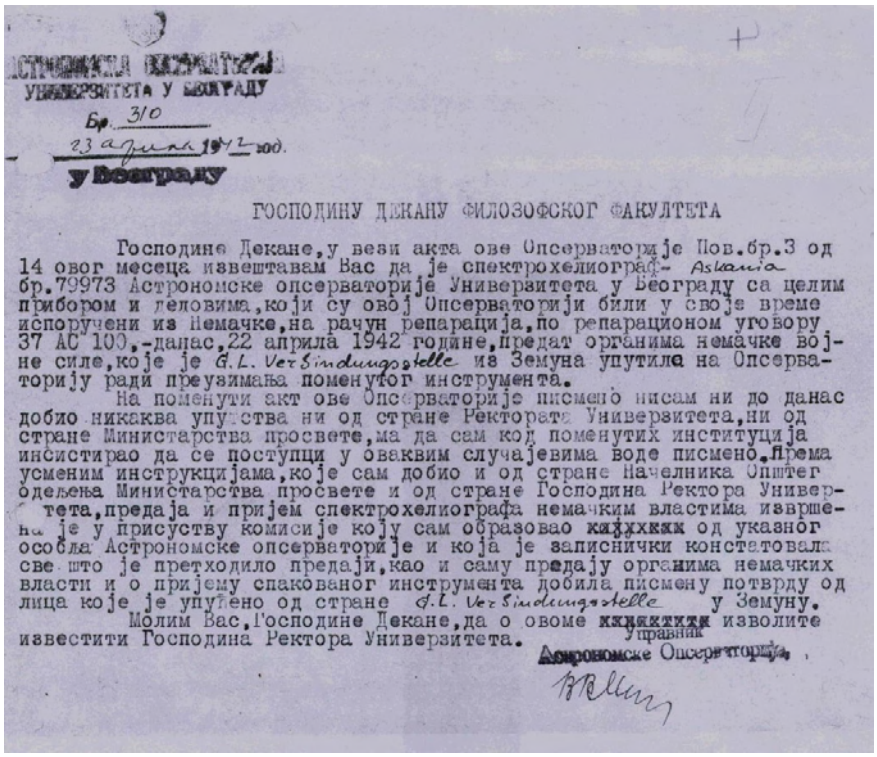
It is worthwhile to note that when the Germans came in June of 41, it was still packed in its original wooden box and was apparently never used, because a coelostat was missing. Kiepenheuer wanted to install a Coelostat in September. I suspect that the spectroheliograph did never work, since it was moved to the Meudon observatory workshop near Paris for adjustment in early 1942. The spectroheliograph and the comet finder were then moved to Syracuse in Sicily where a small solar observatory was erected near the beach. It operated from July 42 to June 43, until the Allies landed on the beaches. Apparently, it was plundered or destroyed during the battle.

If you send me your postal address, I will be glad to send you a copy of my work, once its published.

Best regards,

Michael P. Seiler

From mdimitrijevic@aob.aob.bg.ac.yu Date: Fri, 8 Nov 2002 18:06:02 +0100 (CET)



УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Бр. 310

23 априла 1942 год.

у Београду

ГОСПОДИНУ ДЕКАНУ ФИЛОЗОФСКОГ ФАКУЛТЕТА

Господине Декане, у вези акта ове Опсерваторије Пов.бр.3 од 14 овог месеца извештавам Вас да је спектрохелиограф- Askania бр.79973 Астрономске опсерваторије Универзитета у Београду са целим прибором и деловима, који су овој Опсерваторији били у своје време испоручени из Немачке, на рачун репарација, по репарационом уговору 37 АС 100,-данас, 22 априла 1942 године, предат органима немачке војне силе, које је G.L. Verbindungsstelle из Земуна упутила на Опсерваторију ради преузимања поменутог инструмента.

На поменути акт ове Опсерваторије писмено нисам ни до данас добио никаква упутства ни од стране Ректората Универзитета, ни од стране Министарства просвете, ма да сам код поменутих институција инсистирао да се поступци у оваквим случајевима воде писмено. Према усменим инструкцијама, које сам добио и од стране Начелника Општег одељења Министарства просвете и од стране Господина Ректора Универзитета, предаја и пријем спектрохелиографа немачким властима извршена је у присуству комисије коју сам образовао ~~xxxxxx~~ од указног особља Астрономске опсерваторије и која је записнички констатовала све што је претходило предаји, као и саму предају органима немачких власти и о пријему спакованог инструмента добила писмену потврду од лица које је упућено од стране G.L. Verbindungsstelle у Земуну.

Молим Вас, Господине Декане, да о овоме ~~xxxxxx~~ изволите известити Господина Ректора Универзитета.

Управник

Астрономске Опсерваторије

Слика 1. Допис Војислава Мишковића Декану Филозофског факултета од 14. априла 1941.

Dear Mr Seiler

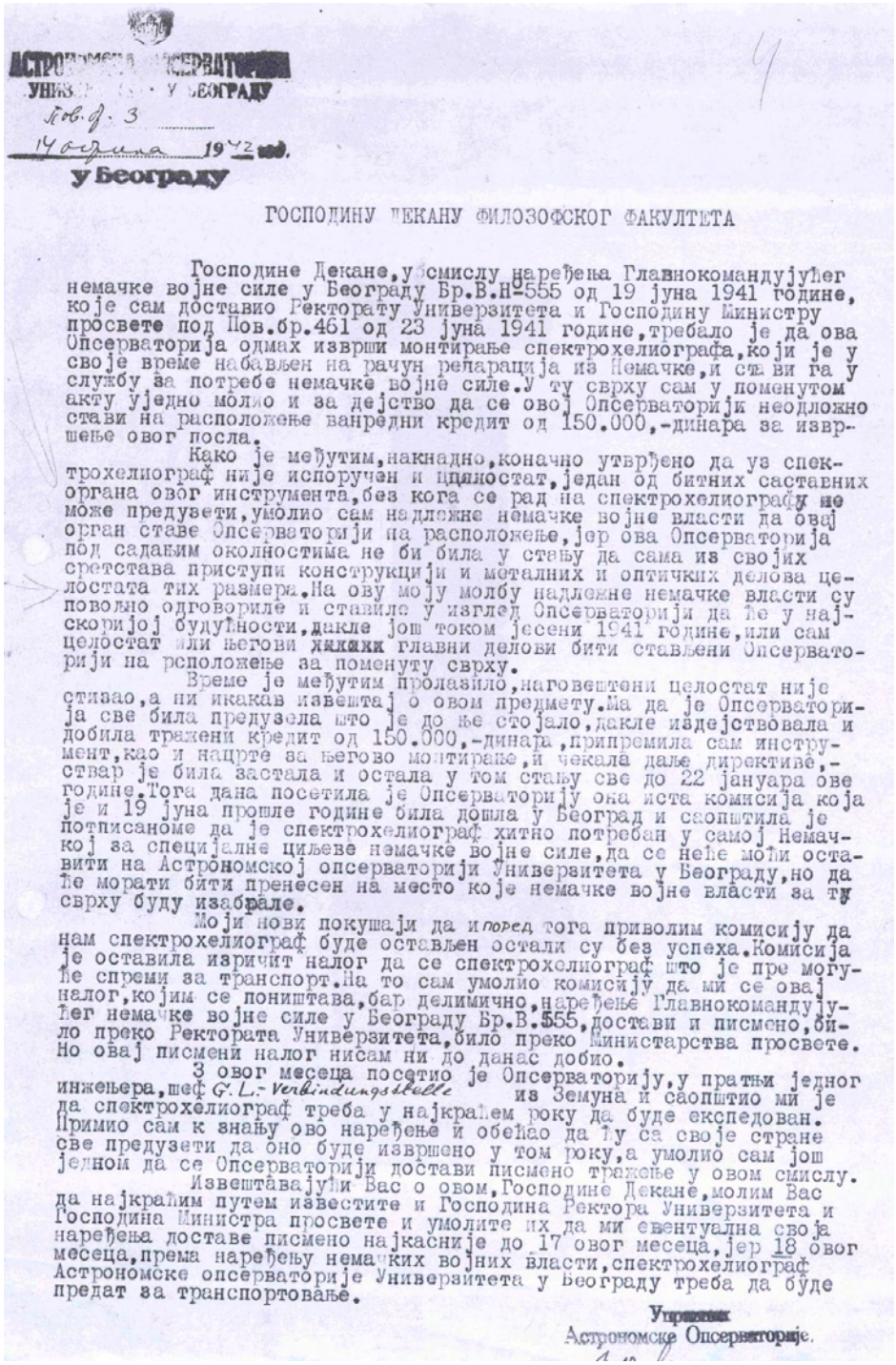
Thank you very much for your message. Concerning spectroheliograph, Miskovic struggled very hard to keep spectroheliograph in Belgrade and to obtain a credit of 150 000 dinars for the construction of a pavilion for this instrument. He succedeed to obtain promiss for credit and even received a promisse to obtain from Germany celostat in the autumn of 1941. However, a German commission who visited Observatory on 22. 01. 1942 decided to take it (Report No. 3, of 14. 04. 1942) and the spectroheliograph has been taken on 22. 04. 1942 (L. Č. Popović, M. Radovanac: 2002, Astronomical observatory during the Second world war (in serbian), Publ. Astron. Obs. Belgrade, No 72, 133).

My address is

Milan S. Dimitrijević Astronomical Observatory Volgina 7, 11160 Belgrade Yugoslavia

I am sending to you my best wishes.

Milan S. Dimitrijević



АСТРОНОМСКА ОПСЕРВАТОРИЈА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ
Пов. бр. 3
14 априла 1942 год.
у Београду

ГОСПОДИНУ ДЕКАНУ ФИЛОЗОФСКОГ ФАКУЛТЕТА

Господине Декане, у смислу наређења Главнокомандујућег немачке војне силе у Београду Бр.В.Н-555 од 19 јуна 1941 године, које сам доставио Ректорату Универзитета и Господину Министру просвете под Пов.бр.461 од 23 јуна 1941 године, требало је да ова Опсерваторија одмах изврши монтирање спектрохелиографа, који је у своје време набављен на рачун репарација из Немачке, и стави га у службу за потребе немачке војне силе. У ту сврху сам у поменутом акту уједно молио и за дејство да се овој Опсерваторији неодложно стави на расположење ванредни кредит од 150.000,-динара за извршење овог посла.

Како је међутим, накнадно, коначно утврђено да уз спектрохелиограф није испоручен и целостат, један од битних саставних органа овог инструмента, без кога се рад на спектрохелиографу не може предузети, умолио сам надлежне немачке војне власти да овај орган ставе Опсерваторији на расположење, јер ова Опсерваторија под садањим околностима не би била у стању да сама из својих сретстава приступи конструкцији и металних и оптичких делова целостата тих размера. На ову моју молбу надлежне немачке власти су повољно одговориле и ставиле у изглед Опсерваторији да ће у најскоријој будућности, дакле још током јесени 1941 године, или сам целостат или његови главни делови бити стављени Опсерваторији на рсположење за поменуту сврху.

Време је међутим пролазило, наговештени целостат није стизао, а ни икакав извештај о овом предмету. Ма да је Опсерваторија све била предузела што је до ње стојало, дакле издејствовала и добила тражени кредит од 150.000,-динара, припремила сам инструмент, као и нацрте за његово монтирање, и чекала даље директиве,- ствар је била застала и остала у том стању све до 22 јануара ове године. Тога дана посетила је Опсерваторију она иста комисија која је и 19 јуна прошле године била дошла у Београд и саопштила је потписаноме да је спектрохелиограф хитно потребан у самој Немачкој за специјалне циљеве немачке војне силе, да се неће моћи оставити на Астрономској опсерваторији Универзитета у Београду, но да ће морати бити пренесен на место које немачке војне власти за ту сврху буду изабрале.

Моји нови покушаји да и поред тога приволим комисију да нам спектрохелиограф буде остављен остали су без успеха. Комисија је оставила изричит налог да се спектрохелиограф што је пре могуће спреми за транспорт. На то сам умолио комисију да ми се овај налог, којим се поништава, бар делимично, наређење Главнокомандујућег немачке војне силе у Београду Бр.В.555, достави и писмено, било преко Ректората Универзитета, било преко Министарства просвете. Но овај писмени налог нисам ни до данас добио.

З овог месеца посетио је Опсерваторију, у пратњи једног инжењера, шеф G. L.- Verbindungsstelle из Земуна и саопштио ми је да спектрохелиограф треба у најкраћем року да буде експедован. Примио сам к знању ово наређење и обећао да ћу са своје стране све предузети да оно буде извршено у том року, а умолио сам још једном да се Опсерваторији достави писмено тражење у овом смислу.

Извештавајући Вас о овом, Господине Декане, молим Вас да најкраћим путем известите и Господина Ректора Универзитета и Господина Министра просвете и умолите их да ми евентуална своја наређења доставе писмено најкасније до 17 овог месеца, јер 18 овог месеца, према наређењу немачких војних власти, спектрохелиограф Астрономске опсерваторије Универзитета у Београду треба да буде предат за транспортовање.

Управник
Астрономске Опсерваторије.

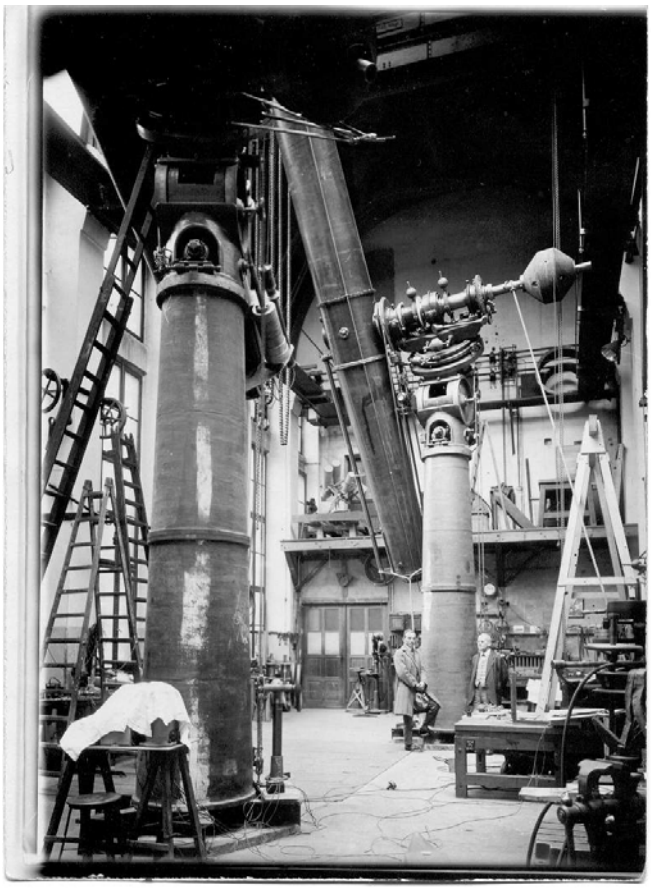
Слика 2. Допис Војислава Мишковића Декану Филозофског факултета од 23. априла 1941.

From MPSeiler@aol.com Date: Sat, 23 Nov 2002 13:41:03 EST

Dear Mr. Dimitrijević,

Thank you for your detailed e-mail and address. Before I can conclude the Belgrade chapter, I have one final question which I hope you will be able to answer. Based on local documents the coelostat was actually mounted by the Germans in September 41 in Belgrade, so that the spectroheliograph would have been operational. The documents also say that Yugoslav partisans have destroyed the coelostat mechanics soon afterwards, rendering the system inoperable. Can you confirm this ?

Best regards, Michael P. Seiler



Слика 3. Војислав Мишковић (са леве стране) 1930. године у фабрици Карл Цајс у Јени са рефрактором од 65 цм направљеним за Београдску опсерваторију.

From mdimitrijevic@aob.aob.bg.ac.yu Date: Fri, 29 Nov 2002 14:29:30 +0100 (CET)

Dear Mr. Seiler,

Thank you very much for your e-mail. I investigated your question in the Archyves of Belgrade Observatory and I found the following. During June, July and August 1941 Mišković have a real dyplomatic battle on two fronts: with German authorities for spectroheliograph, which Germans wanted to take and with Rectorat of the Belgrade University and Decanat of the Faculty of Phylosophy to obtain a credit of 150 000 dinars to construct a pavillion for it. He obtained from Germans a promiss that the missing celostat will arrive from Germany during the autumn of 1941. However the celostat never came to Observatory.

In his letter to Dean of the Phylosophycal Faculty dated 14th April 1942 (Confidential No 3), he said that he sent to Rectorat and Minister of Education (Confidential. No. 461 from 23rd June 1941) order of the Head of the German military power in Belgrade V-555 from 19th June 1941 that imediately Astronomical observatory should mount spectroheliograph and put it in the service of German military power. He remind that in order to do so he asked from Belgrade University a credit of 150 000 din for this job. Since after that it was found that celostat was not ordered with other equipment and is missing, he obtained promiss from German military authorities that in the near future, during autumn 1941, or the whole celostat or its principal parts will come to Observatory.

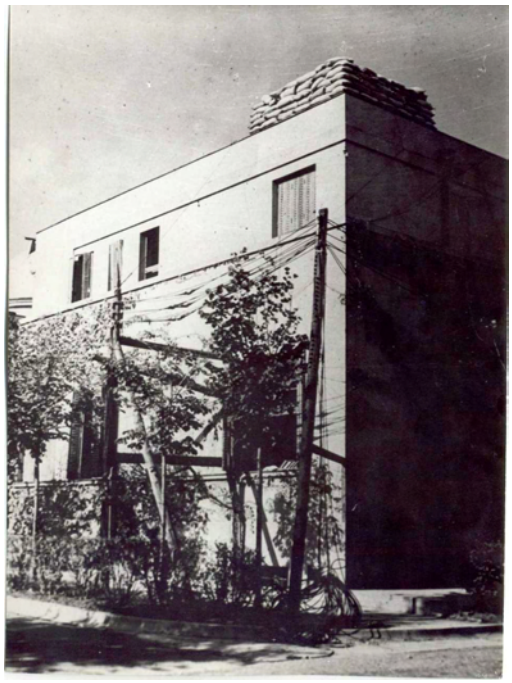
However neither celostat nor a report of this case never came to Observatory, until 22 January 1942 when the same comission which prepared order of 19 June came to Observatory, and told to him that spectroheliograph is urgently needed in Germany for special objectives of German military power, and that should be transported to the place which will be chosen by German military authorities.

On 3 April 1942, Opservatory visited the head of G. L. Verbindungsstelle from Zemun accompanied with an engineer and told that spectroheliograph should be expedited urgently. He asked a written order but without result. He inform Dean on this facts ask him to inform Rector and Minister of education and ask the written instruction since he should give spectroheliograph on 18 April 1942.

In the letter to the Dean dated 23 April 1942, he inform him that spectroheliograf Askania No 79973 with all equipment deliverd to Obsertvatory in accordance to reparation contract 37 AS 100, has been given on 22 April 1942 to German military organs from G. L. Verbindungsstelle from Zemun. Consequently, celostat was never delivered and mounted on Observatory and if it was destroyed by partisans during the transport from Germany, Miskovic never has been informed about that.

I am sending to you my best wishes and I am very interesting to receive in future your works on this and simillar subject.

Milan S. Dimitrijević



Слика 4. Немачка инсталација за противавионску одбрану на крову југоисточног крила главне зграде 1943. године.

From MPSeiler@aol.com Date: Thu, 12 Dec 2002 14:43:27 EST

Dear Mr. Dimitrijević,

Since you have helped me so good with information, maybe you can help me with historic photographs as well. To illustrate my publication I would be interested in photos of the observatory during Nazi occupation, especially if they would show Miskovic together with some of the German astronomers. Would this be available in your archives ?

Best regards, Michael P. Seiler

From mdimitrijevic@aob.aob.bg.ac.yu Date: Wed, 1 Jan 2003 11:44:35 +0100 (CET)

Dear Mr Seiler,

I wish you a happy, joyful, and successful New 2003 year with a lot of joy and realisation of all your plans.

Concerning photos, I was surprised that in our archive there is no photos from war period. I do not know the reasons. I can only assume that, since Observatory had also military importance, this was not allowed regularly, or since photos are

not a usuall archive material in an institution like this. However I succeded to find in family albums of old astronomers two photos which may be interesting for you. The first is taken in 1943 and represent a German anti air attack instalation on the roof on the south east wing of the Main building. The second represent Vojislav Miskovic in 1930, (he is on the left) in Karl Zeiss factory in Jena with the refractor 65cm finished for Belgrade Observatory.

If I can help you additionaly, do not hesitate to send me a message.

All the best

Milan S. Dimitrijević

From MPSeiler@aol.com Date: Wed, 1 Jan 2003 06:29:04 EST

Dear Mr. Dimitrijević,

Also to you all the best for the New Year 2003 and again thank you very much for all your help so far. It is really difficult to get photographs of the solar observatories made during the war and I believe you are right that this was because of military security reasons. It is also my experience that these are mainly in private files. Unfortunately, many people have died already and material of historical significance was thrown away by the families. All the more I am very thankful for your two photos, but maybe you can mail me the file with the Mišković photo in the same format as the second photo, since I cannot open it with any of the softwares that I have?

Best regards,

Michael P. Seiler

Захвалница

Један од аутора (М.С.Д.) захваљује се Милану Радованцу који му је помогао у налажењу одговарајућих архивских података и Војислави Протић – Бенишек чијом је љубазношћу добио две, у чланку поменуте, фотографије (Сл. 3 и 4).

Овај рад је урађен у оквиру пројекта 1471 *Историја астрономије код Срба*, код Министарства за науку и заштиту животне средине Републике Србије.

OUR EXCHANGE OF MESSAGES ON ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN 1941 AND 1942

Author's messages considering the question when in 1941, Vojislav Miškovoć, director of Belgrade Astronomical Observatory, was as hostage in Banjica, are presented, as well as his strugle to keep the spectroheliograph on Observatory and the final destiny of this instrument.

Зборник радова конференције "Развој астрономије код Срба III"
Београд 25-28. април 2004,
уредник М. С. Димитријевић
Публ. Астр. друш. "Руђер Бошковић" бр. 6, 2005, 177-184

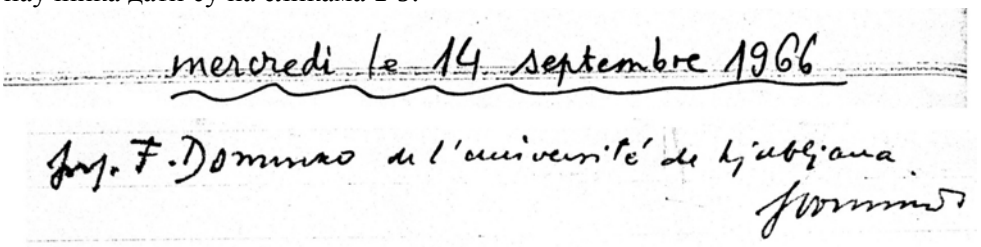
О ПОСЕТАМА СРПСКИХ АСТРОНОМА АСТРОНОМСКОЈ ОПСЕРВАТОРИЈИ У БУКУРЕШТУ

МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ[1,2]

[1]*Астрономско друштво "Руђер Бошковић", Београд, Србија*
[2]*Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд 74, Србија*

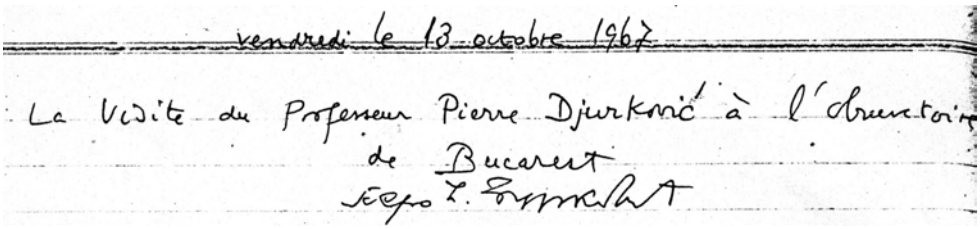
Резиме. Представљени су записи које су у XX веку оставили српски астрономи у књизи утисака Астрономске опсерваторије у Букурешту.

Током својих боравака на Астрономској опсерваторији у Букурешту, прегледали смо књигу утисака гостију ове установе и издвојили записе које су оставили у XX веку српски астрономи. Факсимили записа наших научника дати су на сликама 1-9.

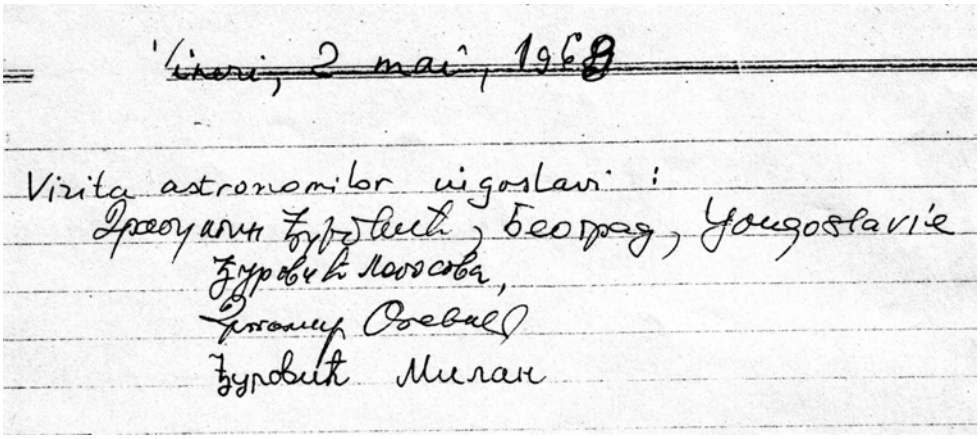


Слика 1. Запис Ф. Доминка
Среда 14. септембар 1966.
Проф. Ф. Доминко са Универзитета у Љубљани
Ф. Доминко

Прву белешку везану за наше крајеве, оставио је 14. септембра 1966. професор Фран Доминко са Универзитета у Љубљани (сл. 1), који је своју каријеру започео на Астрономској опсерваторији у Београду, па је према томе повезан и са историјом астрономије код нас. Прве узајамне посете српских и румунских астронома регистроване у извештајима о активностима на Опсерваторији су боравак од 6 дана Пере Ђурковића у Букурешту 1967. године и боравак од 9 дана Н. Динулеску-а у Београду (Ђурковић, 1969). Ђурковићев запис у књизи утисака, од 13. октобра 1967. године дат је на слици 2.

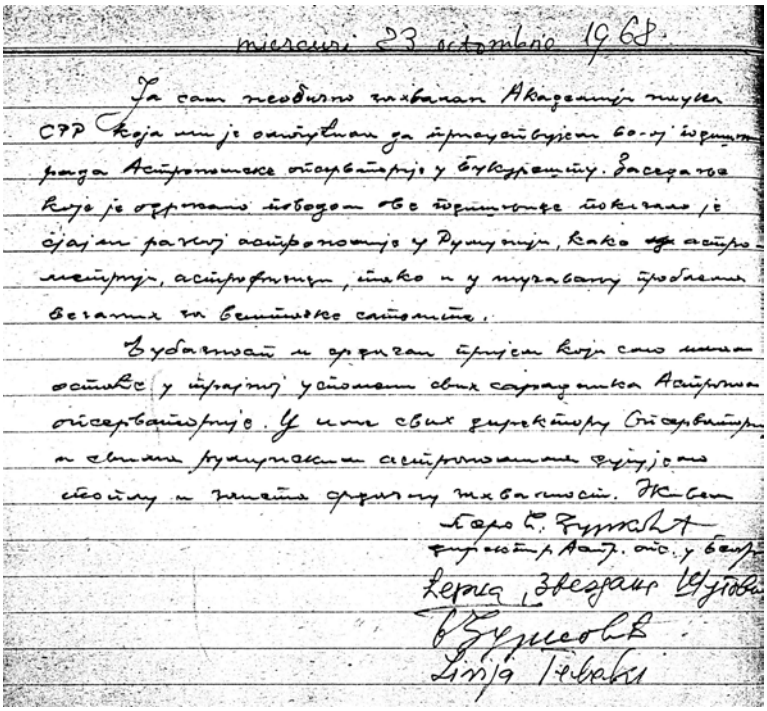


Слика 2. Запис Пере Ђурковића:
Петак 13. октобар 1967.
Посета професора Пере Ђурковића опсерваторији у Букурешту
Перо М. Ђурковић



Слика 3. Запис београдских астронома:
Петак, 2. мај 1968. [погрешно преправљено у 1969].
Посета југословенских астронома:
Драгутин Ђуровић, Београд, Југославија
Ђуровић Лепосава
Драгомир Олевић
Ђуровић Милан

Године 1968. У Букурешту су боравили (Ђурковић, 1969) Драгомир Олевић 30 дана, Перо Ђурковић 5 дана и Ђорђе Телеки 12 дана а у Београду су гости наше Опсерваторије били Л. Русу 27 дана, Ц. Драмба 9 дана и В. Ставински 10 дана. У књизи утисака постоји запис од 2. маја 1968. године (година је преправљена на 1969. али ми је Д. Олевић потврдио да је посета била у 1968) који су потписали Драгутин Ђуровић, његова супруга Лепосава Ђуровић, син Милан и Драгомир Олевић (сл. 3). Такође, ту је и белешка од 23. октобра 1968. године (сл. 4), коју су потписали Перо Ђурковић, ћерка Звездана Шуговић, Б. Ђурковић и Ливија Телеки, супруга Ђорђа Телекија.



Слика 4. Запис Пере М. Ђурковића:

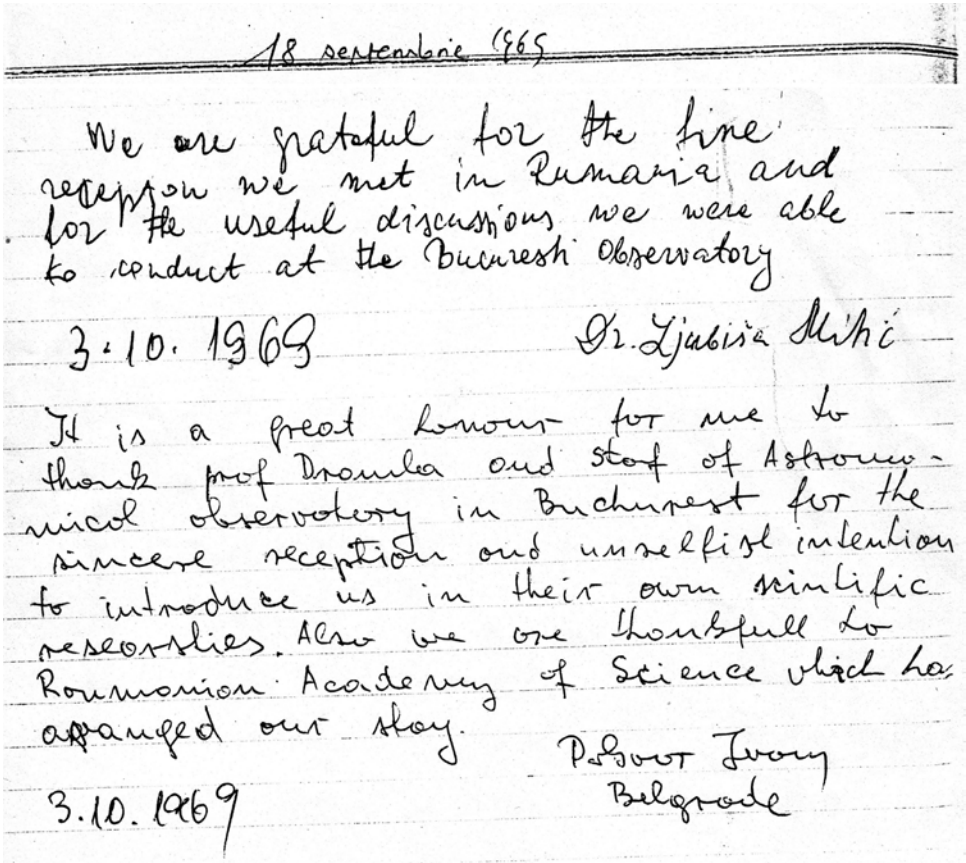
Среда, 23. октобар 1968.

Ја сам необично захвалан Академији наука СРР која ми је омогућила да присуствујем 60-ој годишњици рада Астрономске опсерваторије у Букурешту. Заседање које је одржано поводом ове годишњице показало је сјајни развој астрономије у Румунији, како у астрометрији, астрофизици, тако и у изучавању проблема везаних за вештачке сателите.

Љубазност и срдачан пријем који смо имали остаће у трајној успомени свих сарадника Астрономске опсерваторије. У име свих директору Опсерваторије и свима румунским астрономима дугујемо топлу и заиста срдачну захвалност.

Перо М. Ђурковић
директор Астр. опс. у Београду
ћерка Звездана Шуговић
Б. Ђурковић
Ливија Телеки

У 1969. години Ђурковић наводи боравак Љубише Митића и Ивана Паквора од по 20 дана а њихове белешке у књизи утисака (сл. 5) носе датум 3. 10. 1969.


18 septembrie 1965

We are grateful for the fine reception we met in Rumania and for the useful discussions we were able to conduct at the Bucuresti Observatory

3.10.1969 Dr. Ljubiša Mitić

It is a great honour for me to thank prof Dromba and staff of Astronomical observatory in Bucharest for the sincere reception and unselfish intention to introduce us in their own scintific researchies. Also we are thankfull to Roumanian Academy of Science which has arranged our stay.

Paquot Ivan
Belgrade

3.10.1969

Слика 5. Записи Љубише Митића и Ивана Паквора

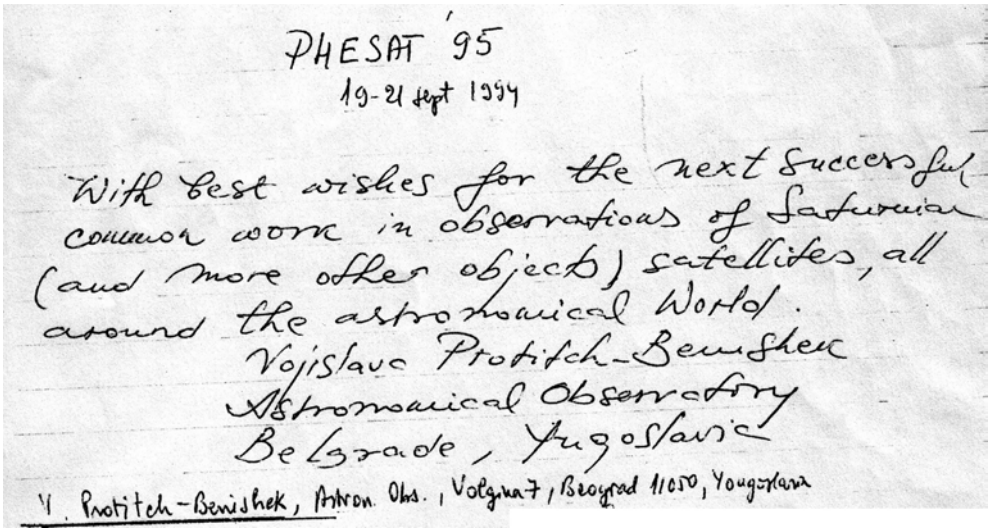
18. септембра 1965. [у врху странице другим рукописом. Можда припремљено па одложено за касније, или је то датум доласка?]

Захвални смо за леп дочек у Румунији и за корисне дискусије које смо водили на Букурештанској опсерваторији.

3. 10. 1969. *Др Љубиша Митић*

Велика ми је част да захвалим професору Дромби и сарадницима Астрономске опсерваторије у Букурешту за искрени пријем и несебичну намеру да нас уведу у своја научна истраживања. Захвални смо такође Румунској академији наука која је организовала наш боравак.

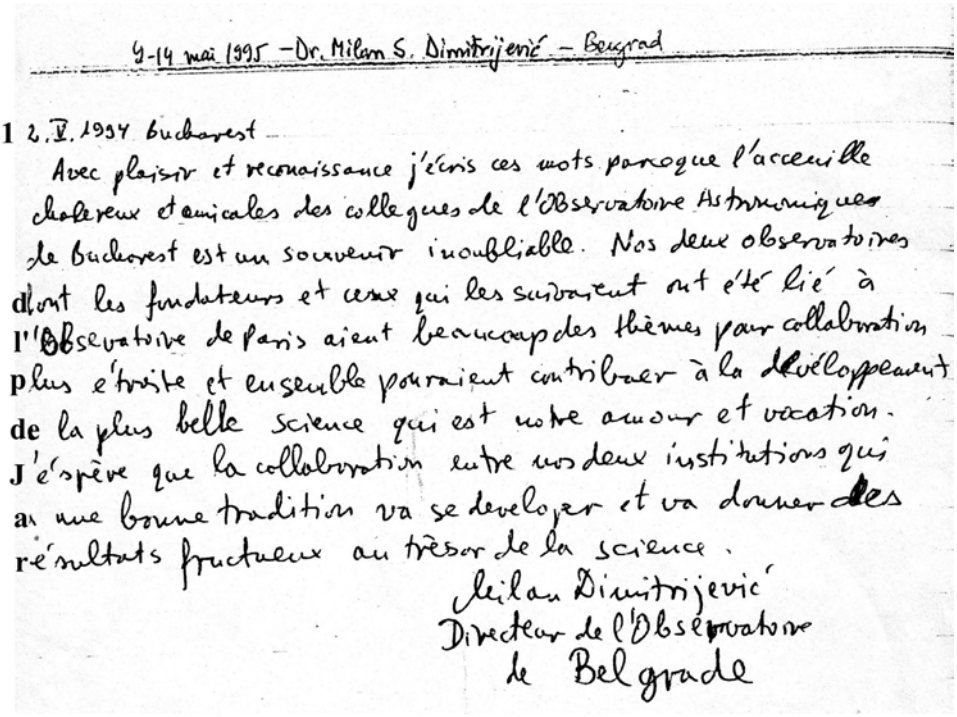
3. 10. 1969. *Паквор Иван*
Београд



Слика 6. Запис Војиславе Протић-Бенишек.
ФЕСАТ '95
19-21. септ. 1994
Са најбољим жељама за следећи успешни заједнички рад у посматрању Сатурнових сателита (и других објеката), широм астрономског света.

Војислава Протић-Бенишек
Астрономска опсерваторија
Београд, Југославија
V. Protitch-Benishek, Astron. Obs.,
Volgina 7, Beograd 11050, Yougoslavia

После тога настаје празнина од читавих 26 година када ни једног записа више нема. Тек 1994. године, Војислава Протић-Бенишек учествује на конференцији PHESAT '95, 19-21 септембра 1994. и уписује се у књигу утисака (сл. 6). После ауторове посете Опсерваторији у Букурешту 1995. године, обнавља се сарадња и међусобни контакти, што доводи до организовања 4 југословенско-румунска астрономска скупа (Темишвар 1995, Београд 1996, Клуж 1997 и Београд 1998). У књизи утисака (сл. 7) стоји да је посета била од 9-14 маја 1995. а испод је датум 12. мај 1994 (погрешно - треба 1995). Следеће године Иштван Винце учествује на NATO Advanced Research Workshop "Theortetical and Observational Problems related to Solar Eclipses, који се од 1-5. јуна 1996. одржава у Синаји. Његов потпис је заједно са потписима других учесника који су посетили Опсерваторију у Букурешту (сл. 8) а постоји и посебан запис са датумом 6. јуни 1996. (сл. 9).


9-14 mai 1995 – Dr. Milan S. Dimitrijević – Beograd

12. V. 1994 Bucharest

Avec plaisir et reconaissance j'écris ces mots parceque l'accueille chaleureux et amicales des collegues de l'Observatoire Astronomique de Bucharest est un souvenir inoubliable. Nos deux observatoires dont les fondateurs et ceux qui les suivaient ont été lié à l'Observatoire de Paris aient beaucoup des thèmes par collaboration plus étroite et ensemble pourraient contribuer à la développement de la plus belle science qui est notre amour et vocation. J'espère que la collaboration entre nos deux institutions qui a une bonne tradition va se developer et va donner des résultats fructueux au trésor de la science.

Milan Dimitrijević
Directeur de l'Observatoire
de Belgrade

Слика 7. Запис Милана С. Димитријевића

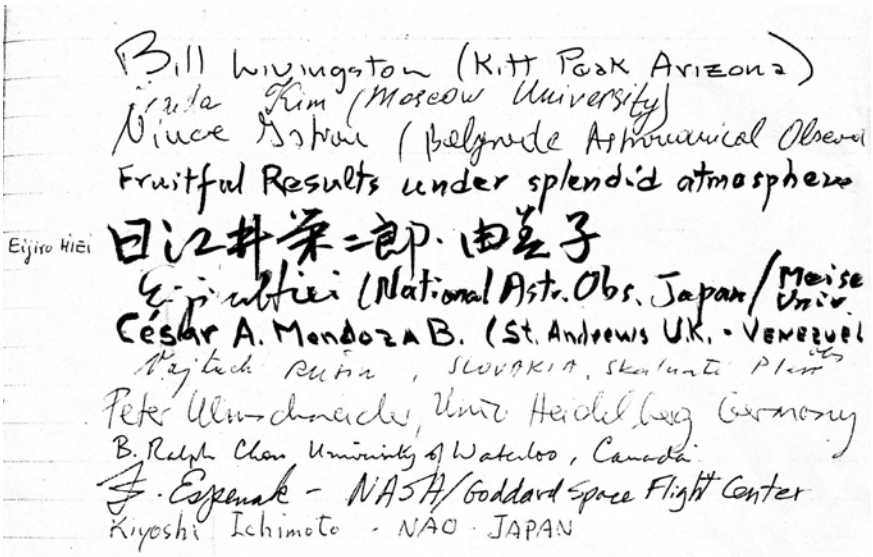
9-14. мај 1995 – др Милан С. Димитријевић – Београд

[Запис није добро копиран тако да недостаје почетак леве маргине, па су недостајућа слова додата].

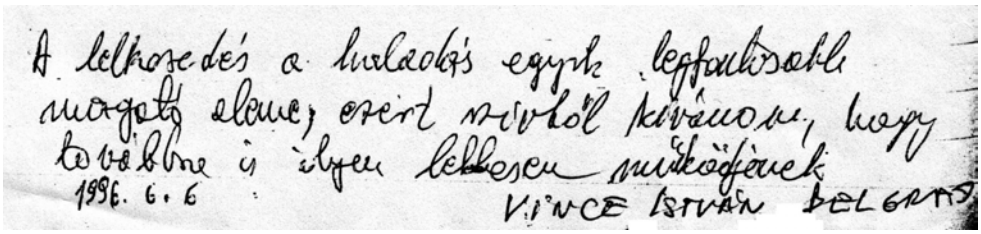
12. V. 1994 [погрешно – треба 12. V. 1995] *Букурешт*

Са задовољством и захвалношћу пишем ове речи, пошто је топао и пријатељски дочек колега са Астрономске опсерваторије у Букурешту, незаборавна успомена. Наше две опсерваторије, чији су оснивачи и њихови следбеници били везани за Париску опсерваторију, имају много тема за сарадњу и заједно би могле да допринесу развоју најлепше науке која је наша љубав и вокација. Надам се да ће се сарадња наше две институције, која има добру традицију, развијати и унети плодне резултате у ризницу науке.

Милан Димитријевић
директор Београдске опсерваторије



Слика 8. Запис учесника саветовања о теоријским и посматрачким проблемима повезаним са помрачењима Сунца, одржаног у Синаји 1-5. јуна 1996. Потпис Иштвана Винцеа је трећи одозго.



Слика 9. Запис Иштвана Винцеа

Усхит је један од најбитнијих елемената покретачке снаге развоја; због тога од срца желим да и даље радите са таквим одушевљењем.
1996. 6. 6. *Винце Иштван, Београд*

Надамо се да ће у новом XXI веку, наша сарадња са румунским астрономима бити још богатија и свеобухватнија, као и да ће у књигу утисака ући нови и бројни записи наших научника.

Литература

Djurković, P. M.: 1969, Rapport sur l'actTe godine, ivité de l'Observatoire Astronomique de Belgrade de 1966 á 1969, Bull. Obs. Astronspod je Belgrade **XXVII**, No. 2, 143.

М. С. ДИМИТРИЈЕВИЋ

ON SERBIAN ASTRONOMER'S VISITS TO THE BUCHAREST ASTRONOMICAL OBSERVATORY

Notes of serbian astronomers who visited Bucharest observatory in the XX century, written in the book of visitor's impressions are presented.

Зборник радова конференције "Развој астрономије код Срба III"
Београд 25-28. април 2004,
уредник М. С. Димитријевић
Публ. Астр. друш. "Руђер Бошковић" бр. 6, 2005, 185-219

БЕОГРАДСКА АСТРОНОМСКА ОПСЕРВАТОРИЈА У 2001. ГОДИНИ

МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ

Астрономско друштво "Руђер Бошковић", 11000 Београд, Србија

Резиме. Дат је преглед активности сарадника Астрономске опсерваторије у Београду и важнијих дешавања у 2001. години.

С обзиром да од стране новог главног и одговорног уредника издања Астрономске опсерваторије није било разумевања за објављивање публикације о Београдској астрономској опсерваторији у 2001. години, овде се у скраћеном облику дају подаци од интереса за историју наше најстарије астрономске установе.

У 2001. години, сарадници Астрономске опсерваторије објавили су 95 библиографских јединица као резултат свога научног рада. Од тога је 24 рада објављено у међународним часописима, 3 у књигама међународних издавача, 8 у националним часописима, 3 у циркуларима, 3 су прегледне и монографске публикације, а било је и 10 позваних предавања и 25 прилога на међународним конференцијама, 2 предавања по позиву и 11 прилога на националним конференцијама. Одбрањене су 4 магистарске и 2 докторске тезе.

Штампане су Публикације број 70 и 71 и Serbian Astronomical Journal 162 и 163. Наша издања шаљу се у 133 институције у 46 земаља и 15 институција и библиотека у нашој земљи. Издата је видеокасета са ТВ серијом од две епизоде "Астрономска опсерваторија". За ову сврху Општина Звездара дала је 15000 дин, на чему се посебно захваљујемо њеном председнику Петру Моравцу.

Сарадници Опсерваторије објавили су 1 уџбеник, 16 прилога у новинама и часописима, 1 превод, 2 интервјуа а у овом тексту је регистровано и 11 емисија на радију и телевизији. На Опсерваторији је одржано 23 предавања а сарадници су 39 пута били предавачи изван ове установе, доприносећи културном животу у нашој средини.

На 12 конференција у иностранству 7 људи је укупно учествовало 15 пута а на 6 конференција у земљи, 7 људи 10 пута.

Надамо се да ће комплетна библиографија радова и других прилога, као и опис различитих активности, допринети бољем познавању и разумевању овог периода историје наше најзначајније астрономске институције.

Да би се бар делимично одржао континуитет са публикацијама о Београдској астрономској опсерваторији за 1995 - 2000, осим буџета, који је овога пута на српском, пошто је од већег значаја за истраживаче у нашој средини, остали прилози су у истом облику као и у ранијим годинама, односно заглавља и објашњења су првенствено на енглеском. Такође је задржана нумерација прилога из комплетно припремљене публикације за 2001, према структури претходних публикација. Пошто су из оригиналног рукописа изостављена поглавље 1. SOME OF THE MAIN RESULTS OF THE OBSERVATORY'S RESEARCH ACTIVITY, са прегледом и анализом најзначајнијих научних резултата, као и поглавље 2. EQUIPMENT AND FACILITIES, а буџет је овде представљен на српском, библиографија је нумерисана као одељак 4 према оригиналном рукопису. Такође су у одељцима 7. PUBLISHING, 9. MEMBERSHIP IN INTERNATIONAL AND NATIONAL SCIENTIFIC SOCIETIES AND BODIES, 13. INTERNATIONAL SCIENTIFIC COLLABORATION, 14.1 LECTURING ON THE UNIVERSITY LEVEL и 16. STAFF AND ORGANISATION, дате само измене и допуне у односу на 2000, као и промене настале током 2001. године. E-mail адресе су изостављене пошто то у оваквом приступу није од значаја. Поред тога, изостављена је и фото-хроника догађаја у 2001, која је требало да буде на крају, а припремљене фотографије, које је углавном снимио Миодраг Дачић, предате су Милану Радованцу за архив Астрономске опсерваторије.

Да зборник радова конференције “Развој астрономије код Срба III” не бисмо додатно оптерећивали, анализу изнетих података и њихово упоређивање са претходним и наредним (2002, 2003) годинама, препустићемо будућим истраживачима.

БУЏЕТ АСТРОНОМСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ У 2001. ГОДИНИ

ПРИХОДИ

I	ДОЗНАЧЕНА СРЕДСТВА ИЗ ЈАВНИХ ПРИХОДА	
1.	РЕПУБЛИЧКО МИН. ЗА НАУКУ И ТЕХНОЛОГИЈУ	7.065.310,37
2.	САВЕЗНО МИНИСТАРСТВО – МУЛТИДИСЦ. ПРОЈЕКАТ	18.099,00
3.	ПРИХОДИ ОД ЗАВОДА ЗА ТРЖИШТЕ РАДА	158.228,84
4.	ПРИХОДИ ОД ЕКСПЕРТИЗА	1.606,00
5.	ВАНРЕДНИ ПРИХОДИ	203.171,89
	УКУПНО 1, 2, 3, 4, 5	**7.446.416,10**

РАСХОДИ

I	ТРОШКОВИ МАТЕРИЈАЛА, ГОРИВА И ЕНЕРГИЈЕ		
1.	ТРОШКОВИ МАТЕРИЈАЛА		213.197,97
	а) УТРОШЕНИ МАТЕРИЈАЛ	20.261,17	
	б) КАНЦЕЛАРИЈСКИ МАТ.	116.295,02	
	в) МАТ. ЗА ОДРЖАВАЊЕ	21.936,78	
	г) ЛИТЕРАТУРА ЗА ОПШТУ СЛ.	54.705,00	

2.	ТРОШКОВИ ГОРИВА И ЕНЕРГИЈЕ		345.962,16
	а) ТРОШКОВИ ЗА УГАЉ	170.759,00	
	б) ТРОШКОВИ ЗА ГОРИВО	4.600,00	
	в) УТРОШЕНА ЕЛ. ЕНЕРГИЈА	170.603,16	
	СВЕГА УТРОШЕНА СРЕДСТВА I		**559.160,13**
II	ТРОШКОВИ ЗАРАДА И НАКНАДА		
1.	НЕТО ЗАРАДЕ И НАКНАДЕ ЗАРАДА		2.899.484,95
2.	ПОРЕЗИ ЗА ЗАРАДЕ И НАКНАДЕ ЗАРАДА		585.880,54
3.	ДОПРИНОСИ ЗА ЗАРАДЕ И НАКНАДЕ ЗАРАДА		876.801,49
4.	ОСТАЛИ ЛИЧНИ РАСХОДИ		111.634,92
	СВЕГА УТРОШЕНА СРЕДСТВА II		**4.473.801,90**
III	РАСХОДИ ЗА НЕМАТЕРИЈАЛНА УЛАГАЊА, НАБАВЉЕНА ОСНОВНА СРЕДСТВА, КРЕДИТИ И ОТПЛАТЕ КРЕДИТА		0
IV	ТРОШКОВИ ПРОИЗВОДНИХ УСЛУГА		
1.	ТРОШКОВИ ПТТ УСЛУГА		120.945,04
2.	ТРОШКОВИ ПРЕВОЗА СРЕД. ЈАВНОГ САОБРАЋАЈА		30.424,20
3.	ТРОШКОВИ ЗА УСЛУГЕ НА ТЕКУЋЕМ ОДРЖАВАЊУ		11.680,47
4.	ПОБОЉШАЊЕ КВАЛИТЕТА РАЧ. ОПРЕМЕ И ОСТАЛО ТЕКУЋЕ ОДРЖАВАЊЕ		63.689,48
5.	ТРОШКОВИ ЗА ОГЛАСЕ		9.096,00
6.	ТРОШКОВИ ВОДЕ		7.435,44
7.	ТРОШКОВИ ИЗНОШЕЊА СМЕЋА И ОТПАДАКА		24.102,98
8.	ТРОШКОВИ СМЕШТАЈА СТРАНИХ ГОСТИЈУ		1.454,00
9.	ФОТО УСЛУГЕ		2.250,00
10.	РЕЦИКЛАЖА ТОНЕРА ЗА ШТАМПАЧ		13.926,36
	СВЕГА УТРОШЕНА СРЕДСТВА IV		**285.003,97**
V	ТРОШКОВИ НЕПРОИЗВОДНИХ УСЛУГА		
1.	УГОВОРИ О ДЕЛУ		238.751,24
2.	ИЗДАВАЧКА ДЕЛАТНОСТ		212.300,00
3.	ТРОШКОВИ ФОТОКОПИРАЊА		9.370,00
4.	АДВОКАТСКЕ УСЛУГЕ		33.600,00
	СВЕГА УТРОШЕНА СРЕДСТВА V		**494.021,24**
VI	НЕМАТЕРИЈАЛНИ ТРОШКОВИ		
1.	ТРОШКОВИ ПРЕВОЗА НА СЛ. ПУТУ		237.804,47
2.	ТРОШКОВИ ПРЕВОЗА НА РАД И СА РАДА		157.371,93
3.	УСЛУГЕ ЗА КОРИЧЕЊЕ КЊИГА У БИБЛИОТЕЦИ		15.153,00
4.	РЕПРЕЗЕНТАЦИЈА		142.023,09
5.	ТРОШКОВИ ОСИГУРАЊА ЗАПОСЛЕНИХ		5.300,75
6.	ТРОШКОВИ ПЛАТНОГ ПРОМЕТА		24.499,96
7.	ЧЛАНАРИНЕ		2.450,00
8.	ТАКСЕ		2.952,97
	СВЕГА УТРОШЕНА СРЕДСТВА VI		**587.556,17**

VII	ТРОШКОВИ ПОРЕЗА И ДОПРИНОСА	
1.	ТРОШКОВИ ПОРЕЗА	120.803,96
2.	ТРОШКОВИ ДОПРИНОСА	924.935,07
	СВЕГА УТРОШЕНА СРЕДСТВА VII	**1.045.739,03**
	УКУПНИ РАСХОДИ I, II, II, IV, V, VI, VII	**7.445.282,44**
	ВИШАК ПРИХОДА – ДОБИТАК (ПРЕНОС СРЕДСТАВА У 2002)	1.113,66

4. BIBLIOGRAPHY[1]

4.1 Articles published in international scientific journals

1. Albayrak, B, Demircan, O., Djurašević, G., Erkapić, S., Ak, H.: 2001, *A LIGHT AND PERIOD STUDY OF SV CAMELOPARDALIS*, Astronomy and Astrophysics, **376**, 158-164.
2. Ćirković, M. M., Samurović, S.: 2001, *COSMOLOGICAL CONSTANT AND THE FATE OF THE DDM THEORY*, Astronomy and Astrophysics, **373**, 377-380.
3. Dimitrijevich, M. S., Popovich, L. Ch.: 2001, *MODIFICIROVANNYJ POLUEMPIRICHESKIJ METOD RASCHETA PARAMETROV SHTARKOVSKOGO USHIRENIYA SPEKTRAL'NYKH LINIJ (OBZOR)*, Zhurnal Prikladnoj Spektroskopii, **68**, 685-690.
4. Dimitrijevich, M. S., Saha-Brecho, S.: 2001, *SHTARKOVSKOE USHIRENIE SPEKTRAL'NYKH LINIJ Ar VIII*, Zhurnal Prikladnoj Spektroskopii, **67**, 286-288.
5. Dimitrijević, M. S., Sahal-Bréchot, S.: 2002, *STARK BROADENING OF In II SPECTRAL LINES*, Physica Scripta, **65**, 83-95.
6. Djurašević, G., Rovithis-Livaniou, H., Rovithis, P.: 2000, *LONG-TERM ACTIVITY OF THE ECLIPSING BYNARY AB ANDROMEDAE*, Astronomy and Astrophysics, **364**, 543-551.
7. Djurašević, G., Rovithis-Livaniou, H., Rovithis, P., Erkapić, S., Milovanović, N.: 2001, *A PHOTOMETRIC STUDY OF THE W UMa-TYPE SYSTEM U PEGASI*, Astronomy and Astrophysics, **367**, 840-848.
8. Djurašević, G., Zakirov, M., Eshankulova, M., Erkapić, S.: 2001, *A PHOTOMETRIC STUDY OF THE MASSIVE BINARY RY Sct*, Astronomy and Astrophysics, **374**, 638-654.

[1] У публикацијама за године 1995-2000, као и у оригиналном рукопису публикације за 2001, овај одељак носи број 4, па смо га и овде задржали да би се олакшало упоређивање са прегледима за раније године и имао увид у оригиналну структуру припремљене књиге.

9. Doyle, J. G., Jevremović, D., Short, C. I., Hauschildt, P. H., Livingston, W., Vince, I.: 2001, *SOLAR Mn I 5432/5395 Å LINE FORMATION EXPLAINED*, Astronomy and Astrophysics, **369**, L13-L16.
10. Giuricin, C., Samurović, S., Girardi, M., Mezzetti, M., Marinoni, C.: 2001, *THE REDSHIFT-SPACE TWO-POINT CORRELATION FUNCTIONS OF GALAXIES AND GROUPS IN THE NEARBY OPTICAL GALAXY SAMPLE*, Astrophysical Journal, **554**, 857-872.
11. Jankov, S., Vakili, F., Domiciano de Souza Jr., A., Janot-Pacheco, E.: 2001, *INTERFEROMETRIC-DOPPLER IMAGING OF STELLAR SURFACE STRUCTURE*, Astronomy and Astrophysics, **377**, 721-734.
12. Knežević Z., Milani, A.: 2001, *SYNTHETIC PROPER ELEMENTS FOR OUTER MAIN BELT ASTEROIDS*, Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy, **78**, 17-46.
13. Milosavljević, V., Dimitrijević, M. S., Djeniže, S.: 2001, *STARK WIDTHS OF THE Ne II, Ne III, AND Ne IV SPECTRAL LINES*, Astrophysical Journal Supplement Series, **135**, 115-124.
14. Milovanović, N., Popović, L. Č., Dimitrijević, M. S.: 2000, *BELDATA - THE DATABASE OF BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY*, Baltic Astronomy, **9**, 595-598.
15. Popović, L. Č., Mediavilla, E. G., Muñoz, J. A.: 2001, *THE INFLUENCE OF MICROLENSING ON SPECTRAL LINE SHAPES GENERATED BY A RELATIVISTIC ACCRETION DISC*, Astronomy and Astrophysics, **378**, 295-301.
16. Popović, L. Č., Milovanović, N., Dimitrijević, M. S.: 2001, *THE ELECTRON-IMPACT BROADENING EFFECT IN HOT STAR ATMOSPHERES: THE CASE OF SINGLY- AND DOUBLY-IONIZED ZIRCONIUM*, Astronomy and Astrophysics, **365**, 656-659.
17. Popović, L. Č., Milovanović, N., Dimitrijević, M. S.: 2000, *THE IMPORTANCE OF ELECTRON-IMPACT BROADENING IN HOT STAR ATMOSPHERES: THE CASE OF Zr II AND Zr III LINES*, Baltic Astronomy, **9**, 656-657.
18. Popović, L. Č., Simić, S., Milovanović, N., Dimitrijević, M. S.: 2001, *STARK BROADENING EFFECT IN STELLAR ATMOSPHERES: Nd II LINES*, Astrophysical Journal Supplement Series, **135**, 109-114.
19. Popović, L. Č., Stanić, N., Kubičela, A., Bon, E.: 2001, *THE STRUCTURE OF THE AKN 120 EMITTING REGION: THE LINE SHAPES AND LONG-TERM H beta LINE PROFILE VARIATION*, Astronomy and Astrophysics, **367**, 780-787.
20. Srećković, A., Dimitrijević, M. S., Djeniže, S.: 2001, *STARK BROADENING IN O III SPECTRUM*, Astronomy and Astrophysics, **371**, 354-359.
21. Tankosić, D., Popović, L. Č., Dimitrijević, M. S.: 2000, *STARK BROADENING OF HEAVY ELEMENT SPECTRAL LINES IN HOT STARS: Au II, Co II, Ti II AND Co III*, Baltic Astronomy, **9**, 662-663.

22. Tankosić, D., Popović, L. Č., Dimitrijević, M. S.: 2001, *ELECTRON-IMPACT BROADENING PARAMETERS FOR Ra II SPECTRAL LINES*, Physica Scripta, **63**, 54-61.
23. Tankosić, D., Popović, L. Č., Dimitrijević, M. S.: 2001, *ELECTRON - IMPACT STARK BROADENING PARAMETERS FOR Ti II AND Ti III SPECTRAL LINES*, Atomic Data and Nuclear Data Tables, **77**, 277-310.
24. Vokrouhlický D., Brož, M., Farinella, P., Knežević, Z: 2001, *YARKOVSKY-DRIVEN LEAKAGE OF KORONIS FAMILY MEMBERS AND THE CASE OF 2953 VYSHESLAVIA*, Icarus **150**, 78-93.

4.2 Contributed papers in proceedings of international conferences published by international publishers

1. Ćirković, M. M., Samurović, S., Milošević-Zdjelar, V.: 2001, *QSO ABSORPTION LINES, GASEOUS INFALL AND STAR FORMATION*, Proceedings of the conference "Galaxy Disks and Disk Galaxies", eds. J. G. Funes, S. J. and E. M. Corsini, ASP Conference Series, Astronomical Society of Pacific, **230**, 627-628.
2. Ćirković, M. M., Samurović, S., Milošević-Zdjelar, V.: 2001, *MICROLENSING RESULTS AND REMOVING THE BARYONIC DEGENERACY*, Proceedings of the conference "Gravitational Lensing: Recent Progress and Future Goals", eds. T. G. Brainerd, C. S. Kochanek, ASP Conference Series, Astronomical Society of the Pacific, **237**, 253-254.
3. Milošević-Zdjelar, V., Samurović, S., Ćirković, M. M.: 2001, *MICROLENSING, FLATTENING, Ω_B AND h: FROM ASSUMPTIONS, VIA DATA TO TENTATIVE CONCLUSIONS*, Proceedings of the conference "Gravitational Lensing: Recent Progress and Future Goals", eds. T. G. Brainerd, C. S. Kochanek, ASP Conference Series, Astronomical Society of the Pacific, **237**, 265-266.

4.3 Articles in national scientific journals and books

1. Ćirković, M. M., Radujkov, M.: 2001, *ON THE MAXIMAL QUANTITY OF PROCESSED INFORMATION IN THE PHYSICAL ESCHATOLOGICAL CONTEXT*, Serbian Astronomical Journal, **163**, 53-56.
2. Dimitrijević, M. S., Manimanis, V. N.: 2001, *TO ASTEROSKOPEIO TOU BELIGRADIOU*, Periskopio (Athens), No 246, January 2001, 88-93.
3. Dimitrijević, M. S., Sahal - Bréchot, S.: 2001, *STARK BROADENING PARAMETER TABLES FOR In II* (Part II), Serbian Astronomical Journal, **163**, 35-47.
4. Ninković, S.: 2001, *AN ALTERNATIVE MASS MODEL FOR GALACTIC DARK CORONAE*, Serbian Astronomical Journal, **163**, 1-3.
5. Olević, D., Jovanović, P.: 2001, *A FIRST AND 11 RECALCULATED ORBITS OF DOUBLE STARS*, Serbian Astronomical Journal, **163**, 5-19.

6. Popović, G. M.: 2001, *MICROMETER MEASUREMENTS OF DOUBLE STARS (Series 53)*, Serbian Astronomical Journal, **163**, 49-51.
7. Popović, G. M., Olević, D., Pavlović, R., Jovanović, P.: 2001, *THE ANALYSIS OF TOTAL SOLAR ECLIPSE OBSERVATIONS ON AUGUST 11th, 1999 IN KIKINDA*, Serbian Astronomical Journal, **163**, 57-59.
8. Trajkovska, V.: 2000, *ASTRONOMSKI SADRŽAJI U UDŽBENICIMA U SRBIJI U DRUGOJ POLOVINI XIX VEKA (ASTRONOMICAL SUBJECTS IN TEXTBOOKS IN THE SECOND HALF* OF THE 19th CENTURY IN SEBIA, Flogiston, No 9, 19-49.

4.4 Review articles and monographic texts in national journals and books

1. Dimitrijević, M. S.: 2000, *BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN 1999*, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **69**, 1-154.
2. Dimitrijević, M. S.: 2001, *LINE SHAPES INVESTIGATIONS IN YUGOSLAVIA AND SERBIA V (1997-2000) (Bibliography and citation index)*, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **70**, 1-326.
3. Dimitrijević, M. S.: 2001, *BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN 2000*, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **71**, 1-128.

4.5 Invited lectures and progress reports in international conferences

1. Dimitrijević, M. S.: 2000, *STARK BROADENING DATA FOR ASTROPHYSICAL PLASMA INVESTIGATIONS*, Joint European and National Astronomy Meeting JENAM-2000, 9th European and 5th Euro-Asian Astronomical Society Conference, 'European Astronomy at the Turn of the Millennium', Moscow, Russia, May 29 - June 3, 2000, Abstracts, European Astronomical Society, Euro-Asian Astronomical Society, 206.
2. Dimitrijević, M. S.: 2001, *SOLAR PLASMA AND STARK BROADENING INVESTIGATIONS*, Regional meeting on Solar physics: Solar researches in the South-Eastern European countries: Present and perspectives, Bucharest 24-28 April 2001, Programme and abstracts, 13.
3. Dimitrijević, M. S.: 2001, *ASTRONOMY IN SERBIA*, Balkan Meeting of Young Astronomers, 25-29 September 2000, Belogradchik, Bulgaria, Proceedings, eds. A. Antov, R. Konstantinova-Antova, R. Bogdanovski, M. Tsvetkov, Bulgarian Academy of Sciences, Institute of Astronomy, Belogradchik Astronomical Observatory, Belogradchik, 2001, 20-33.
4. Dimitrijević, M. S.: 2001, *STARK BROADENING IN ASTROPHYSICS*, The Physics of Ionized Gases: invited lectures, topical invited lectures and progress reports, 20th SPIG - 20th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases 4-8 September 2000, Zlatibor, eds. N. Konjević, Z. Petrović, G. Malović, Sveske Fizičkih nauka - SFIN, Series A: Conferences, No A1, Institute of Physics, Belgrade, 433-452.

5. Jevremović, D.: 2001, *BALMER LINES IN STELLAR FLARES*, The Physics of Ionized Gases: invited lectures, topical invited lectures and progress reports, 20th SPIG - 20th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases 4-8 September 2000, Zlatibor, eds. N. Konjević, Z. Petrović, G. Malović, Sveske Fizičkih nauka - SFIN, Series A: Conferences, No A1, Institute of Physics, Belgrade, 465-480.
6. Knežević, Z.: 2001, *CHAOS IN THE MOTION OF ASTEROIDS*, 5th Hellenic Astronomical Conference organized by the Hellenic Astronomical Society 20 - 22 September 2001, Fodele Crete, Hellas, Book of abstracts, 1.
7. Mihajlov, A. A., Dimitrijević, M. S., Ignjatović, L.: 2001, *INFLUENCE OF CHEMI-IONIZATION AND CHEMI-RECOMBINATION PROCESSES ON THE PLASMA KINETICS IN THE SOLAR ATMOSPHERE*, Regional meeting on Solar physics: Solar researches in the South-Eastern European countries: Present and perspectives, Bucharest 24-28 April 2001, Programme and abstracts (2001), 15.
8. Mijatović, M., Trajkovska, V.: 2001, *MAKSIM TRPKOVIĆ AND THE REFORM OF THE JULIAN CALENDAR*, Balkan Meeting of Young Astronomers, 25-29 September 2000, Belogradchik, Bulgaria, Proceedings, eds. A. Antov, R. Konstantinova-Antova, R. Bogdanovski, M. Tsvetkov, Bulgarian Academy of Sciences, Institute of Astronomy, Belogradchik Astronomical Observatory, Belogradchik, 2001, 34-42.
9. Popović, L. Č., *MICROLENSING INFLUENCE ON SPECTRAL LINE SHAPES OF AGNs: ACCRETION DISK RADIATION*, Balkan Meeting of Young Astronomers, 25-29 September 2000, Belogradchik, Bulgaria, Proceedings, eds. A. Antov, R. Konstantinova-Antova, R. Bogdanovski, M. Tsvetkov, Bulgarian Academy of Sciences, Institute of Astronomy, Belogradchik Astronomical Observatory, Belogradchik, 2001, 69-78.
10. Vince, I.: 2001, *SOLAR PHYSICS DURING THE LAST THREE DECADES AT ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN BELGRADE*, Regional meeting on Solar physics: Solar researches in the South-Eastern European countries: Present and perspectives, Bucharest 24-28 April 2001, Programme and abstracts, 13.

4.6 Contributed papers and communications in international conferences

1.Bon, E., Ćirković, M.: 2001, *NEW PROPOSITION FOR REDATING OF MITHRAIC TAUROCTONY SCENE*, Astronomische Gesellschaft, Abstract Series, **18**, 261.
2. Bon, E., Popović, L. Č., Mediavilla, E. G.: 2001, *THE SHAPE OF III Zw2 H alpha LINE: EVIDENCE OF KEPLERIAN RELATIVISTIC DISK*, Astronomische Gesellschaft, Abstract Series, **18**, 222.
3. Ćirković, M. M.: 2001, *COSMOLOGICAL FINE-TUNING, TWO VERSIONS OF THE DESIGN HYPOTHESIS AND PHYSICAL ESCHATOLOGY*, International Symposium Science and Religion: Antagonism or Complementarity?, Bucharest 8-11 Novembre 2001, 16.

4. Damljanovic, G., De Biasi, M. S.: 2001, *THE CHANGES OF PARAMETERS OF CHANDLER NUTATION AND ANNUAL OSCILLATION BY USING FEW KINDS OF POLAR MOTION DATA*, Proceedings of the "Journées 2000 Systéms de Référence Spatio -- Temporels, J2000, a fundamental epoch for origins of reference systems and astronomical models", ed. N. Capitaine, Observatoire de Paris, CNRS, Paris, France, 266 - 270.
5. Damljanovic, G., De Biasi, M. S., Gerstbach, G.: 2001, *CLASSICAL ASTROMETRY LONGITUDE AND LATITUDE DETERMINATION BY USING CCD TECHNIC*, Journées 2001 Systéms de Référence Spatio - Temporels, "Influence of geophysics, time and space reference frames on Earth rotation studies", 24 - 26 September, 2001, Royal Observatory of Belgium, Brussels.
6. Dimitrijević, M. S.: 2001, *MILUTIN MILANKOVIĆ (1879-1958) AND HIS CONTRIBUTION TO THE EUROPEAN ASTRONOMY*, Astronomische Gesellschaft, Abstract Series, **18**, 133.
7. Dimitrijević, M. S.: 2001, *DEVELOPMENT OF ASTRONOMY IN SERBIA IN THE 20th CENTURY*, Astronomische Gesellschaft, Abstract Series, **18**, 263.
8. Dimitrijević, M. S.: 2001, *SCIENCE AND RELIGION: COMPLEMENTARITY IN THE FIGHT AGAINST ASTROLOGY*, International Symposium Science and Religion: Antagonism or Complementarity?, Bucharest 8-11 Novembre 2001, 16.
9. Dimitrijević, M. S., Mihajlov, A. A.: 2001, *INFLUENCE OF ION-ATOM COLISIONAL QUASIMOLECULAR COMPLEXES ON DB WHITE DWARF PLASMA PROPERTIES*, Astronomische Gesellschaft, Abstract Series, **18**, 192.
10. Dimitrijević, M. S. Milosavljević, V., Djeniže, S.: 2001, *IONIZED NEON SPECTRAL LINES STARK WIDTHS FOR STELLAR PLASMA RESEARCH AND MODELING*, Astronomische Gesellschaft, Abstract Series, **18**, 193.
11. Dimitrijević, M. S., Srećković, A., Djeniže, S.: 2001, *STARK WIDTHS OF ASTROPHYSICALLY IMPORTANT O III SPECTRAL LINES*, Astronomische Gesellschaft, Abstract Series, **18**, 193.
12. Djordjević, R., Trajkovska, V., Ninković, S., Ćirković, M. M.: 2001, *ORIGINS OF PHILOSOPHY OF SCIENCE IN SERBIA: ENTROPY DISPUTE*, XXI International Congress of History of Science, 8-14 July, 2001, Mexico Sity. Mexico, 73.
13. Giuricin, G., Samurović, S., Girardi, M., Mezzetti, M., Marioni, C.: 2000, *CLUSTERING OF GALAXIES AND GROUPS IN THE NOG SAMPLE* Constructing the Universe with Clusters of Galaxies, IAP 2000 meeting, Paris, July 2000, eds. F. Durret, D. Gerbal, 1-7 (without numeration).
14. Jovanović, P.: 2001, *SOLAR ACTIVITY AS A CAUSE OF THE 50-DAY AND 120-DAY OSCILLATIONS IN THE EARTH'S ROTATION*, Astronomische Gesellschaft, Abstract Series, **18**, 137.
15. Knežević Z., Milani, A.: 2001, *THE HIGHLY ACCURATE ASTEROID PROPER ELEMENTS*, In: Asteroids 2001: From Piazzi to the 3rd millennium, Abstracts, 211.

16. Knežević Z., Pavlović, R.: 2001, *YOUNG AGE FOR THE VERITAS ASTEROID FAMILY CONFIRMED?*, In: Asteroids 2001: From Piazzi to the 3rd millennium, Abstracts, 212.
17. Ninković, S.: 2001, *GLOBULAR CLUSTERS INTRIGUING SUBGALAXIAN STELLAR SYSTEMS*, Balkan Meeting of Young Astronomers, 25-29 September 2000, Belogradchik, Bulgaria, Proceedings, eds. A. Antov, R. Konstantinova-Antova, R. Bogdanovski, M. Tsvetkov, Bulgarian Academy of Sciences, Institute of Astronomy, Belogradchik Astronomical Observatory, Belogradchik, 2001, 88.
18. Ninković, S.: 2001, *ON SOME CONCRETE POTENTIALS FOR SPHERICALLY SYMMETRIC STELLAR SYSTEMS*, In: Stellar Dynamics from Classic to Modern, eds. L. P. Ossipkov, I. I. Nikiforov, Sankt Petersburg State University, Sankt Petersburg, 314-316.
19. Olević, D., Cvetković, Z., Dačić, M.: 2001, *KINEMATICS OF A SAMPLE OF VISUAL DOUBLE STARS*, Balkan Meeting of Young Astronomers, 25-29 September 2000, Belogradchik, Bulgaria, Proceedings, eds. A. Antov, R. Konstantinova-Antova, R. Bogdanovski, M. Tsvetkov, Bulgarian Academy of Sciences, Institute of Astronomy, Belogradchik Astronomical Observatory, Belogradchik, 2001, 95.
20. Popović, L. Č.: 2001, *THE LINE SHAPES OF Fe K alpha AND UV LINES OF NGC 3516: THE PARAMETERS OF AN ACCRETION DISC*, Astronomische Gesellschaft, Abstract Series, **18**, 223.
21. Rovithis, P., Livaniou, H., Djurašević, G.: 2001, *THE ECLIPSING BINARY RZ Com*, Proceedings of the 4th Astronomical Conference, 16-18 September 1999, Samos, Greece, edited by J. Seimenis, 319-323.
22. Trajkovska, V.: 2001, *MAKSIM TRPKOVIĆ'S REFORM OF THE CALENDAR AND PAN-ORTHODOX CONGRESS IN CONSTANTINOPLE 1923*, XXI International Congress of History of Science, 8-14 July, 2001, Mexico Sity. Mexico, 263.
23. Vince, I.: 2001, *ABOUT THE Mn I 539.47 nm SOLAR SPECTRAL LINE*, Regional meeting on Solar physics: Solar researches in the South-Eastern European countries: Present and perspectives, Bucharest 24-28 April 2001, Programme and abstracts, 14.
24. Vince, O., Vince, I.: 2001, *TEMPERATURE SENSITIVITY DETERMINATION OF THE Mn I 539.47 nm LINE FROM SOLAR LIKE STARS SPECTRA OBSERVED AT ROZHEN OBSERVATORY*, Regional meeting on Solar physics: Solar researches in the South-Eastern European countries: Present and perspectives, Bucharest 24-28 April 2001, Programme and abstracts, 14.
25. Vitas, N., Vince, I., Vince, O.: 2001, *THE HYPERFINE PROFILE OF THE Mn I 539.47 nm SOLAR SPECTRAL LINE*, Regional meeting on Solar physics: Solar researches in the South-Eastern European countries: Present and perspectives, Bucharest 24-28 April 2001, Programme and abstracts, 14.

4.7 Invited lectures in national conferences

1.Димитријевић, М. С.: 2000, *КОСМОЛОГИЈА НА РАЗМЕЂИ МИЛЕНИЈУМА*, Зборник предавања са Републичког семинара о настави физике, Друштво физичара Србије, 18-25.
2. Димитријевић, М. С.: 2001, *АСТРОНОМИЈА У СРБА 1850-1918*, Зборник радова научног скупа "Природне и математичке науке у Срба 1850 - 1918", Нови Сад, 30 - 31. октобар 2000, САНУ - Огранак у Новом Саду, Универзитет у Новом Саду, Матица Српска, Нови Сад, 59-69.

4.8 Contributed papers and communications in national conferences

1. Димитријевић, М. С.: 2001, *ХЕМИЈА ВАСИОНЕ*, Априлски дани просветних радника Србије; Дванаести семинар за професоре хемије, Београд 9. и 10. априла 2001, Хемијски факултет и Српско хемијско друштво, Београд 2001, 5-6.
2. Dimitrijević, M., Theodossiou, E.: 2001, *CALENDAR OF THE GREEK ORTHODOX CHURCH*, 5th Hellenic Astronomical Conference organized by the Hellenic Astronomical Society 20 - 22 September 2001, Fodele Crete, Hellas, Book of abstracts, 171.
3. Jovanović, B.: 2001, *ON APPROXIMATING BY SUMS OF TRIGONOMETRIC AND EXPONENTIAL FUNCTIONS*, Proceedings of the 10th Congress of Yugoslav Mathematicians, Belgrade, 21-24.01.2001, ed. Z. Kadelburg, Faculty of Mathematics, University of Belgrade, 371-378.
4. Jovanović, P., Djurović, D., Pejović, N.: 2001, *WAVELET TRANSFORMS AND THEIR APPLICATIONS*, Proceedings of the 10th Congress of Yugoslav Mathematicians, Belgrade, 21-24.01.2001, ed. Z. Kadelburg, Faculty of Mathematics, University of Belgrade, 379-387.
5. Knežević, Z., Milani, A.: 2001, *SYNTHETIC THEORY OF ASTEROID MOTION: PROPER ELEMENTS AND CHAOS*, Proceedings of the 10th Congress of Yugoslav Mathematicians, Belgrade, 21-24.01.2001, ed. Z. Kadelburg, Faculty of Mathematics, University of Belgrade, 389-393.
6. Ninković, S.: 2001, *ON THE GALACTOCENTRIC ORBITS*, Proceedings of the 10th Congress of Yugoslav Mathematicians, Belgrade, 21-24.01.2001, ed. Z. Kadelburg, Faculty of Mathematics, University of Belgrade, 401-403.
7. Нинковић, С., Трајковска, В.: 2001, *НАСТАВА ГЕОГРАФИЈЕ У СРБИЈИ У ДРУГОЈ ПОЛОВИНИ XIX ВЕКА*, Зборник радова научног скупа "Природне и математичке науке у Срба 1850 - 1918", Нови Сад, 30 - 31. октобар 2000, САНУ - Огранак у Новом Саду, Универзитет у Новом Саду, Матица Српска, Нови Сад, 195-197.
8. Pavlović, R., Knežević, Z.: 2001, *NEKHOROSHEV STABILITY OF ASTEROID MOTION*, Proceedings of the 10th Congress of Yugoslav Mathematicians, Belgrade, 21-24.01.2001, ed. Z. Kadelburg, Faculty of Mathematics, University of Belgrade, 405-408.

9. Popović, L. Č., Dimitrijević, M. S., Simić, S., Milovanović, N.: 2001, *THE ELECTRON - IMPACT BROADENING EFFECT IN STELLAR ATMOSPHERES: RARE EARTH ELEMENTS*, 5th Hellenic Astronomical Conference organized by the Hellenic Astronomical Society 20 - 22 September 2001, Fodele Crete, Hellas, Book of abstracts, 79.
10. Rovithis - Livaniou, H., Djurašević, G., Georgiades, N., Rovithis, P., Erkapić, S.: 2001, *CAN SPOT ACTIVITY SOLVE THE PROBLEM OF ABNORMAL GRAVITY IN SEMI-DETACHED SYSTEMS?*, 5th Hellenic Astronomical Conference organized by the Hellenic Astronomical Society 20 - 22 September 2001, Fodele Crete, Hellas, Book of abstracts, 81.
11. Трајковска, В., Нинковић, С.: 2001, *ЈЕДАН ПРЕДЛОГ О РЕОРГАНИЗАЦИЈИ ТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА ОБЈАВЉЕН У "ОДЈЕКУ" 1891.*, Зборник радова научног скупа "Природне и математичке науке у Срба 1850 - 1918", Нови Сад, 30 - 31. октобар 2000, САНУ - Огранак у Новом Саду, Универзитет у Новом Саду, Матица Српска, Нови Сад, 231-238.

4.9 Theses

1. Бон, Е.: 2001, *СТРУКТУРА ЕМИСИОНЕ ОБЛАСТИ КОД АКТИВНЕ ГАЛАКСИЈЕ III ZW 2*, Магистарска теза (M.Sc. Thesis), Математички факултет, Универзитет у Београду, 1-107.
2. Миловановић, Н.: 2001, *ДОПРИНОС ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА ИНТЕРПРЕТАЦИЈИ СПЕКТАРА СР ЗВЕЗДА*, Магистарска теза (M.Sc. Thesis), Математички факултет, Универзитет у Београду, 1-87.
3. Самуровић, С.: 2001 *РОТАЦИОНЕ КРИВЕ СПИРАЛНИХ ГАЛАКСИЈА И МАСИВНИ НЕУТРИНИ*, Магистарска теза (M.Sc. Thesis), Математички факултет, Универзитет у Београду, 1-103.
4. Skuljan, Lj.: 2001, *R CORONAE BOREALIS STARS: CHARACTERISTICS OF THEIR DECLINE PHASE*, PhD Thesis, University of Canterbury, New Zealand, 1-225.
5. Николић, С.: 2001 *МОЛЕКУЛСКИ ОБЛАЦИ У ОБЛАСТИ ЦЕФЕЈА*, Докторска теза (PhD Thesis), Математички факултет, Универзитет у Београду, 1-133+XVII.
6. Марковић-Кршљанин, С.: 2001 *ПОЛАРИЗАЦИЈА ПРОМЕНЉИВИХ ЗВЕЗДА ПОСМАТРАНИХ СА БЕОГРАДСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ*, Магистарска теза (M.Sc. Thesis), Математички факултет, Универзитет у Београду, 1-57.

4.10 Circulars

1. Protitch-Benishek, V., Benishek, Vl.: 2001, *PRECISE CCD OBSERVATIONS OF MINOR PLANETS: 19356, 20790, 20898 DURING THE PERIOD 14-19 of JANUARY 2001*, Minor Planet Circular Nos. 42025-42026.

2. Protitch-Benishek, V., Benishek, Vl.: 2001, *PRECISE CCD ASTROMETRIC POSITIONS OF COMET C/2000 SV74 (LINEAR)*, Minor Planet Circular Nos. 43807-43809.
3. Protitch-Benishek, V., Benishek, Vl.: 2001, *PRECISE CCD ASTROMETRIC POSITIONS OF COMET C/2000 WM1 (LINEAR)*, Minor Planet Circular Nos. 43810, 43811, 43812.

4.11 Text - books

1. Милан Димитријевић, Александар Томић: Астрономија за IV разред гимназије (четврто издање) (Astronomy for IV class of the secondary school (fourth edition)), Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 2001, 1-134.

4.12 Contributions in newspapers, professional and popularizing literature

1. Еди Бон, Дејан Урошевић: Тотално помрачење Сунца 11. августа 1999. године - Палићко језеро (The 11th August 1999 total Solar eclipse - Palić lake), Васиона, No 1-3, 2000, 45.
2. Дарко Јевремовић: Порука г. Дарка Јевремовића из Армага Др Милану Димитријевићу (Message of Darko Jevremović from Armagh to Dr Milan Dimitrijević), Bilten, Rotary Club Belgrade Old City, No 89, 28.03.2001, 3.
3. Милан М. Ћирковић, Весна Милошевић-Здјелар, Дејан Илић: Међузвездана материја од А до Б. I део: Фазе међузвездане материје и молекулски гас (Interstellar matter from A to B. The first part: Phases of interstellar matter and molecular gas), Васиона, No 1-2, 2001, 19.
4. Милан М. Ћирковић: Амир Д. Ацел: Божија једначина, Поларис, Београд, 2000 (Amir D. Acel: The equation of God, Polaris, Belgrade, 2000), Васиона, No 1-2, 2001, 33.
5. Милан С. Димитријевић: Летње рачунање времена у 2001 години (The summer time in 2001), Васиона, No 1-2, 2001, 44.
6. Милан С. Димитријевић: Поздравна беседа председника 2001/2002. на примопредаји дужности 27. јуна 2001. (Greeting speech of president 2001/2002 on the inauguration on 27. june 2001), Bilten No 103, Rotary club Belgrade Old city, 4.07.2001, 3.
7. Одабрао (choosen by) Милан С. Димитријевић: Мало поезије (Мали човек..., Гордана Нинковић, Сав космос..., Издишем спокој..., Ања Аранђеловић) (Some poetry (Little man..., Gordana Ninković, All universe..., I expire tranquility..., Anja Arandjelović)), Васиона, No 3, 2001, 76.
8. Милан С. Димитријевић: Физика прионских болести (Physics of prionic deseases), Bilten No 107 (108), Rotary club Belgrade Old city, 8.08.2001, 2.
9. Милан С. Димитријевић: Канарска острва (Canary islands), Bilten No 107 (108), Rotary club Belgrade Old city, 8.08.2001, 3.

10. Милан С. Димитријевић: Александар Саша Поповић, Васиона, No. 4, 2001, 98.
11. Милан С. Димитријевић: Потпуно помрачење Сунца 11. августа 1999. и активности наших чланова у медијима (Total Solar Eclipse of 11 August 1999 and Activities of our Fellows in Media), Васиона, No. 5, 2001, 117.
12. Милан С. Димитријевић Мало поезије: Гордан Ранитовић Златни извор; Откривање тајни (Some Poetry: Gordan Ranitović Golden source; Discovery of Secrets), Bilten, Rotary Club Belgrade Old City, No 113, 12.09.2001, 21.
13. Милан С. Димитријевић: Предавање Проф. Милана Димитријевића од 17. октобра 2001. године; Нобелова награда за физику 2001; Нобелова награда за физику 2001 и велики праскови у течном хелијуму (The lecture of Prof. Milan Dimitrijević from 17th October 2001 year; The Nobel prize for Physics for 2001; The Nobel prize for Physics for 2001 and Big Bangs in liquid Helium), Bilten, Rotary Club Belgrade Old City, No 119, 31.10.2001, 6.
14. Милан С. Димитријевић: Текст предавања Проф. Милана С. Димитријевића; Ђорђе Станојевић први српски астрофизичар (The text of the lecture of Prof. Milan Dimitrijević; Djordje Stanojević the first serbian astrophysicist, Bilten, Rotary Club Belgrade Old City, No 122, 21.11.2001, 3.
15. Milan S. Dimitrijević: Milorad B. Protitch (1911-2001), Newsletter, European Astronomical Society, No. 22, December 2001, 15.
16. Лука Ч. Поповић: Тамна материја у васиони (Dark matter in the Universe), Bulletin of the Rotary club Belgrade - Old City, No 82, 7.02.2001, 2.

4.13 Translations

1. Alejandro Oscoz Abad (Translated by Luka Č. Popović): НЕО (Објекти у близини Земље) (NEO (Near Earth Objects)), Васиона, No. 4, 2001, 77.

4.14 Interviews

1. Слободанка Андрић: Галаксија и земаљске катастрофе; Нису нестали само диносауруси (The Galaxy and Earth's catastrophies; Not only dinosauri have disapeard), (Милан М. Ћирковић), Политика, 11.11.2001, 12.
2. Слободанка Андрић: Галаксија и земаљски катастрофизам; Велика гужва у свемиру (The Galaxy and Earth's catastrophysm; Big crowd in Space), (Милан М. Ћирковић), Политика, 12.11.2001, 12.

4.15 Articles in newspapers on astronomical observatory, its activity and activity of its fellows

1. У овом броју (In this number), (Милан С. Димитријевић, Лука Ч. Поповић), Bulletin of the Rotary club Belgrade - Old City, No 78, 10.01.2001, 2.
2. Šta se događalo u prvoj polovini Rotarijanske 2000/2001. godine (What happened in the first half of the Rotarian year 2000/2001), (Милан С.

Димитријевић, Дарко Јевремовић), Bulletin of the Rotary club Belgrade - Old City, No 79, 17.01.2001, 2.
3. У овом броју (In this number), (Милан С. Димитријевић, Лука Ч. Поповић), Bulletin of the Rotary club Belgrade - Old City, No 82, 7.02.2001, 2.
4. M. E. Bailey: Poziv Prof. Dimitrijeviću iz Armagh opservatorije (Invitation for Prof. Dimitrijević from Armagh observatory), (Milan S. Dimitrijević), Bulletin of the Rotary club Belgrade - Old City, No 82, 7.02.2001, 10.
5. Проф. Др Бранислав М. Шеварлић (Читуља) (Certificate of death), (Astronomical Observatory), Политика 15.03.2001.
6. Слободанка Андрић: Смена годишњих доба на Северној Земљиној полулопти; Данас почиње пролеће (The change of seasons on the Earth's North hemispheres; Today begins the spring), (Миодраг Дачић), Политика, 20.03.2001, 12.
7. Скупштина града Београда и Политика обавештавају вас о културним манифестацијама идуће недеље у Београду. Задужбина Илије М. Коларца. Сала "Јосиф Панчић" (Assembly of the city of Belgrade and "Politika" inform you on the cultural manifestations in Belgrade. Foundation of Ilija M. Kolarac. Hall "Josif Pančić"), (Еди Бон, Милан С. Димитријевић, Лука Ч. Поповић), Политика, 1.04.2001, 31.
8. Задужбина Илије М. Коларца. Сала "Јосиф Панчић" (Foundation of Ilija M. Kolarac. Hall "Josif Pančić"), (Еди Бон, Милан С. Димитријевић, Лука Ч. Поповић), Политика, 5.04.2001, 29.
9. Јелена Милоградов-Турин: Семинар катедре за астрономију (Seminar of the Department of astronomy), (Иштван Винце), Васиона, No 1-2, 2001, 39.
10. Петар Вуца: Годишњица потпуног помрачења Сунца (Aniversary of the total Solar eclipse), (Милан С. Димитријевић, Лука Ч. Поповић), Васиона, No 1-2, 2001, 39.
11. Милан Јеличић: II летњи астрономски сусрети (II summer astronomical meetings), (Лука Ч. Поповић, Милан С. Димитријевић, Милан М. Ћирковић, Ненад Миловановић), Васиона, No 1-2, 2001, 41.
12. Слободанка Андрић: У Астрономској опсерваторији на Звездари; Годишњица колевке српске науке (In Astronomical observatory on Zvezdara Anniversary of the craddle of Serbian science), (Милан С. Димитријевић, Милорад Протић, Дарко Јевремовић, Александар Кубичела), Политика, 7.04.2001, 15.
13. Маринко Бошњак едитор: Центар за развој и економску политику 1992-1997, У: 55 година планирања: 1946-2000 (Center for development and economical policy1992-1997, In: 55 years of planing: 1946-2000), (Милан С. Димитријевић), Савезни завод за економску политику, Београд, 2001, 111.
14. M. Breger: Wien, Institut für Astronomie der Universität Wien, (Milan S. Dimitrijević), Mitteilungen der Astronomischen Gesellschaft, No 82, Hamburg 1999; (Gäste, 723), 721.
15. M. Breger: Wien, Institut für Astronomie der Universität Wien, Mitteilungen der Astronomischen Gesellschaft, No 83, Hamburg 2000 (Gäste, 749), 747.

16. Танјуг: Одлуком Владе Републике Србије; Нови споменици културе (By the decision of the Government of Republic of Serbia; New monuments of culture), (Belgrade Astronomical Observatory), Политика, 12.06.2001, 16.
17. Government of Republic of Serbia, vice president Žarko Korać: Odluka o utvrdjivanju Astronomske opservatorije u Beogradu za spomenik kulture (Decision on the proclamation of Belgrade Astronomical observatory for cultural heritage monument), Службени гласник Републике Србије, No 32, 7.06.2001, 27.
18. Александар Правдић: Решење о именовању чланова Управног одбора Физичког факултета у Београду (Decision on the nomination of Directorial board members of the Faculty of Physics in Belgrade), (М. С. Димитријевић), Службени гласник Републике Србије, No 38, 29.06.2001, 36.
19. Обавештење о покретању поступка за избор у звање (Anouncement on candidates for new academic ranks), (Предраг Јовановић, Миодраг Дачић, Дарко Јевремовић, Лука Поповић), Политика, 6.07.2001, 24.
20. И. Цветковић: Најстарија научна институција у Београду од посебног националног значаја, запуштена и руинирана; Опсерваторија усред депоније (Oldest scientific institution in Belgrade of particular national interest, uncared-for and ruined; Observatory in the middle of rubbish-heap), (M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović (on the photo), V. Protić-Benišek (on the photo)), Блиц, 9.07.2001, 26.
21. М. Богдановић: На врху града; Звездарница окружена депонијама (On the top of the city; Observatory surrounded with rubbish heap, (М. С. Димитријевић), Политика, 10.07.2001, 15.
22. ДСЋ: Министар Драган Домазет у посети Опсерваторији на Звездари; Буџет не покрива основне трошкове (Minister Dragan Domazet in visit on Observatory on Zvezdara; Budget do not cover basic expences), (M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović (on the photo)), Глас Јавности, 10.07.2001, 13.
23. Ј. Јевтовић: Астрономска опсерваторија кубури са беспарицом; И звезде паре траже (Astronomical observatory make hardly both ends meet due to shortage of money; Stars also ask money), (М. С. Димитријевић), Вечерње Новости, 10.07.2001, 15.
24. Милан Јеличић: Митологија и космологија (Mithology and Cosmology), (М. М. Ћирковић), Васиона, No 3, 2001, 68.
25. Милан Јеличић: Шта нам причају астрономски спектри? (What tel us astronomical spectra?), (М. С. Димитријевић, Л. Ч. Поповић, Е. Бон), Васиона, No 3, 2001, 68.
26. Милан Јеличић: Одбрана магистарске тезе (Defense of M.Sc thesis), (С. Самуровић), Васиона, No 3, 2001, 69.
27. Милан Јеличић: Обележена 114. годишњица Астрономске опсерваторије (Marked 114 aniversary of Astronomical Observatory), (М. С. Димитријевић, Д. Јевремовић, А. Кубичела, М. Дачић), Васиона, No 3, 2001, 70.

28. Милан Јеличић: Нови продори савремене космологије (New achievments of the contemporary cosmology), (М. М. Ћирковић, С. Нинковић), Васиона, No 3, 2001, 68.
29. Јарослав Францисти: Свечано отварање планетаријума на Петроварадинској тврђави (Solemn opening of Planetarium on Petrovaradin forteress), (М. С. Димитријевић, Л. Ч. Поповић), Васиона, No 3, 2001, 71.
30. Сарадници: 18. Београдски астрономски викенд (18. Belgrade astronomical weekend), (M. S. Dimitrijević, I. Vince, A. Kubičela, G. Popović, S. Ninković. Only on the photo: L. Č. Popović, N. Vranešević, N. Stanić), Васиона, No 3, 2001, 73.
31. Владимир Ћулум: Настанак звезда из међузвездане материје (Creation of stars from interstellar matter), (М. М. Ћирковић), Васиона, No 3, 2001, 68.
32. В.Б.Б.: Занимљиво предавање о универзуму; Зашто је ноћно небо тамно? (An interesting lecture on the Universe; Why the night sky is dark?), (М. С. Димитријевић), Наша Реч, Лесковац, 13.07.2001, 7.
33. Јован Миљковић: Астрономско друштво у Лесковцу (Astronomical society in Leskovac), (М. С. Димитријевић), Политика, 20.07.2001, 21.
34. Александар Правдић: Решење о разрешењу чланова Управног одбора Астрономске опсерваторије у Београду (Decision on dismissal of Directorial board members of the Belgrade Astronomical observatory), (Г. Поповић, Л. Ч. Поповић, И. Винце, С. Јанков), Службени гласник Републике Србије, No 43, 17.07.2001, 14.
35. Александар Правдић: Решење о именовању чланова Управног одбора Астрономске опсерваторије у Београду (Decision on the nomination of Directorial board members of the Belgrade Astronomical observatory), (Г. Поповић, Л. Ч. Поповић, И. Винце, С. Јанков), Службени гласник Републике Србије, No 43, 17.07.2001, 26.
36. Милан Р. Милановић: Предговор (Foreword), (M. S. Dimitrijević), In: Сергије Димитријевић: Структурне промене у пољопривреди Србије средином 20. века (Structure changes in Serbia's agriculture by the middle of the 20th century), Задужбина Андрејевић, Посебна издања, 29, (2001), 31.
37. Preface, (M. S. Dimitrijević), Balkan Meeting of Young Astronomers, 25-29 September 2000, Belogradchik, Bulgaria, Proceedings, eds. A. Antov, R. Konstantinova-Antova, R. Bogdanovski, M. Tsvetkov, Bulgarian Academy of Sciences, Institute of Astronomy, Belogradchik Astronomical Observatory, Belogradchik, 2001, 7.
38. Memorandum, (M. S. Dimitrijević), Balkan Meeting of Young Astronomers, 25-29 September 2000, Belogradchik, Bulgaria, Proceedings, eds. A. Antov, R. Konstantinova - Antova, R. Bogdanovski, M. Tsvetkov, Bulgarian Academy of Sciences, Institute of Astronomy, Belogradchik Astronomical Observatory, Belogradchik, 2001, 240.
39. Photos, (M. Dačić, M. S. Dimitrijević, S. Ninković, D. Olević, N. Milovanović), Balkan Meeting of Young Astronomers, 25-29 September 2000, Belogradchik, Bulgaria, Proceedings, eds. A. Antov, R. Konstantinova-Antova, R.

Bogdanovski, M. Tsvetkov, Bulgarian Academy of Sciences, Institute of Astronomy, Belogradchik Astronomical Observatory, Belogradchik, 2001, 241.
40. Јарослав Францисти: Планетаријум на Петроварадинској тврђави (The Planetarium on the Petrovaradin Forteress), (М. С. Димитријевић), Васиона, No. 4, 2001, 80.
41. Јован Миљковић: У изгледу оснивање астрономског друштва у Лесковцу (In view the foundation of Astronomical society in Leskovac), (М. С. Димитријевић), Васиона, No. 4, 2001, 99.
42. Слободанка Андрић: Професор прави Сунчане сатове; Тихи гласови времена (Professor makes Sundials; Calm voices of time), (Vojislav Mišković, Astronomical Observatory), Политика, 7.10.2001, 12.
43. Љ. Н.: Институт за Физику; Сећање на Живојина Ћулума (Institute of Physics Memories on Professor Ćulum), (Милан С. Димитријевић), Дневник, Нови Сад, 10.10.2001, 5.
44. С. Михајловић: Сећање на Живојина Ћулума (Memories on Professor Ćulum), (Милан С. Димитријевић), Грађански Лист, Нови Сад, 10.10.2001, 4.
45. Јелена Милоградов - Турин: Брдо Стојковић и историја ваздушног камења (The Hill Stojković and the History of Air Stones), (М. Дачић, М. Ђокић, Л. Ч. Поповић), Флогистон, No 11, 2001, 15.
46. Јован Д. Кечкић: О питању календара и његовој историји (The Question of Calendar and its History), (В. Трајковска), Флогистон, No 11, 2001, 47.
47. Вељко А. Вујичић: О уопштењу Њутнове силе гравитације (About Generalization of Newton's Gravitational Force), (М. Дачић, М. С. Димитријевић), Флогистон, No 11, 2001, 77.
48. Милорад Протић (Читуља) (Certificate of death), (Astronomical Observatory), Политика 31.10.2001, 27.
49. Соња Видојевић: XIX Београдски астрономски викенд (XIX Belgrade Astronomical Weekend), (М. С. Димитријевић, М. М. Ћирковић, Л. Ч. Поповић), Васиона, No. 5, 2001, 135.
50. I. A. Egorova, M. I. Ryabov: Vtoraya Odesskaya Letnyaya astronomicheskaya shkola molodykh uchenykh (The Second Odessa Summer Astronomical School of Young Scientists), (M. S. Dimitrijević), Astrokur'er, Informacionnoe izdanie Mezhdunarodnogo Astronomicheskogo Obshchestva, Oktyabr' 2001 g., 9.
51. Конкурс за избор директора Астрономске опсерваторије (Competition for the election of Astronomical Observatory Director), (Astronomical Observatory), Политика, 5.11.2001, 27.
52. Рад Академије у 2000. години; I Извршни одбор председништва; Учешће на научним скуповима, студијски боравци и предавања (Work of Academy in 2000; I Executive Board of Presidium; Participation on scientific meetings, missions and lectures), (М. С. Димитријевић, Л. Ч. Поповић), Годишњак CVII за 2000, САНУ, Београд, 2001, 92.
53. 3. Скупштине; Ванредно заседање (Assemblies; Extraordinary session), (М. С. Димитријевић), Годишњак CVII за 2000, САНУ, Београд, 2001, 133.

54. 4. Одељење за математику, физику и гео-науке; Састав и организација одељења (Department for mathematics, physics and geo-sciences; Staff and organization of Department), (М. С. Димитријевић), Годишњак CVII за 2000, САНУ, Београд, 2001, 139.
55. Сања Степановић, editor: Никола Коњевић; дописни члан (Nikola Konjević; correspondent member), (М. С. Димитријевић), Годишњак CVII za 2000, SANU, Beograd, 2001, 359.
56. Реч Уредника (Word of Editor), (G. Popović, Photo), Београдски пчелар, No 11, 2000, 122.
57. E-mail порука из Индије (E-mail message from India), (М. С. Димитријевић), Bilten, Rotary Club Belgrade Old City, No 119, 31.10.2001, 13.
58. Катица (Стевановић) Хедрих: Академик Татомир Анђелић (1903-1993) (Academician Tatomir Andjelić (1903-1993)), (М. С. Димитријевић, С. Саџаков, И. Винце), Живот и дело српских научника 6 (Life and work of serbian scientists 6), ed. M. R. Sarić, Биографије и Библиографије VI, Српска академија наука и уметности, САНУ, Београд, 2000, 435.
59. Milan Kurepa, Jaroslav Labat: History of SPIG meetings, (M. S. Dimitrijević), The Physics of Ionized Gases: invited lectures, topical invited lectures and progress reports, 20th SPIG - 20th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases 4-8 September 2000, Zlatibor, eds. N. Konjević, Z. Petrović, G. Malović, Sveske Fizičkih nauka - SFIN, Series A: Conferences, No A1, Institute of Physics, Belgrade, 483.
60. Wolfgang R. Dick: Special Colloquium: European Astronomy in the 20th Century, (M. S. Dimitrijević, E. Bon, M. Ćirković), Newsletter, European Astronomical Society, N0 22, December 2001, 15.
61. Планете Сунчевог система; 22. октобар 1999; Амфитеатар Педагошке академије (The Planets of the Solar System; 22nd October 1999: Amphiteater of the Pedagogical Academy), (Л. Č. Поповић), ГЕА - Информативни билтен, Природњачко друштво "Геа Вршац", Вршац, No 1, 2001, 6.
62. Наташа Трифуновић: Посета XIX Београдском астрономском викенду; 23. јун 2001; Београд (The Visit to the XIX Belgrade astronomical weekend; 23th Jun 2001, Belgrade), (M. S. Dimitrijević (Photo), L. Č. Popović), ГЕА - Информативни билтен, Природњачко друштво "Геа Вршац", Вршац, No 1, 2001, 17.
63. Photo of participants, (S. Ninković), In: Stellar Dynamics from Classic to Modern, eds. L. P. Ossipkov, I. I. Nikiforov, Sankt Petersburg State University, Sankt Petersburg, page after 458.
64. Ксенија Марицки Гаћански: Антика у Југославији - Области и рецепција (Београд, 23. септембар 2000) (Antique in Yugoslavia - domains and reception (Belgrade, 23 September 2000)), (M. S. Dimitrijević), Зборник Матице српске за класичне студије, No 2, Нови Сад 2000, 236.

5. LECTURES HELD BY THE OBSERVATORY FELLOWS AND GUESTS

5.1. Lectures held at the astronomical observatory

1. 30.03.2001; Миодраг Дачић, Зорица Цветковић, Горан Дамљановић, Ђуро Божичковић: Приказ астрометријске активности на Астрономској опсерваторији последњих деценија; посебно одређивања ширине, дужине, времена, као и добијања координата звезда из терестричких посматрања (Review of the astrometrical activity on Astronomical Observatory during last decades; especially of the latitude, longitude and time determination as well as of the determination of stellar coordinates from terrestrial observations), (For students of geodesy with assistant Vukan Ogrizović).
2. 4.04.2001; Evencio Mediavilla: Gravitational lenses.
3. 11.04.2001; Милан С. Димитријевић: Штарково ширење у астрофизици и истраживања у Југославији његовог утицаја на профиле спектралних линија (Stark broadening in astrophysics and investigations in Yugoslavia of its influence on spectral line shapes).
4. 18.04.2001; Милан С. Димитријевић: Утицај квазимолекуларних јон-атомских комплекса на својства слабо јонизоване астрофизичке плазме (Influence of quasimolecular ion-atom complexes on the properties of weakly ionized astrophysical plasmas).
5. 27.04.2001; Миодраг Дачић, Зорица Цветковић: Историја и активност Астрономске опсерваторије у Београду (History and Activity of the Belgrade Astronomical Observatory), (For the students and professors of the secondary school from Novi Sad).
6. 28.04.2001; Миодраг Дачић: Историја и активност Астрономске опсерваторије у Београду (History and Activity of the Belgrade Astronomical Observatory), (For the students and professors of the secondary school from Novi Sad).
7. 18.05.2001; Миодраг Дачић, Зорица Цветковић: Историја и активност Астрономске опсерваторије у Београду (History and Activity of the Belgrade Astronomical Observatory), (For the students of the Niš Faculty of Sciences with Professor Dragan Gajić).
8. 22.05.2001; Миодраг Дачић, Зорица Цветковић: Историја и активност Астрономске опсерваторије у Београду (History and Activity of the Belgrade Astronomical Observatory), (For the pupils and professors of the primary school from Niš).
9. 29.05.2001; Миодраг Дачић: Необичне небеске појаве у последњем миленијуму видљиве са подручја Ресаве (Unusual celestial events in the last millenium which could be observed from the Resava region), Days of Sindjelić: "Mythological Resava", Svilajinac.
10. 25.07.2001; Милан С. Димитријевић: Астроспектроскопија I (Astrospectroscopy I), For the team of the project: Influence of collisional processes on astrophysical plasma lineshapes).

11. 27.07.2001; Милан С. Димитријевић: Астроспектроскопија II (Astrospectroscopy II), (For the team of the project: Influence of collisional processes on astrophysical plasma lineshapes).
12. 30.07.2001; Милан С. Димитријевић: Механизми ширења спектралних линија (Spectral line broadening mechanisms), (For the team of the project: Influence of collisional processes on astrophysical plasma lineshapes).
13. 1.08.2001; Милан С. Димитријевић: Штарково ширење неводоничних спектралних линија (Stark broadening of non-hydrogenic spectral lines), (For the team of the project: Influence of collisional processes on astrophysical plasma lineshapes).
14. 3.08.2001; Yuri Valentinovich Ralchenko: Quantum calculations of electron-impact broadening in multiply charged ions.
15. 6.08.2001; Милан С. Димитријевић: Штарково ширење у астрофизици (Stark broadening in astrophysics), (For the team of the project: Influence of collisional processes on astrophysical plasma lineshapes).
16. 9.08.2001; Милан С. Димитријевић: Модификовани семиемпиријски прилаз (Modified semiempirical approach), (For the team of the project: Influence of collisional processes on astrophysical plasma lineshapes).
17. 5.10.2001; Миодраг Дачић, Зорица Цветковић: Историја и активност Астрономске опсерваторије у Београду (History and Activity of the Belgrade Astronomical Observatory), (For the students and professors of the secondary school from Šabac).
18. 10.10.2001; Слободан Нинковић: Галактоцентричне путање - резултати израчунавања (Galactocentric paths - results of calculations).
19. 17.10.2001; Милан С. Димитријевић: Астрофизички значајни апроксимативни методи за израчунавање параметара Штарковог ширења (Astrophysically important approximate methods for Stark broadening parameter calculations).
20. 20.10.2001; Миодраг Дачић: Мерење времена (The time measurement), (For the students and professors of the primary school from Beli Potok).
21. 24.10.2001; Милан С. Димитријевић: Регуларности и систематски трендови параметара Штарковог ширења и астрофизички значај њиховог изучавања (Regularities and systematic trends of Stark broadening parameters and astrophysical meaning of their investigation).
22. 7.11.2001; Лука Ч. Поповић: Микрогравитациона сочива и емисионе линије квазара: Најновији резултати (Microgravitational lenses and quasar emission lines: The most recent results).
23. 14.11.2001; Дејан Урошевић: Проблем емпиријске Σ-D релације (The Problem of Empirical Σ-D Relation).

5.2. Lectures held by the observatory's felows outside the astronomical observatory

1. 11.01.2001; Slobodan Jankov: Imagerie Doppler-Intérférométrique d'étoiles Université Joseph Fourier / Laboratoire d'Astrophysique, Grenoble, France (http://www-laog.obs.ujf-grenoble.fr).
2. 25.01.2001; Slobodan Jankov: Imagerie Tomographique de pulsations non-radiales, Université de Nice.
3. 26.01.2001; Слободан Нинковић: Тамна материја (Dark matter), "Ilija M. Kolarac" foundation, Belgrade.
4. February, 2001; Zoran Knežević: On the age of Veritas asteroid family, Institute for Astronomy, University of Vienna, L. Figl - Observatory for Astrophysics.
5. February, 2001; Gojko Djurašević: Gravity darkening effect in semidetached close binary systems, University of Athens, Athens, Greece.
6. 7.02.2001; Лука Ч. Поповић: Тамна материја у васиони (Dark matter in the universe), Rotary Club - Београд Стари град (Belgrade Old city).
7. 12.02.2001; Миодраг Дачић: Одређивање положаја небеских тела (семинар за младе астрономе - четири часа) (Determination of the celestial bodies position (Seminar for young astronomers - four lessons)), Research center Petnica, Valjevo.
8. 16.02.2001; Војислава Протић Бенишек: Мала тела Сунчевог система - Зашто и како их посматрати? (Minor Solar System bodies - Why and how observe them?), Research center Petnica, Valjevo.
9. 23.02.2001; Milan S. Dimitrijević: Stark broadening in Astrophysics, University of St. Andrews, St. Andrews, Scotland.
10. 28.02.2001; Milan S. Dimitrijević: Processes involving ion-atom complexes in weakly ionized astrophysical plasmas, Armagh Observatory, Armagh, Northern Ireland.
11. March, 2001; Зоран Кнежевић: Хаос у кретању астероида (Chaos in the asteroid motion), Research center Petnica, Valjevo.
12. 6.03.2001; Milan S. Dimitrijević: Stark broadening in Astrophysics, Trieste Observatory, Trieste, Italy.
13. 4.04.2001; Милан С. Димитријевић: Зашто је васиона оваква каква је и где су ту ванземаљци (Why the universe is just so it is and where are extraterrestrials), Rotary Club - Београд Стари град (Belgrade Old city).
14. April, 2001; Зоран Кнежевић: Старост астероидне фамилија Веритас (Age of asteroid family Veritas), Mathematical Faculty, Belgrade.
15. 5.04.2001; Милан С. Димитријевић, Лука Ч. Поповић, Еди Бон: Шта нам причају астрономски спектри (What are telling us astronomical spectra), "Ilija M. Kolarac" foundation, Belgrade.
16. 9.04.2001; Милан С. Димитријевић: Хемија васионе (Chemistry of the Universe), April days of teachers; Twelfth seminar for teachers of chemistry, Chemical Faculty, Belgrade.

17. 11.05.2001; Милан С. Димитријевић: Зашто је васиона оваква каква је и где су ту ванземаљци (Why the universe is just so it is and where are extraterrestrials), People's library "Jovan Popović", Kikinda.
18. 22.05.2001; Milan S. Dimitrijević: Spectral lines shapes: Line indentification and broadening mechanisms, Institute for Astronomy, University of Vienna, L. Figl - Observatory for Astrophysics.
19. 5.06.2001; L. Č. Popović, E. G. Mediavilla, J. A. Muñoz, M. S. Dimitrijević: The influence of microlensing on X-ray emission lines generated by an AGN accretion disc, GLITP Workshop on Gravitational Lens Monitoring, 4-6 June, La Laguna, Tenerife, Canary Islands, Spain.
20. 18-22 June 2001; Zoran Knežević: Probing the Nekhoroshev structure of the asteroid belt, Third Meeting on Celestial Mechanics, Villa Mondragone, Italy
21. 22.06.2001; Милан С. Димитријевић: Спектри нам причају о васиони (Spectra tell us about universe), XIX Belgrade Astronomical Weekend, Planetarium.
22. 23.06.2001; Лука Ч. Поповић: Гравитациона сочива - "Васионски" телескопи (Gravitational lenses - "Space" telescopes), XIX Belgrade Astronomical Weekend, Planetarium.
23. 6.07.2001; Милан С. Димитријевић: Зашто је ноћно небо тамно (Why the night sky is dark), Leskovac, Secondary School.
24. 25.07.2001; Милан С. Димитријевић: Канарска острва (Canary islands), Rotary club Belgrade - Old city.
25. 1.08.2001; Милан С. Димитријевић: Физика прионских болести (Physics of prion diseases), Rotary club Belgrade - Old city.
26. 22.08.2001; Милан С. Димитријевић: Пут у Одесу и Николајев (Journey to Odessa and Nikolaev), Rotary club Belgrade - Old city.
27. 8.09.2001; Милан Ћирковић: Катастрофизам и утицај Галаксије на Сунчев систем (Catastrophism and the influence of Galaxy on the Solar system), IV Summer Astronomical Meetings: "Influence of cosmical surrounding on the Earth and the Solar system", Planetarium.
28. 15.09.2001; Војислава Протић - Бенишек: Блиски сусрети астероида са Земљом (Near encounters of asteroids with the Earth), IV Summer Astronomical Meetings: "Influence of cosmical surrounding on the Earth and the Solar system", Planetarium.
29. 26.09.2001; Воја Антонић, Миодраг Дачић, Милан С. Димитријевић: Астрологија: Телескопима против хороскопа (Astrology: With telescopes against horoscopes), Galery "Stepenik", Belgrade.
30. 9.10.2001; Милан Ћирковић: Fred Hoyle и савремена космологија (Fred Hoyle and contemporary cosmology), "Historical and Epistemological Researches in Natural Sciences", Institute of Physics, Zemun.
31. 10.10.2001; Милан С. Димитријевић: Астрофизика данас и сутра (Astrophysics today and tommorow), Природно-Математички факултет, Нови Сад.

32. 15-19.10.2001; Srdjan Samurović: Dark Matter in Early-type Galaxies with X-Ray halos. A Spectroscopic Study of Dynamics and Abundance Indices, Italian National School for Astrophysics: "Chemical evolution of galaxies - high resolution spectroscopy" 15-19. October, 2001, Internacional Center for Theoretical Physics "Abdus Salam", Grignano (Trieste), Italy.
33. 21.11.2001; Милан С. Димитријевић: Ђорђе Станојевић први српски астрофизичар (Djordje Stanojević the first serbian astrophysicist), Rotary club Belgrade - Old city.
34. 5.12.2001; Milan S. Dimitrijević: Astronomy and Astrology, Space Research Institute of Bulgarian Academy of Sciences, Sofia.
35. 7.12.2001; Milan S. Dimitrijević: Influence of collisions with charged particles on astrophysical spectral line shapes, Astronomical Observatory, Sofia.
36. 7.12.2001; Milan S. Dimitrijević: Astronomy and Astrology, Astronomical Observatory, Sofia.
37. 20.12.2001; Srdjan Samurović: Dark Matter in Early-type Galaxies with X-Ray Halos, "Astronomy in Trieste", Trieste, Italy.
38. 26.12.2001; Војислава Протић Бенишек: Академик В. В. Мишковић - 25 година од смрти (Academician V. V. Mišković - 25 years since his death), Museum of Nikola Tesla, Belgrade.
39. 27.12.2001; Слободан Јанков: Интерферометријско осликавање звезданих површина (Interferometric imaging of stellar surfaces), Department of Astronomy, Mathematical Faculty, Belgrade.

6. TV AND RADIO EMISSIONS

1. М. Дачић је редовно достављао обданице за Радио Београд, Радио Суботицу и Радио Футог (M. Dačić supplied regularly data on the length of day and night for Radio Belgrade, Radio Subotica and Radio Futog).
2. Поводом потпуног помрачења Месеца 9. јануар (On the 9 January total Moon eclipse), М. Дачић, Радио "Палма Плус", Јагодина.
3. Реприза I емисије серије "Сунце наша звезда", аутор сценарија и водитељ Милан С. Димитријевић, ТВ Београд: I емисија "Прича о Сунцу": 22. и 23. I 2001 (Reproduction of the first part of the Series of 4 parts "Sun our star", the author of scenario and emission host Milan S. Dimitrijević, TV Belgrade I: I part "Story about Sun": 22 and 23 I 2001).
4. О Астрономској опсерваторији и Звездари (On Astronomical Observatory and Zvezdara), В. Протић Бенишек, Радио Звездара, 8.03.2001 17h-19h.
5. Гласније (Поводом 10 година од специјалног броја часописа "Галаксија" посвећеног 2001. години) (Lowder (On the occasion of the 10 year from the special number of "Galaksija (Galaxy)" journal dedicated to the year 2001)), М. С. Димитријевић, Радио Београд II, 14.04.2001 12h.
6. Београде добро јутро (О Астрономској опсерваторији) (Belgrade good morning (On Astronomical observatory), М. С. Димитријевић, ТВ Студио Б, 18.07.2001, 7h.

7. Београде добар дан (О Астрономској опсерваторији, реприза) (Belgrade good day (On Astronomical observatory, reproduction)), М. С. Димитријевић, ТВ Студио Б, 18.07.2001, 16h.
8. Ролетна (О Астрономској опсерваторији), (Window blind (On Astronomical Observatory)), М. Дачић, Л. Ч. Поповић, БК Телеком, 18.07.2001, 22h.
9. Window blind (О Астрономској опсерваторији, реприза), (РОЛЕТНА (On Astronomical Observatory, reproduction)), М. Дачић, Л. Ч. Поповић, БК Телеком, 19.07.2001, 13h 20m.
10. Астрономска опсерваторија у Београду: 65 година од проналаска мале планете Србија, емисија: Ово је Србија, (Belgrade Astronomical Observatory: 65 years from the minor planet Serbia discovery, the emission: This is Serbia), В. Протић Бенишек, ТВ Београд 1, 23.09.2001 9h30m - 10h.
11. Реприза серије "Сунце наша звезда", аутор сценарија и водитељ Милан С. Димитријевић, ТВ Београд: I емисија "Прича о Сунцу": 5.12.2001, II емисија "Панорама појава на Сунцу" 12.12.2001, III емисија "Атмосфера Сунца" 19.12.2001, IV емисија "Утицај Сунца на Земљу" 26.12.2001 (Series of 4 parts"Sun our star", the author of scenario and emission host Milan S. Dimitrijević, TV Belgrade I: I part "Story about Sun": 5.12.2001, II part "Panorame of phenomens on the Sun" 12.12.2001, III part "Atmospheres of the Sun" 19.12.2001, IV part "Solar influence on the Earth" 26.12.2001).

7. PUBLISHING (CHANGES AND ADDITIONS DURING 2001)

7.1. Editions of the astronomical observatory

No changes with respect of the book for 2000 (Publ. Astron. Obs. Belgrade Vol. 71, 2001).

7.2 Editions wherein fellows of astronomical observatory are at editorial boards or scientific councils

3. Biblioteka "DISSERTATIO" (Edition "DISSERTATIO") Задужбина "Андрејевић" ("Andrejević" Foundation) M. S. Dimitrijević - president of the Editorial Board and member of the Scientific Council of the Foundation.
   3.1 Др Катина Цветковић, ОСНОВНИ ПОСТУЛАТИ У ЛЕЧЕЊУ АРТРОГРИПОЗЕ КОД ДЕЦЕ, No. 120, 2000.
   3.2 Др Милица Пејовић - Милованчевић, ПОРЕМЕЋАЈ ПОНАШАЊА ДЕЦЕ И ОМЛАДИНЕ - МОРАЛНИ И ПСИХОПАТОЛОШКИ АСПЕКТИ, No. 121, 2001.
   3.3 Др Ксенија Јанковић, ДРОБЉЕЊЕ ОПЕКА КАО АГРЕГАТ ЗА БЕТОН, No. 122, 2001.
   3.4 Др Дејан Марковић, БИО КОМПАТИБИЛНОСТ ГЛАС - ЈОНОМЕР ЦЕМЕНТА, No. 123, 2001.

3.5 Др Силвана Д. Марковић, ФИТОХЕМИЈСКО ПРОУЧАВАЊЕ ВРСТА РОДА HIERACIUM L., No. 124, 2001.
3.6 Др Драган М. Игњатовић, ИЗБОР ПОМОЋНЕ МЕХАНИЗАЦИЈЕ ЗА ПОВРШИНСКЕ КОПОВЕ ЛИГНИТА, No. 125, 2001.
3.7 Др Драгослава Стојиљковић, АЗОТНИ ОКСИДИ ПРИ САГОРЕВАЊУ ДОМАЋИХ ЛИГНИТА, No. 126, 2001.
3.8 Др Ђуро Кутлача, ОЦЕЊИВАЊЕ ТЕХНОЛОШКОГ НИВОА ФИРМИ СЕКТОРА НАЦИОНАЛНЕ ЕКОНОМИЈЕ, No. 127, 2001.
3.9 Др Ђуро Мацут, ИНСУЛИНСКА СЕНЗИТИВНОСТ У ДИЈАБЕТЕСУ ТИП 1, No. 128, 2001.
3.10 Др Гојко Јоксимовић, АНАЛИЗА КВАРОВА КАВЕЗНОГ ИНДУКЦИОНОГ МОТОРА, No. 129, 2001.
3.11 Бојан Ј. Илић, СТРАТЕГИЈЕ ФОРМИРАЊА ЦЕНА У УСЛОВИМА ДИСКОНТИНУИТЕТА, No. 130, 2001.
3.11 Др Љубинка Јанковић Величковић, САВРЕМЕНИ АСПЕКТ ДИЈАГНОСТИКЕ КАРЦИНОМА ПРОСТАТЕ, No. 131, 2001.
3.12 Др Татјана С. Радосављевић, ЕНТЕРОИНСУЛАРНА ОСОВИНА У ПОРТО - КАВНОМ ШАНТУ, No. 132, 2001.
3.13 Др Оливера Станојловић, АНИМАЛНИ МОДЕЛИ ЕПИЛЕПСИЈЕ - АНТИЕПИЛЕПТИЦИ, No. 133, 2001.
3.14 Др Зоран Машић, ДИНАМИЧКА ЧВРСТОЋА - ОСОБИНА ЧОВЕКА, No. 134, 2001.
3.16 Др Дејан Коматина, ОТВОРЕНИ ТОКОВИ ГУСТИХ МЕШАВИНА - ТЕОРИЈА И ЕКСПЕРИМЕНТ, No. 135, 2001.
3.17 Др Вилма Јовичић, САВРЕМЕНА ДИЈАГНОСТИКА ЛАЈМСКЕ БОРЕЛИОЗЕ, No. 136, 2001.
3.18 Др Кристина Гопчевић, ТОКСИН ПОСКОКА - ОТРОВ И ЛЕК, No. 137, 2001.
3.19 Др Драган Петровић, ДИНАМИКА СУДАРА ВАГОНА, No. 138, 2001.
3.20 Др Дрина Јанковић, p - AMINOHIPURNA КИСЕЛИНА: ОБЕЛЕЖАВАЊЕ И МОГУЋНОСТИ КЛИНИЧКЕ ПРИМЕНЕ, No. 139, 2001.
3.21 Др Наташа Вавић, ХЕМОСТАЗА У ТРАНСПЛАНТАЦИЈИ ЈЕТРЕ, No. 140, 2001.

6. Библиотека "ACADEMIA" (Edition "ACADEMIA") Задужбина "Андрејевић" ("Andrejević" Foundation) M. S. Dimitrijević - member of the Scientific Council of the Foundation.
6.1 Мр Горан Ристић, ГРАД НА ДЕПОНИЈИ, No 50, 2000.
6.2 Мр Андреја Самчовић, ПОДОПСЕЖНО КОДОВАЊЕ СЛИКА, No 51, 2000.
6.3 Мр Каролина Смиљанић Радотић, КО КОНТРОЛИШЕ ИМУНИТЕТ НА НИВОУ ГРАФТА?, No 52, 2000.
6.4 Мр Мирослава Стопић, ЕТНОСЕЛО - КУЛТУРНА ВРЕДНОСТ СРБИЈЕ, No 53, 2001.

6.5 Мр Ивана Теодоровић, ИНДЕКС МЕТАЛОЗАГАЂЕЊА; ПРИЛОГ МОНИТОРИНГУ ПОВРШИНСКИХ ВОДА, No 54, 2001.
6.6 Мр Мирослав Свирчевић, СВИТАЊЕ ДЕМОКРАТИЈЕ У ВЕСТМИНСТЕРУ, No 55, 2001.
6.7 Мр Сунчица Мацура Миловановић, РОМСКА ДЕЦА И ШКОЛА; КАКО ИСТОПИТИ ГРУДВУ?, No 56, 2001.
6.8 Мр Јелена Врањешевић, ПРОМЕНА СЛИКЕ О СЕБИ: АУТОПОРТРЕТ АДОЛЕСЦЕНЦИЈЕ, No 57, 2001.
6.9 Мр Тамара Чавић, О ИЗБЕГЛИШТВУ - ПСИХОСОЦИЈАЛНИ АСПЕКТИ, No 58, 2001.
6.10 Мр Бранко Миљановић, МАКРОЗООБЕНТОС РЕКА КОЛУБАРЕ, ОБНИЦЕ И ЈАБЛАНИЦЕ, No 59, 2001.
6.11 Мр Маја Шурбатовић, ТУМОР НЕКРОЗИС ФАКТОР α-TNFα У СЕПСИ, No 60, 2001.
6.12 Мр Бранислав Станковић, ТЕРАПИЈА АМБИОПИЈЕ, No 61, 2001.
6.13 Мр Татјана Јевтовић Стоименов, МАКРОФАГ И ИМУНОМОДУЛАТОРИ, No 62, 2001.
6.14 Мр Ђенђи Мајор, ПРИНУДНО СЛЕТАЊЕ, No 63, 2001.
6.15 Мр Радмила Драгутиновић Митровић, АНАЛИЗА ПАНЕЛ СЕРИЈА, No 64, 2001.
6.16 Мр Александар П. Симић, ЕРОЗИВНИ ЕЗОФАГИТИС И ДУОДЕНОГАСТРИЧНИ РЕФЛУКС, No 65, 2001.
6.17 Мр Драгана Лончар Стојиљковић, БЕТА БЛОКАТОРИ И АНЕСТЕЗИЈА, No 66, 2001.
6.18 Мр Светлана Кргић, КВАЛИТЕТ ЖИВОТА ШКОЛСКЕ ДЕЦЕ И ОМЛАДИНЕ, No 67, 2001.
6.19 Мр Небојша Петровић, ПУТЕВИ ИСТРАЖИВАЊА АУТОРИТАРНОСТИ, No 68, 2001.
6.20 Мр Снежана Ускоковић Марковић, ЗЕМНОАЛКАЛНЕ СОЛИ WPA, No 69, 2001.

7. Библиотека "ПОСЕБНА ИЗДАЊА" (Edition "POSEBNA IZDANJA") Задужбина "Андрејевић" ("Andrejević" Foundation) M. S. Dimitrijević - member of the Scientific Council of the Foundation
7.1 Др Александар Маликовић, ВИДНО ПОЉЕ КОРЕ ВЕЛИКОГ МОЗГА ЧОВЕКА, No 16, Београд, 2001.
7.2 Мр Наташа Церибашић Љубомировић, СТРЕС И МЛАДИ, No 17, Београд, 2001.
7.3 Мр Љиљана Петровић Рацков, DERMATO POLIMIOZITIS СА ВАНМИШИЋНИМ СИНДРОМОМ, No 18, Београд, 2001.
7.4 Мр Саша Љубенковић, ЗАШТИТА ТАНКОГ ЦРЕВА У РАДИОТЕРАПИЈИ, No 19, Београд, 2001.
7.5 Др Драган И. Темељковски, ЗАВОЈНЕ ПРЕСЕ СА ВАРИЈАБИЛНИМ МОМЕНТОМ ИНЕРЦИЈЕ ЗАВРТЊА, No 20, Beograd, 2001.

7.6 Сергије Димитријевић, КОМУНИСТИЧКА ПАРТИЈА ЈУГОСЛАВИЈЕ У ЛЕГИТИМНОМ ПЕРИОДУ ЊЕНОГ ПОСТОЈАЊА ОД 1919 - 1921. ГОДИНЕ, No 21, Београд, 2001.
7.7 Др Војислав Митић, СТРУКТУРА И ЕЛЕКТРИЧНА СВОЈСТВА Ba Ti O_3-КЕРАМИКЕ, No 22, Београд, 2001.
7.8 Мр Дијана Милашиновић Марић, АРХИТЕКТА ЈАН ДУБОВИ No 23, Београд, 2001.
7.8 Мр Гордана Брун, ОБРАЗОВАЊЕ И ВАСПИТАЊЕ ЗА ОПСТАНАК, No 24, Београд, 2001.
7.9 Мр Бранислав Марковић, СЕЛФ ПСИХОЛОГИЈА И РАДНИ САВЕЗ, No 25, Београд, 2001.
7.10 Проф. др Јован Б. Душанић, НОВАЦ, No 26, Београд, 2001.
7.11 Проф. др Драгиша Милошев, УТИЦАЈ ТЕМПЕРАТУРЕ НА ФОРМИРАЊЕ ЗРНА ПШЕНИЦЕ, No 27, Београд, 2001.
7.12 Др Љубица Мандић, НЕБЛАГОВРЕМЕНА ЖАЛБА У ВАНПАРНИЧНОМ ПОСТУПКУ, No 28, Beograd, 2001.
7.13 Сергије Димитријевић, СТРУКТУРНЕ ПРОМЕНЕ У ПОЉОПРИВРЕДИ СРБИЈЕ СРЕДИНОМ 20. ВЕКА, No 29, Београд, 2001.
7.14 Др Милан Р. Милановић, СЛУШНИ АПАРАТИ И ТЕШКА ОШТЕЋЕЊА СЛУХА, No 30, Beograd, 2001.
7.15 Мр Мирјана Веселиновић Јовановић, ХИПЕРАКТИВНО ДЕТЕ, No 31, Beograd, 2001.
7.16 Др Десимир Ж. Вучић, ЦИКЛИЧНА СПЕКТРАЛНА АНАЛИЗА СИГНАЛА, No 32, Beograd, 2001.
7.17 Др Марија Тоскић Радојичић, ПРЕПАРАТИ ЗА ДЕКОНТАМИНАЦИЈУ ПЕРКУТАНОГ ТРОВАЊА S - ИПЕРИТОМ И VX -ОМ, No 33, Beograd, 2001.

10. Библиотека: Народна књижевност Српске крајине, (Library: National Literature of Serbian Krajina) М. Радованац – Едитор.
10.1 Никола Беговић, СРПСКЕ НАРОДНЕ ПЈЕСМЕ ИЗ ЛИКЕ И БАНИЈЕ, No 2.

11. "Београдски пчелар", (Belgrade apiarist) Г. Поповић - Editor

7.3 Reviewing in international journals

Zoran Knežević for ICARUS (2), CELESTIAL MECHANICS AND DYNAMICAL ASTRONOMY (1) and SCIENCE (1).

8. ORGANIZATION OF CONFERENCES

1. Regional meeting on Solar physics: Solar researches in the South-Eastern European countries: Present and perspectives, Bucharest 24-28 April 2001. Scientific Organizing Committee I. Vince.

2. The second Odessa Astronomical Summer School for Young Scientists: Astronomy and beyond: Astrophysics, Astrochemistry and Astrobiology, Odessa, 12-17 August 2001. Scientific Organizing Committee M. S. Dimitrijević.

9. MEMBERSHIP IN INTERNATIONAL AND NATIONAL SCIENTIFIC SOCIETIES AND BODIES (CHANGEMENTS AND ADDITIONS DURING 2001)

9.1. Membership in international scientific societies

13. EuroScience Association, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović.
14. Philosophy of Science Association (Headquater in University of Chicago), M. Ćirković.
16. Academy of Nonlinear Sciences, Moscow, M. S. Dimitrijević (since 9.01.2001).

9.2. Membership in national astronomical and other professional societies and bodies

5. Society for the popularization of science, Novi Sad, M. S. Dimitrijević, Member of Presidential board and Co-Founder.

10. VISITING DIGNITARIES AND DISTINGUISHED GUESTS AT THE ASTRONOMICAL OBSERVATORY

9.05.2001, Berislav Kosijer, writer.
27.03-5.04.2001, Dr Evencio Mediavilla, Instituto de Astrofisica de Canarias, La Laguna, Tenerife, Spain.
5.07.2001, Petar Moravac, Lord Mair of Zvezdara Municipality.
9.07.2001, Dragan Domazet, Minister of Science, Technologies and Development of Serbia, Petar Moravac, Lord Mair of Zvezdara Municipality.
1-4.08.2001, Yuri Valentinovich Ralchenko, Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel.
20-22.10.2001, Dr Miltcho Tsvetkov, Institute of Astronomy of the Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria.
20-22.10.2001, Dr Katja Tsvetkova, Institute of Astronomy of the Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria.
20-22.10.2001, Hristo Lukarski, Institute of Cosmic Researches of the Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria.

11. THE ATTENDANCE AT SCIENTIFIC CONFERENCES

1. 10th Congress of Yugoslav Mathematicians, Belgrade 21-24. January 2001, B. Jovanović, P. Jovanović, Z. Knežević, S. Ninković, R. Pavlović.
2. Прилози аналитичкој динамици - Управљање, стабилност и диференцијална геометрија (Contributions to analytical dynamics - Governing, stability and differential geometry), Beograd, 4.04.2001, М. С. Димитријевић.
3. Априлски дани просветних радника, Дванаести семинар за професоре хемије, Београд 9. и 10. април 2001, М. С. Димитријевић.
4. Regional meeting on Solar physics: Solar researches in the South-Eastern European countries: Present and perspectives, Bucharest 24-28 April 2001, M. S. Dimitrijević, I. Vince, O. Vince.
5. Научни пројекат "Сусрет цивилизација на Балкану", Осми међународни научни скуп "Југоисточна Европа: Политичке и културне концепције (XVI-XX), Београд, 9-11. мај 2001, В. Трајковска.
6. Митска Ресава, Свилајинац, 29.05.2001, М. Дачић.
7. GLITP Workshop on gravitational lens monitoring, La Laguna, Tenerife, Canary Islands, Spain, 4-6 June 2001, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović.
8. Asteroids 2001: From Piazzi to the 3rd millenium, Santa Flavia, Italy, 11-15 June 2001, Z. Knežević.
9. Third Meeting on Celestial Mechanics, Villa Mondragone, Italy, 18-22 June 2001, Z. Knežević.
10. The second Odessa Astronomical Summer School for Young Scientists: Astronomy and beyond: Astrophysics, Astrochemistry and Astrobiology, Odessa, 12-17 August 2001, M. S. Dimitrijević.
11. Atelier Porquerolles: Fourier Analysis and Hamiltonian Systems, Porquerolles, France, 9-15 September 2001, R. Pavlović.
12. Joint European and National Astronomical Meeting JENAM-2001, Munich, Germany, 10-15 September 2001, E. Bon, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović.
13. 5th Hellenic Astronomical Conference, Fodele Crete, 20-22 September, 2001, Z. Knežević.
14. Друштвено-политичка мисао Јована Скерлића, Београд, 27-28 септембар 2001, В. Трајковска.
15. Journées 2001 Systéms de Référence Spatio - Temporels "Influence of geophysics, time and space reference frames on Earth rotation studies", 24 - 26 September, 2001, Royal Observatory of Belgium, Brussels. G. Damljanović.
16. Italian National School for Astrophysics: "Chemical evolution of galaxies - high resolution spectroscopy", 15-19. October, 2001, Grignano (Trieste), Italy. S. Samurović.
17. International Symposium Science and Religion: Antagonism or Complementarity?, Bucharest 8-11 Novembre 2001, M. S. Dimitrijević.
18. Astronomy in Trieste, Trieste 20 Decembre 2001, S. Samurović.

12. VISITS TO SCIENTIFIC INSTITUTIONS

1. 1.01-31.12.2001, University of Massachusetts, Amherst, USA V. Živkov.
2. 1.01-31.12.2001, Department of Physics and Astronomy, University of Canterbury, Christchurch, New Zealand; Mt. John Observatory, New Zealand Lj. Skuljan.
3. 1.01-31.12.2001, University College, London, England, N. Vranešević.
4. 4.01-4.05.2001, University of Alabama, Huntsvil, Alabama, USA, D. Tankosić.
5. 15.01-15.05.2001, Armagh Observatory, Armagh, Northern Ireland, D. Jevremović.
6. 5.02-13.02.2001, University of Athens, Athens, Greece, G. Djurašević.
7. 7.02-7.04.2000, Department of Astronomy, Eötvös Lorand University, Budapest, Hungary, I. Vince.
8. February 2001 (1 week), Vienna Observatory, Vienna, Austria, Z. Knežević.
9. 15.02-9.03.2001, University College, London, England; St. Andrews University, St. Andrews, Scotland; Armagh Observatory, Armagh, Northern Ireland; Trieste Observatory, Trieste, Italy; Vienna Observatory, Vienna, Austria, M. S. Dimitrijević.
10. 19.02-19.03.2001, Instituto de Astrofisica de Canarias, La Laguna, Tenerife, Spain; Teide Observatory, Tenerife, Spain; Roque de los Muchachos Observatory, La Palma, Canary Islands, Spain, E. Bon, L. Č. Popović.
11. 1.04-31.12.2001, Onsala Space Observatory, Sweden, S. Nikolić.
12. 20.04.-20.07.2001, Observatoire de Côte d'Azure, Grass, France, S. Jankov.
13. 15.05-15.11.2001, Institute of Geodesy and Geophysics, Vienna University of Technology, Austria, G. Damljanović.
14. 18-23.05.2001, Astronomical Observatory, Vienna, Austria, M. S. Dimitrijević.
15. Jun 2001 (2 weeks), Dipartimento di matematica, Universitá di Pisa, Italy, Z. Knežević.
16. 1.06-10.06.2001, Instituto de Astrofisica de Canarias, La Laguna, Tenerife, Spain; Teide Observatory, Tenerife, Spain, M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović.
17. 15.06-20.12.2001, Armagh Observatory, Armagh, Northern Ireland, D. Jevremović.
18. 22.06-22.12.2001, University of Alabama, Huntsvil, Alabama, USA, D. Tankosić.
19. 17-18.08.2001, Astronomical Observatory, Nikolaev, Ukraina, M. S. Dimitrijević.
20. September 2001 (1 week), Department of Physics, University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece, Z. Knežević.
21. 9.09-14.9.2001, Astrophysikalisches Institut Potsdam, Germany, L. Č. Popović.
22. October 2001 (3 weeks), Dipartimento di matematica, Universitá di Pisa, Italy, Z. Knežević.

23. 7-13.11.2001, Astronomical Observatory, Bucharest, Romania, M.S. Dimitrijević.
24. 4-7.12.2001, Space Research Institute of Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria; Astronomical Observatory, Sofia, Bulgaria, M. S. Dimitrijević.
25. 11.12-31.12.2001, Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel, N. Milovanović.

13. INTERNATIONAL SCIENTIFIC COLLABORATION (CHANGEMENTS AND ADDITIONS DURING 2001)

AUSTRIA

Astro - geodesy project 6331: "CCD in astro - geodesy", Univ. Prof. Dr. G. Gerstbach of IGG TU Wien (Dept. of Advanced Geodesy (E128/1), Institute of Geodesy and Geophysics, Vienna University of Technology, Austria) (Goran Damljanović).

BULGARIA

Space Research Institute of Bulgarian Academy of Sciences, Sofia (M. S. Dimitrijević).
Astronomical Observatory, Sofia (M. S. Dimitrijević).

ISRAEL

Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel (N. Milovanović).

ITALY

Trieste Observatory (S. Samurović).

ROMANIA

Astronomical Observatory, Bucharest (Agreement on collaboration with Astronomical Institute of the Romanian Academy of Sciences, signed on 27. 04. 2001).
Astronomical Observatory, Cluj - Napoca (Agreement on collaboration with Astronomical Institute of the Romanian Academy of Sciences, signed on 27. 04. 2001).
Astronomical Observatory, Timisoara (Agreement on collaboration with Astronomical Institute of the Romanian Academy of Sciences, signed on 27. 04. 2001).

UKRAINE

Mykolayiv Observatory, Mykolayiv (Agreement on collaboration signed on 24. 04. 2001).

14. TEACHING ACTIVITY

14.1. Lecturing on the university level

No changements or additions during 2001.

14.2. Ph. D. and M. Sc. theses

1. Владимир М. Милосављевић ШТАРКОВО ШИРЕЊЕ СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА АТОМСКИХ СПЕКТАРА ИНЕРТНИХ ГАСОВА (STARK BROADENING OF SPECTRAL LINES OF NOBLE GAS ATOMIC SPECTRA), Ph. D. Thesis, Belgrade University, Faculty of Physics, 17. 05. 2001 (Milan S. Dimitrijević, President of the Jury).
2. Еди Бон СТРУКТУРА ЕМИСИОНЕ ОБЛАСТИ КОД АКТИВНЕ ГАЛАКСИЈЕ III ZW 2 THE EMISSION REGION STRUCTURE AT III ZW 2 ACTIVE GALAXY, M. Sc. Thesis, Belgrade University, Mathematical Faculty, 14. 05. 2001. (Luka Č. Popović, Co-Mentor, Ištvan Vince, Co-Mentor).
3. Силвана Николић МОЛЕКУЛСКИ ОБЛАЦИ У ОБЛАСТИ ЦЕФЕЈА MOLECULAR CLOUDS IN THE CEPHEUS REGION, Ph. D. Thesis, Belgrade University, Mathematical Faculty, 22. 11. 2001. (Ištvan Vince, Mentor).
4. Ненад Миловановић ДОПРИНОС ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА ИНТЕРПРЕТАЦИЈИ СПЕКТАРА CP ЗВЕЗДА THE STARK BROADENING CONTRIBUTION TO CP STAR SPECTRA INTERPRETATION, M. Sc. Thesis, Belgrade University, Mathematical Faculty, 26. 11. 2001. (Milan S. Dimitrijević, Co-Mentor, Ištvan Vince, Co-Mentor).

14.3. Other pedagogical activities

1. M. Dačić, 20 lectures on Astronomy for students of the primary school "Josif Pančić, Belgrade.
2. M. Dačić, Four tests with 80 questions for competion on astronomy, for the primary and secondary school students.

15. MISCELANEOUS

15.1. Letter of thanks

Researcher's society "Vladimir Mandić - Manda" assigned on 17.03.2001 Letter of thanks to the Astronomical Observatory.

15.2. Charter

Belgrade association of apiarists assigned on 17. November 2001, on the occasion of the day of apiarists 12. November, Charters to Milan S. Dimitrijević and Sreten Stepanović.

15.3. Meritorious fellow

Belgrade association of apiarists nominated Georgije Popović on 17. November 2001, on the occasion of the day of apiarists 12, for Meritorious fellow.

15.2. Other

1. Miodrag Dačić, Luka Č. Popović Calculations of the Sun and Moon rising and setting, as well as Moon phases.
2. During 2001 Ištvan Vince prepared 37 expertises for courts.

16. SUPPLEMENT TO THE 1995 LIST OF INSTITUTIONS RECEIVING SERBIAN ASTRONOMICAL JOURNAL AND PUBLICATIONS OF THE ASTRONOMICAL OBSERVATORY OF BELGRADE

AZERBAIJAN: Shamakhy Astrophysical Observatory, Baku.

BULGARIA: Space Research Institute of the Bulgarian Academy of Science, Sofia.

SPAIN: Instituto de Astrophysica de Canarias, La Laguna, Tenerife

17. BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY STAFF AND ORGANISATION (CHANGEMENTS AND ADDITIONS DURING 2001)

WINNERS OF THE ASTRONOMICAL OBSERVATORY PRIZE FOR 2001

1. Prize for Science: VLADIMIR ČADEŽ

2. Prize for Science for Young: DARKO JEVREMOVIĆ

3. Prize for the Contribution to the Development of the Astronomical Observatory (for fellows of Astronomical Observatory): ALEKSANDAR KUBIČELA

4. Prize for the Contribution to the Development of the Astronomical Observatory: ASTRONOMSKO DRUŠTVO "NOVI SAD" (ADNOS) - ASTRONOMICAL SOCIETY "NOVI SAD"

DIRECTORIAL BOARD

1. Up to 10 July 2001, the same as in 2000.

2. Since 10 July 2001.
Slobodan Vuković - President, Ištvan Vince - Vice President,
Trajko Angelov, Zoran Cekić, Slobodan Jankov, Ilija Lukačević, Georgije Popović, Luka Č. Popović.

JOINT SCIENTIFIC COUNCIL OF ASTRONOMICAL OBSERVATORY, GEOMAGNETIC INSTITUTE AND SEISMOLOGICAL INSTITUTE

Up to 4.10.2001, the same as in 2001.

SCIENTIFIC COUNCIL OF ASTRONOMICAL OBSERVATORY

1. Up to 4.10.2001, the same as in 2000.

2. Since 4.10.2001.
Gojko Djurašević - President, Mike Kuzmanoski - Vice President,
Trajko Angelov, Miodrag Dačić, Milan S. Dimitrijević, Stevan Djeniže, Slobodan Jankov, Darko Jevremović, Zoran Knežević, Ilija Lukačević, Slobodan Ninković, Nada Pejović, Georgije Popović, Luka Č. Popović, Ištvan Vince

STAFFF OF ASTRONOMICAL OBSERVATORY CHANGEMENTS IN 2001.

DEPARTMENT FOR ASTROPHYSICS

Dr Silvana Nikolić (Dr since 22.11.2001), Dr Ljiljana Skuljan (Dr since 19.06.2001), M.Sc. Edi Bon (M.Sc. since 14.05.2001), M.Sc. Snežana Marković-Kršljanin (M.Sc. since 29.03.2001), M.Sc. Nenad Milovanović (M. Sc. since 26.11.2001), M.Sc. Srdjan Samurović (M.Sc since 17.04.2001), M.Sc. Nataša Stanić (M.Sc. since), Zoran Simić (since 2.07.2001).

GENERAL SERVICES

Vladimir Benišek and Ljubiša Spasić have been engaged on the temporary positions.

Захвалница

Овај рад је урађен у оквиру пројекта 1471 *Историја астрономије код Срба*, код Министарства за науку и заштиту животне средине Републике Србије.

BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN 2001

Review of activities of Belgrade Astronomical Observatory fellows and significant events during 2001 is presented.

Зборник радова конференције “Развој астрономије код Срба III”
Београд 25-28. април 2004,
уредник М. С. Димитријевић
Публ. Астр. друш. “Руђер Бошковић” бр. 6, 2005, 255-259

ОГРАНАК "ЈУГОСЛАВИЈА" МЕЂУНАРОДНОГ АСТРОНОМСКОГ ИНСТИТУТА "ИСАК ЊУТН"

МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ, ЛУКА Ч. ПОПОВИЋ, ЗОРАН СИМИЋ, ПРЕДРАГ ЈОВАНОВИЋ, НЕНАД МИЛОВАНОВИЋ И ЕДИ БОН

Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд 74, Србија
e-mail: mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu

Резиме. Представљени су Чилеански институт "Исак Њутн" и његов председник и оснивач Гонзало Алкаино Барос, као и оснивање и активности његовог Огранка "Југославија".

Споразум о оснивању Огранка "Југославија" међународног астрономског института "Исак Њутн", потписан је 11. априла 2002. године, а како је основан детаљно је описано у Часопису *Васиона* (Димитријевић, 2002).

Астрономски институт "Исак Њутн" основао је у Чилеу 1978. године Гонзало Алкаино Барос. Он тренутно води пројекат посматрања белих патуљака у глобуларном јату NGC 6397 на телескопу од осам метара у Параналу у Чилеу. Када је започео научну сарадњу на заједничком истраживању глобуларних јата, са астрономима Штернберговог астрономског института у Москви, дошао је на идеју о оснивању огранка свог института. Тако је први огранак основан 1992. године у Москви. Године 1997. уз помоћ Николаја Самуса из Москве, основан је огранак на Криму, а 2000. основано је девет огранака у Кијеву, Одеси, Санкт Петербургу, на САО Опсерваторији, Бјуракану, Казахстану, Таџикистану, Узбекистану и Бугарској. Године 2001. основан је огранак у Пољској, а 2002. тринаести огранак у Југославији и Четрнаести у Пушчину код Москве. Сада Институт има око 270 Чланова (пре оснивања 13. и 14. огранка, у годишњем извештају за 2001. стоји 235) и у просеку свака два дана објављује се у три најзначајнија астрономска часописа по један чланак.

Сарадници Огранка "Југославија" су: мр Еди Бон, др Срђан З. Буквић, др Зорица Цветковић, др Миодраг Дачић, др Милан С. Димитријевић (директор огранка), др Стеван И. Ђениже, др Гојко Р. Ђурашевић, мр Сања Р. Еркапић, др Љубинко М. Игњатовић, мр Предраг Јовановић, др Александар Ђ. Кубичела, др Анатолиј А. Михајлов, др Владимир Милосављевић, мр Ненад Милованović, др Слободан Нинковић, мр Драгомир Олевић, др Лука Ч.

Поповић, мр Срђан С. Самуровић, Зоран Симић, др Александар Срећковић, мр Наташа М. Станић, мр Драгана Танкосић и др Дејан Урошевић.

Чланови Огранка у Београду су се и званично организовали и регистровали као удружење грађана Научно друштво "Исак Њутн". У Регистар удружења, друштвених организација и политичких организација, који води Савезно министарство правде, удружење је уведено 4. септембра 2002. године "на регистарском листу 1642 под редним бројем 4344." Тиме је оно добило могућност да публикује, организује конференције, прима донације и спонзорства и учествује пуноправно у јавном животу. На првом, конституционом састанку, одржаном на Астрономској опсерваторији 8. маја 2002. потврђен је и усвојен споразум о оснивању Огранка потписан 11. априла, а наш пријатељ Јован Грујић начинио је тридесетак изванредних фотографија од којих су две изабране за официјелну заједничку слику за годишњи извештај Института. Други састанак одржан је на Опсерваторији 25. јула. На састанку је усвојен статут Научног друштва "Исак Њутн". За председника Друштва и Управног одбора изабран је дирекор Огранка Милан С. Димитријевић, за његовог заменика Стеван Ђениже а за секретара Миодраг Дачић. У управни одбор су још изабрани Лука Ч. Поповић и Анатолиј А. Михајлов, а у надзорни одбор Гојко Ђурашевић, Александар Срећковић и Зорица Цветковић.

Схватили смо да је идеја Института позитивна и на корист астрономије. До 1. новембра 2004, сарадници Огранка су објавили 32 рада у Astronomy and Astrophysics и Astrophysical Journal (укључујући и Supplement Series), чији је списак овде наведен. Из листе објављених радова види се да Огранак и Научно друштво "Исак Њутн" дају активан допринос развоју астрономије у Србији и присуству српских астронома у најугледнијим међународним астрономским часописима.

ОБЈАВЉЕНИ РАДОВИ САРАДНИКА НАУЧНОГ ДРУШТВА "ИСАК ЊУТН"

1. Djeniže S., Srećković A., Jelisavčić M., Bukvić S.: "Experimental Stark widths and shifts in the triply ionized Sulphur spectrum", *Astronomy and Astrophysics*, 2002, **389**, 1086-1089.
2. Popović L. Č., Mediavilla E. G., Kubičela, A., Jovanović, P.: "Balmer lines emission region in NGC 3516: Kinematical and physical properties", *Astronomy and Astrophysics*, 2002, **390**, 473-480.
3. Milosavljević V., Djeniže S.: "Ion contribution to the astrophysical important 447.15, 587.6 and 667.82 nm He I spectral lines broadening", *Astronomy and Astrophysics*, 2002, **393**, 721-726.
4. Djeniže, S., Dimitrijević, M. S., Srećković, A., Bukvić, S.: "Stark shifts and transition probabilities in Si III and Si IV spectra", *Astronomy and Astrophysics*, 2002, **396**, 331-336.

5. Milosavljević, V., Djeniže, S.: "Ion contribution to the prominent NeI, ArI and KrI spectral lines broadening", *Astronomy and Astrophysics*, 2003, **398**, 1179-1184.
6. Popović L. Č., Mediavilla E. G., Jovanović P. Muñoz J. A.: "The influence of microlensing on the shape of the AGN Fe K alpha line", *Astronomy and Astrophysics*, 2003, **398**, 975-982.
7. Tankosić, D. Popović, L. Č., Dimitrijević, M. S.: "The electron-impact broadening parameters for Co III spectral lines", *Astronomy and Astrophysics*, 2003, **399**, 795-797.
8. Dimitrijević, M. S., Dačić, M., Cvetković, Z., Sahal-Bréchot, S.: "Stark broadening of spectral lines of multicharged ions of astrophysical interest. XXIII. Be III", *Astronomy and Astrophysics*, 2003, **400**, 791-793.
9. Srećković, A., Dimitrijević, M. S., Djeniže, S., Bukvić, S.: "Stark broadening parameters in the S III spectrum", *Astronomy and Astrophysics*, 2003, **400**, 1155-1159.
10. Djurašević, G., Rovithis-Livaniou, H., Rovithis, P., Georgiades, N., Erkapić, S., Pavlović, R.: "Gravity-darkening coefficients in semi-detached binary systems from their photometric observations: Part I", *Astronomy and Astrophysics*, 2003, **402**, 667-682.
11. Mihajlov A. A., Jevremović D., Hauschildt P., Dimitrijević M. S. Ignjatović Lj. M., Alard, F.: "The influence of chemi-ionization and chemi-recombination processes on the Rydberg states populations of the hydrogen atoms in low-temperature layers of M type red dwarf atmospheres", *Astronomy and Astrophysics*, 2003, **403**, 787-791.
12. Dimitrijević, M. S., Ryabchikova, T., Popović, L. Č., Shulyak, D., Tsymbal, V.: "On the influence of Stark broadening on Si I lines in stellar atmospheres", *Astronomy and Astrophysics*, 2003, **404**, 1099-1106.
13. Mihajlov A. A., Ignjatović Lj. M. Dimitrijević M. S., Djurić, Z.: "Symmetrical chemi-ionization and chemi-recombination processes in low-temperature layers of helium rich DB white dwarf atmospheres", *Astrophysical Journal Supplement Series*, 2003, **147**, 369-377.
14. Milosavljević V., Djeniže S.: "Astrophysical plasma diagnostics through analysis of Ar I line shape characteristics", *Astronomy and Astrophysics*, 2003, **405**, 397-403.
15. Popović, L. Č.: "Balmer Lines as Diagnostics of Physical Conditions in AGN Broad Emission Line Region", *Astrophysical Journal*, 2003, **599**, 140-146.
16. Zboril, M., Djurašević, G.: "SV Cam spot activity in February 2001 - March 2002", *Astronomy and Astrophysics*, 2003, **406**, 193-201.
17. Djeniže, S., Bukvić, S., Srećković, A., Kalezić, S.: "Experimental transition probabilities and Stark shifts in O III and OIV spectra", *Astronomy and Astrophysics*, 2003, **406**, 759-764.
18. Cakirh, O., Ibanoglu, C., Djurašević, G., Erkapić, S., Evren, S., Tas, G.: "Long-term photometric behaviour of the RS CVn binary RT Lacertae", *Astronomy and Astrophysics*, 2003, **405**, 733-745.

19. Dimitrijević M. S., Jovanović P., Simić Z.: "Stark broadening of neutral germanium spectral lines", *Astronomy and Astrophysics*, 2003, **410**, 735-739.
20. Djeniže, S., Bukvić, S., Srećković, A.: "On the Bowen fluorescence mechanism in the helium-oxygen plasmas", *Astronomy and Astrophysics*, 2003, **411**, 637-640.
21. Popović L. Č., Mediavilla E. G., Bon E. Stanić N., Kubičela A.: "The Line Emission Region in III Zw 2: Kinematics and variability", *Astrophysical Journal*, 2003, **599**, 185-192.
22. Olević, D., Cvetković, Z.: "Orbits for 10 interferometric binary systems calculated by using the improved Koval'skij's method", *Astronomy and Astrophysics*, 2004, **415**, 259-264.
23. Milovanović, N., Dimitrijević M. S., Popović, L. Č., Simić Z.: "Importance of Collisions with Charged Particles for Stellar UV Line Shapes: Cd III", *Astronomy and Astrophysics*, 2004, **417**, 375-380.
24. Djurašević, G., Albayrak, B., Tanriverdi, T., Erkapić, S.: "A Photometric Study of NN Virginis", *Astronomy and Astrophysics*, 2004, **415**, 283-287.
25. Mihajlov, A. A., Ermolaev, A. M., Ignjatović, Lj. M.: "H+ + H(1s) collisions at intermediate impact velocities as a new source of UV and VUV radiation", *Astronomy and Astrophysics*, 2004, **419**, 1-5.
26. Srećković, A., Bukvić, S., Djeniže, S., Dimitrijević, M. S.: "Stark broadening parameters in singly and doubly ionized fluorine spectra", *Astronomy and Astrophysics*, 2004, **420**, 769-774.
27. Zakharov, A. F., Popović, L. Č., Jovanović, P.: "On the contribution of microlensing to X-ray variability of high-redshifted QSOs", *Astronomy and Astrophysics*, 2004, **420**, 881-888.
28. Albayrak, B., Djurašević, G., Erkapić, S., Tanriverdi, T.: "Modeling the changing spot features of SW Lacertae: A three year study", *Astronomy and Astrophysics*, 2004, **420**, 1039-1045.
29. Ben Nessib, N., Dimitrijević, M. S., Sahal-Bréchot, S.: "Stark broadening of the four times ionized silicon spectral lines", *Astronomy and Astrophysics*, 2004, **423**, 397-400.
30. Dimitrijević, M. S., Dačić, M., Cvetković, Z., Sahal-Bréchot, S.: "Stark broadening of Ga I spectral lines", *Astronomy and Astrophysics*, 2004, **425**, 1147-1152.
31. Popović, L. Č., Mediavilla, E., Bon, E., Ilić. D.: "Contribution of the Disk Emission to the Broad Emission Lines in AGNs: Two-component model", *Astronomy and Astrophysics*, 2004, **423**, 909-918.
32. Djeniže, S., Bukvić, S., Srećković, A., Platisa, M. "Mg II spectral line broadening in helium, oxygen and argon-helium plasmas", *Astronomy and Astrophysics*, 2004, **424**, 561-564.

Захвалница

Овај рад је урађен у оквиру пројекта 1471 *Историја астрономије код Срба*, код Министарства за науку и заштиту животне средине Републике Србије.

Литература

Димитријевић, М. С.: 2002, *Васиона*, бр. 5, 141.

“YUGOSLAVIA” BRANCH OF THE INTERNATIONAL ASTRONOMICAL INSTITUTE “ISAAC NEWTON”

Isaac Newton Institute of Chile in Eastern Europe and Eurasia and its president and founder Gonzalo Alcaino Barros have been presented as well as the foundation and activities of its “Yugoslavia” branch.

Зборник радова конференције "Развој астрономије код Срба III"
Београд 25-28. април 2004,
уредник М. С. Димитријевић
Публ. Астр. друш. "Руђер Бошковић" бр. 6, 2005, 347-350

ДА ЛИ ЈЕ НОВОЈУЛИЈАНСКИ КАЛЕНДАР УСВОЈЕН У КОНСТАНТИНОПОЉУ 1923. ГОДИНЕ МИЛАНКОВИЋЕВ, МИЛАНКОВИЋ-ТРПКОВИЋЕВ ИЛИ ТРПКОВИЋ-МИЛАНКОВИЋЕВ?

МИЛАН С. ДИМИТРИЈЕВИЋ[1,2]

[1]*Астрономско друштво "Руђер Бошковић", Београд, Србија*
[2]*Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд 74, Србија*

Резиме. Анализиран је допринос Милутина Миланковића и Максима Трпковића реформи Јулијанског календара усвојеној 1923. године у Константинопољу, са посебним осртом на предлог Барнабе Орианија из 1785. године да се побољша календар тако да у девет векова седам преступних година постану просте.

С обзиром на околности под којим је Свеправославни конгрес у Константинопољу донео одлуку о реформи Јулијанског календара те да је српска делегација пошла на њега са предлогом Максима Трпковића, у нашој научној јавности више пута је отварано питање да ли тамо усвојени календар треба звати Миланковићев, Миланковић-Трпковићев или Трпковић-Миланковићев. Тако на пример, Кечкић (2001) и Петровић (2002) називају овај календар Трпковић-Миланковићев а Мијатовић и Трајковска (2001, стр. 49) сматрају да је Конгрес усвојио предлог српске Патријаршије, заснован на Трпковићевом предлогу (његов модификовани пројекат). Наш циљ је да још једном размотримо овај проблем, анализирајући како је реформисани календар настао.

Патријарх Мелетије IV сазвао је 1923. године у Константинопољу Свеправославни конгрес, где је једна од важних тачака била реформа Јулијанског календара. У српској делегацији били су Митрополит црногорски и приморски Гаврило Дожић и Милутин Миланковић, Они су на овај скуп дошли са предлогом реформе календара, чији је аутор био Трпковић, који је предложио интеркалационо правило да су године са две нуле, којима се завршавају векови (секуларне) преступне само ако се приликом дељења броја стотина који садрже са 9, добије остатак 0 или 4. На тај начин ће се у 9 векова испустити 7 дана па ће календар бити ближи тропској години него Грегоријански, а пролећна равнодневица ће увек бити

21. марта или веома близу. Осим српске, предлог реформе календара поднела је и румунска делегација

Оформљена Научна комисија образложила је Конгресу оба предлога, који су после расправе били одбијени као неодговарајући. Основна замерка Трпковићевом предлогу поднетом од српске делегације, била је да ће разлика између Грегоријанског и новог календара бити један дан већ 2000, која према овом предлогу није преступна а према календару Католичке цркве јесте. На Конгресу је зато преовладало мишљење да Јулијански календар треба задржати без измена, само треба избацити 13 дана разлике. Тако се Јулијански и Грегоријански календар не би разликовали у следећих 177 година, пошто је 2000. преступна у оба. Сматрало се да је то боље решење од Трпковићевог, према коме би, после 77 година 2000, настала разлика од једног дана.

Конгрес је прешао на друга питања а Миланковић је добио задатак да сачини нови предлог. Он је Конгресу предложио друго интеркалационо правило[1] према коме су од секуларних година преступне оне где се дељењем броја стотина у њима са 9, добије остатак 2 или 6. На тај начин се добија календар прецизнији од Грегоријанског али идентичан са њим све до 2800, при чему пролећна равнодневица није фиксирана за 21. март, као ни у календару Католичке цркве. Разлика између два календара долази до изражаја када су у питању покретни празници који се везују за Ускрс. Антим, митроплит Визијски, предложио је да се датум ускрса одређује астрономским методама, уз помоћ Опсерваторија и Универзитета у Атини, Београду, Букурешту и Пулкову.[2]

Милутин Миланковић је извршио финалну редакцију реформе календара коју је усвојио Конгрес. Потписали су је Патријарх Мелетије IV, митрополит Кизички, Калиник, архиепископ Северне Америке, Александар, митрополит Црногорско-приморски Гаврило Дожић, митрополит Никејски Василије,

[1] У том светлу чудно звучи тврђење, изнето у раду Мијатовића и Трајковске (2001), да је Миланковић мислио да је његово интеркалационо правило боље па да је сугерисао да се оно усвоји ("Milanković thought that his intercalation rule is better and he suggested it to adopt." - стр. 49), као и њихов закључак да је Конгрес усвојио предлог српске Патријаршије, заснован на Трпковићевом предлогу (његов модификовани пројекат) ("... at the end the Congress adopted the proposition of the Serbian Patriarchy, based on the Trpković's proposal (his amodified project)"). Такво гледиште заступа и Јанковић који пише (Јанковић, 1984, стр. 108): "Свеправославни конгрес усвојио је предлог српске делегације, а то је уствари Трпковићев предлог. Миланковић је само унеколико изменио интеркалационо правило..."

[2] Трајковска (2005) некритички наводи у прилог своје тезе о ауторству календара усвојеног у Константинопољу 1923: "Он [Ј. Живковић - прим. М.С.Д.] сматра да накнадно одбацивање Трпковићевог пасхалног рачуна, а на основу Миланковићевог предлога да се калкулације за ту намену изврше на неколико опсерваторија, је било учињено са циљем да не би се [!-наведено како је Трајковска написала] помињао Трпковић."?!?

митрополит Драчки, Јаков, архимандрит Јулије Скрибан и професори В. Антонијадис и Милутин Миланковић.

Да би детаљније сагледали улогу Миланковића и Трпковића, осврнућемо се на питање побољшавања Јулијанског календара. Он је заснован на циклусу према коме је 4 тропске године g_{trop} приближно једнако 1461 дана, па се заснива на три године од 365 дана и четврте - преступне од 366 дана што чини 1461 дан. Ако означимо са N број преступних година које се завршавају са две нуле, а треба да постану просте и броја стотина T, када оне одбаце, добићемо да се поправка Јулијанског календара која је ближа тропској години може претставити на следећи начин (Lichtenberg, 1994): g_{trop}=(1461/4) – (N/100T) дана, односно N/T=(100 x 1461/4) – 100 x $g_{trop.}$

Убацимо у горњу једначину заокружену вредност од 365,2422 дана и добијамо $N/T = 0.78$, т.ј. Јулијанско столеће треба да смањимо за 0.78 дана претварајући преступне године у просте.

Барнаба Ориани је 1785. године (Oriani, 1785) решио овоај проблем помоћу продужених фракција. Занимљиво је да је још Кристијан Хајгенс (1629 - 1695) (види Perron, 1929) применио овакав прилаз за дизајнирање погонских точкова за планетаријум, што је у основи врло сличан проблем.

Регуларна продужена фракција не негативног, реалног броја x је израз $x = a + 1/(b + 1/(c + ...))$ где су сви имениоци $a, b, c,...$ природни бројеви. Највећи цео број који се садржи у x је a. Ако a није једнако x, b је највећи цео број садржан у $1/(x - a)$ итд. Регуларна продужена фракција се означава $x = [a,b,c,...]$ а сукцесивне приближне фракције су $[a]$, $[a,b]$, $[a,b,c]$... .

Ориани је показао да је низ приближних фракција за 0,78: f_1=[0]=0; f_2=[0,1]=1/1=1; f_3=[0,1,3]=3/4=0.75; f_4=[0,1,3,1]=4/5=0.8; f_5=[0,1,3,1,1]=7/9=0.7; f_6=[0,1,3,1,1,5]=39/50=0.78. За побољшање Грегоријанског и Јулијанског календара он је предложио (Oriani, 1785) да се у току 9 векова 7 секуларних преступних година претворе у просте, до чега је више од сто година касније дошао и Трпковић.[3] Ориани закључује да теоријски још бољи календар, заснован на односу 39/50 није практичан као претходни због много дужег временског периода у коме се врши корекција.[4]

[3] Ово је чињеница до сада непозната нашим ауторима који су се бавили Миланковићевим календаром. Занимљива је изјава Трајковске (2005), да је моје изношење историјских чињеница "покушај да се умањи значај Трпковићевом пројекту" што је некоректно "према овој умној и племенитој личности." Да ли Трајковска можда сматра да историчар науке треба да сакрије историјске чињенице које не одговарају њеним тезама и да је то "коректно" бављење науком?

[4] Занимљиво је гледиште Ј. Живковића, које некритички преноси Трајковска (2005) да "за правилно решење календарског питања нема и не може бити бољег пројекта од Трпковићевог". То је само једно од тврђења у овом спису пренетом у Трајковска (2005) без икакве озбиљније анализе. На пример изјава Ј. Живковића да "такорећи за хиљаде векова неће настати потреба даљег поправљања календара" што на основу Миланковићеве анализе проблема (Миланковић, 1997) знамо да није тачно, може се опростити свештенику Живковићу, али теже астроному и историчару наука Трајковској, која такав текст нуди читаоцу у прилог својих теза.

Из изложеног видимо да је Трпковић, вероватно независно, дошао до решења да у току 9 векова треба избацити 7 дана, што је Ориани обелоданио 1785. године. Своје интеркалационо правило је засновао на жељи да пролећна равнодневица буде 21. марта, тј. као у доба Никејског сабора.[5] То је одбио Конгрес, чија је жеља била да календар што дуже иде у корак са Грегоријанским а да буде бољи од њега, што би Православну цркву довело у повољнији положај у преговорима о заједничком календару. Миланковић је понудио друго интеркалационо правило, извршио коначну редакцију предлога коме је по питању одређивања датума Ускрса допринос дао и Антим, митрополит Визијски и битно утицао да Конгрес прихвати овакво решење. Чињеница је да би без његовог учешћа, одлука Конгреса највероватније била да се задржи Јулијански календар с тиме да се избаци 13 дана разлике са Грегоријанским. Самим тим дилема којом се бави овај прилог не би постојала.

Сматрамо да изнете чињенице иду у прилог назива Миланковићев календар али ће се ово питање вероватно често поново отварати. Само код нас, јер у свету, реформисани календар се назива Новојулијански и разматрано питање се не поставља.

Литература

Јанковић, Ненад: 1984, Зборник радова VII националне конференције, 103.
Кечкић, Јован Д.: 2001, *Флогистон*, **11**, 47.
Lichtenberg, Heiner: 1994, *Sterne und Weltraum*, **33**, 194.
Mijatović, M., Trajkovska, V.: 2001, Balkan meeting of young astronomers, 25-29 september 2000, Belogradchik, Bulgaria, Proceedings, eds. A. Antov, R. Konstantinova-Antova, R. Bogdanovski, M. Tsvetkov, Belogradchik, 43.
Миланковић, Милутин: 1997, Реформа Јулијанског календара, у: Изабрана дела, књ. 5, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 31-72.
Oriani, Barnaba: 1785, De usu fractionum continuarum ad inveniendos ciclos calendarii novi et veteris, Ephemerides Astronomicae Anni 1786, Mediolani (Milano), pp. 132-154.
Perron, Oskar: 1929, Die Lehre von den Kettenbrüchen, 2. verb. Auflg., München.
Петровић, Мирјана: 2002, *Флогистон*, **12**, 257.
Трајковска Веселка: 2005, овај зборник, стр. 335.

IS THE NEW JULIAN CALENDAR ADOPTED ON 1923 IN CONSTANTINOPLE MILANKOVIĆ-, MILANKOVIĆ-TRPKOVIĆ-, OR TRPKOVIĆ-MILANKOVIĆ- ONE?

Facts about the reform of the Julian calendar, adopted in 1923 in Constantinople, with contributions of Milutin Milanković, Maksim Trpković and Barnaba Oriani are analyzed.

[5] Напоменимо да је у доба Христовог рођења она била 23. марта.

RECENT ADVANCES IN ANALYTICAL DYNAMICS – CONTROL, STABILITY AND DIFFERENTIAL GEOMETRY; PROCEEDINGS

Editor:
Vladan Đorđević

Matematički institut SANU

Издавач: Математички институт САНУ, Београд, Кнеза Михаила 35
За издавача: Богољуб Станковић, главни уредник
Технички уредник: Драган Благојевић
Штампа: "Академска штампа", Земун
Штампање завршено децембра 2002.
ISBN 86-80593-32-X

CIP – Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

929:51 Вујичић В.
012 Вујичић В.
016:929 Вујичић В.
531.011:531.3(063)(082)

Recent advances in Analytical dynamics –
control, stability and differential geometry :
proceedings / [editor Vladan Đorđević].
– Beograd : Matematički institut SANU, 2002
(Zemun : Akademska štampa). 150 str.; 24cm : graf. prikazi

"Such an one-day Symposium entitled:
Recent advances in Analytical dynamics –
control, stability and differential geometry,
was held on April 4, 2001." → foreword. –
Str. 3: Foreword / Vladan Đorđević. –
Napomene i bibliografske reference uz tekst. –
Bibliografija uz većinu radova.

ISBN 86-80593-32-X
1. Đorđević, Vladan
а) Вујичић Вељко (1929–) – Библиографије
б) Аналитичка механика – Зборници
COBISS–ID 103065100

SPECTRAL LINE SHAPES IN ASTROPHYSICS

Milan S. Dimitrijević

ABSTRACT. A review of astrophysical problems where data on spectral line shapes broadened by charged particle impacts are of interest is given. Also, the results of spectral line shapes reserches in Yugoslavia relevant to astrophysical problems have been reviewed and discussed.

1. Astrophysical problems where data on spectral line shapes broadened by charged particles are needed

From celestial objects out of our Solar system we receive only their radiation and only by analysis of this radiation we may derive their properties. One powerful tool for such analyses is spectroscopy and it is interesting how many facts we might obtain from spectral lines. We may determine for example the chemical composition, temperature, electron density, surface gravity... In comparison with laboratory plasma sources, plasma conditions in astrophysical plasmas are incredibly various. Consequently, broadening due to interaction between emitter and charged particles (Stark broadening) is of interest in astrophysics in plasmas of such extreme conditions like in the interstellar molecular clouds or neutron star atmospheres, which can not be obtained in laboratory.

In interstellar molecular clouds, typical electron temperatures are around 50 K or smaller, and typical electron densities are 2-15 cm^{-3}. In such conditions, free electrons may be captured (recombination) by an ion in very distant orbit with principal quantum number (n) values of several hundreds and deexcite in cascade to energy levels $n-1, n-2, ...$ radiating in radio domain. Such distant electrons are weakly bounded with the core and may be influenced by very weak electric microfield. Consequently, Stark broadening may be significant (Omont and Encrenaz, 1977). In interstellar ionized hydrogen clouds, electron temperatures are around 10 000 K and electron density is of the order of 10^4 cm^{-3} (Smirnov et al, 1984). Corresponding series of adjacent radio recombination lines originating from energy levels with high (up to several hundreds) n values are influenced by Stark broadening.

For $T_{\rm eff} > 10^4$ K, hydrogen, the main constituent of stellar atmospheres is mainly ionized, and among collisional broadening mechanisms for spectral lines, the dominant is the Stark effect. This is the case for white dwarfs and hot stars of O, B and A type. Even in cooler star atmospheres as e.g. Solar one, Stark broadening may be important. For example, the influence of Stark broadening within a spectral series increases with the increase of the principal quantum number of the upper level (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1984ab; 1985) and consequently, Stark broadening contribution may become significant even in the Solar spectrum (Vince and Dimitrijević, 1985; Vince et al, 1985ab).

If you look for the star with the largest importance of Stark broadening, among such stars are PG1159 stars, hot hydrogen deficient pre-white dwarfs, with effective temperatures ranging from T_{eff} = 100 000 K (for PG1424+535 and PG1707+427) to T_{eff} = 140 000 K (for PG1159-035 and PG1520+525) (Werner et al, 1991). All such stars have the similar high surface gravity ($\log g = 7$). The photospheres are dominated by helium and carbon with a significant amount of oxygen present (C/He = 0.5 and O/He = 0.13) (Werner et al, 1991). Their spectra, strongly influenced by Stark broadening, are dominated by He II, C IV, O VI and N V lines.

The densities of matter and electron concentrations and temperatures in atmospheres of neutron stars are orders of magnitude larger than in atmospheres of white dwarfs, and are typical for stellar interiors. Surface temperatures for the photospheric emission are of the order of 10^6 - 10^7 K and electron densities of the order of 10^{24} cm^{-3} (Madej, 1989; Paerels, 1997). In Paerels (1997) has been obtained that the final opacity profile of He-like iron resonant line is therefore given by a Voigt profile, with a total damping parameter equal to the sum of natural and Stark (electron - impact) broadening. With the improved sensitivity of space born X-ray instruments, spectral lines originating from neutron star atmospheres should be resolved in the near future. Since the characteristic density in the atmosphere is directly proportional to the acceleration of gravity at the stellar surface, measurement of the pressure broadening of absorption lines will yield a direct measurement of M/R^2, where M and R are the stellar mass and radius. When this is coupled with a measurement of the gravitational redshift (proportional to M/R) in the same, or any other, line or set of lines, the mass and radius can be determined separately. These mass and radius measurements do not involve the distance to star, which is usually poorly determined, or the size of the emitting area (Paerels, 1997).

To the increasing needs for Stark broadening data, have especially contributed the space born spectroscopic instruments and the development of computers. With the development of space astronomy, an extensive amount of spectroscopic information over large spectral regions of all kind of celestial objects has been and will be collected, stimulating the spectral–line–shape research. Moreover, due to drastical increase of accuracy and possibilities, even the spectra of trace elements obtain an increasing astrophysical interest.

Development of computers also stimulated the need for a large amount of atomic and spectroscopic data, enabling the research on more complex problems than before. Particularly large number of data is needed for example for opacity

calculations. An illustrative example might be the article on the calculation of opacities for classical Cepheid models (Iglesias et al, 1990), where 11 996 532 spectral lines have been taken into account and where Stark broadening contribution has been calculated within the Modified semiempirical method of Dimitrijević and Konjević (1980).

Interesting investigations which become possible with the development of computer technology, are calculations of equivalent width changes with the age in starburst stellar clusters and galaxies. In Gonzales - Delgado et al (1999), the change of particular hydrogen and helium lines equivalent widths during 500 milion years, has been calculated and compared with observations of stellar clusters of the Large Magellanic Clouds, the super - star clusters in the starburst galaxy NGC 205, the nucleus of the dwarf elliptic galaxy NGC 205, and a luminous "E+A" galaxy. Calculations have been done in two steps. First, the population of stars of different spectral types, as a function of age are calculated, and then the profiles of the lines are synthesized by adding the different contributions from stars. For spectral line profiles synthesis the effects of natural, Stark, Van der Waals and thermal Doppler broadening have been taken into account.

2. Line shapes investigations in Yugoslavia and Serbia within the period march 1997 – 31 december 2000 and astrophysical significance of some of obtained results

From the first paper on spectral line shapes investigations published in 1962 by Vladis Vujnović, up to the 31 December 2000, 1427 (1222 by serbian authors) bibliographic items have been published by 179 Yugoslav authors, among them 152 from Serbia, 26 from Croatia and 1 living in France (Dimitrijević, 1990; 1991; 1994; 1997, 2001a). We will review here shortly, the principal investigated problems, according to analysis in Dimitrijević (2001a) for the period March 1997 - 31 December 2000.

Stark broadening of hydrogen and hydrogen-like emitter lines, has been studied in particularly for H beta line. Its profile assymetry, shifts of central parts, theoretical Stark broadened profile, line shape in coaxial diode discharge, the influence of the fine structure to line shape in a glow discharge cathode fall region, the application of line shape for electron density diagnostics in the range 10^{20}-10^{21} m^{-3} and the effect of magnetic field on its emission from a T-tube plasma have been considered. Also a paper is devoted to the program for electron density determination from the experimental H beta line profile. The influence of the fine structure to the Stark splitting of the H gamma line in an external electric field, characteristic line profile parameters of hydrogen Balmer lines in such a field, Stark broadening of He II Paschen alpha line shapes, and the use of atomic hydrogen line shapes for the excited hydrogen atoms temperature determination in a glow discharge have been considered as well.

Work on the experimental determination of Stark broadening parameters of nonhydrogenic atom and ion spectral lines has been continued during the considered period: Stark broadening of folowing atoms and ions has been investigated: Ar I,

Ar II, Ar IV, B II, C II, C III, C IV, F II, F III, He I, Kr I, Kr II, Kr III, N II, N III, N IV, N V, Ne I, Ne II, Ne III, Ne I V, O II, O III, O V, O VI, S IV, Si I. Moreover, ion broadening parameters have been determined for Ar I and C I. Also, the influence of ion dynamics, temperature dependence, departure from LS coupling and Li-, Be-, B- and C-isoelectronic sequences have been investigated, as well as the use of relative intensities of forbidden and allowed components of He I lines for electric field measurements and the use of non hydrogenic spectral line shapes for the electron density diagnostics of inductively coupled plasmas, fitting procedures for recovering the profile of spectral lines and deconvolution procedure,

Using the semiclassical perturbation approach (Sahal-Bré chot, 1969ab), the spectra of following elements have been investigated within the considered 1997 - 2000 period: Zn I, Ca I, Au I, Sr I, Mg II, Tl III, In III, Y III, Ne IV, Pb IV, P IV, V V, S V, F VI, Cl VII, O V II, Ar VIII, K VIII, Kr VIII, K IX, Ca IX, Ca X, Na X, Sc X, Mg XI, Si XI, Ti XI, Sc XI, Ti XII, Si XIII and V XIII.

When it is not possible to use the semiclassical perturbation approach with the appropriate accuracy due to the lack of reliable atomic data, the modified semiempirical method (Dimitrijević and Konjević, 1980) can be used and within the considered period have been obtained Stark broadening data for spectral lines of the following emitters: Au II, Bi III, Co II, Co III, Cu III, Eu II, Eu III, Ga III, Kr II, Kr III, La II, La III, Mn II, Na II, Nd II, Pd II, Ra II, Sc II, Sn II, Sr III, Ti II, Ti III, Tl II, V II, V III, V IV, Xe II, Y II, Zr II and Zr III.

A special attention has been paid in a number of papers to the investigation of regularities and systematic trends of Stark broadening parameters. Similarities of Stark broadening parameters within supermultiplet have been investigated as well as Stark parameters dependence on the emitter rest core charge (seeing by optical electron) within a transition array, ion off-resonances and isoelectronic sequences, Stark width regularities along the argon isonuclear sequence and within Ar II spectrum. By using regularities and systematic trends, Stark broadening parameters of a number of ion lines have been predicted.

Astronomical aspects of spectral line shapes research were studied in a number of publications, as Balmer emission in Solar and AGN coronas, white dwarfs and stellar flares, modeling of double-peaked lines in AGN, Sy I and quasar spectra, line profiles variation in Mrk 817, spectral line investigation of active galactic nuclei, Lyman alpha forest and the total absorption cross-section of galaxies, QSO environment and associated damped Ly alpha galaxies, diffuse bands in interstellar spectra and fullerenes, contribution of interstellar matter to linewidths of Ca II lines in spectra of late type stars, line profile variability of non-radially pulsating Be stars, zirconium conflict in abundance determination, Stark broadening mechanism in stellar atmospheres, the chromospheric behaviour of photospheric Mn I 539.47 nm spectral lines, spectroscopic investigations during Solar eclipses, the influence of Belgrade Solar spectrograph's apparatus function on line profiles and solution of the non LTE transfer problem using the method of iteration factors.

Astrophysical importance of our semiclassical results and of modified semiempirical approach

In spite of the fact that the most sophisticated theoretical method for the calculation of a Stark broadened line profile is the quantum mechanical strong coupling approach, due to its complexity and numerical difficulties, only a small number of such calculations exist (see e. g. references in Dimitrijević, 1996). As an example, the first calculation of Stark broadening parameters within the quantum mechanical strong coupling method for a nonhydrogen neutral emitter spectral lines is for Li I $2s^2S - 2p^2P^o$ transition (Dimitrijević et al, 1981).

In a lot of cases such as e.g. complex spectra, heavy elements or transitions between highly excited energy levels, the more sophysticated quantum mechanical approach is very difficult or even practically impossible to use and, in such cases, the semiclassical approach remains the most efficient method for Stark broadening calculations.

In order to complete as much as possible Stark broadening data needed for astrophysical and laboratory plasma research and stellar opacities calculations we are making a continuous effort to provide Stark broadening data for a large set of atoms and ions. Using the computer code developed by Benett and Griem (1971) for neutrals and by Jones et al (1971, see also Griem, 1974) for singly charged ions and adapted by Dimitrijević for multiply charged ions, Stark broadening data for Br I, Ge I, Hg I, Pb I, Rb I, Cd I, Zn I, O II, O III, C III, C IV, N II, N III, N IV, S III, S IV, Cl III, Ti II and Mn II spectral lines have been obtained (see Dimitrijević, 1996, 2001b and references therein).

In a series of papers we have performed large scale calculations of Stark broadening parameters for a number of spectral lines of various emitters, within the semiclassical - perturbation formalism (Sahal-Bréchot, 1969ab), for transitions when a sufficiently complete set of reliable atomic data exists and a good accuracy of obtained results is expected. All innovations and optimizations of the computer code have been discussed several times (see e.g. Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1996a, 2000). Extensive calculations have been performed, up to now for a number of radiators, and consequently, Stark broadening parameters for: 79 He, 62 Na, 51 K, 61 Li, 25 Al, 24 Rb, 3 Pd, 19 Be, 270 Mg, 31 Se, 33 Sr, 14 Ba, 189 Ca, 32 Zn, 6 Au, 48 Ag, 28 Ca II, 30 Be II, 29 Li II, 66 Mg II, 64 Ba II, 19 Si II, 3 Fe II, 2 Ni II, 22 Ne II, 12 B III, 23 Al III, 10 Sc III, 27 Be III, 5 Ne III, 32 Y III, 20 In III, 2 Tl III, 2 Ne IV, 10 Ti IV, 39 Si IV, 90 C IV, 5 O IV, 114 P IV, 2 Pb IV, 19 O V, 30 N V, 25 C V, 51 P V, 34 S V, 26 V V, 30 O VI, 21 S VI, 2 F VI, 14 O VII, 10 F VII, 10 Cl VII, 20 Ne VIII, 4 K VIII, 9 Ar VIII, 6 Kr VIII, 4 Ca IX, 30 K IX, 8 Na IX, 57 Na X, 48 Ca X, 4 Sc X, 7 Al XI, 4 Si XI, 18 Mg XI, 4 Ti XI, 10 Sc XI, 9 Si XII, 27 Ti XII, 61 Si XIII and 33 V XIII multiplets become available, while the data for particular lines of F I, B II, C III, N IV, Ar II, Ga II, Ga III, Cl I, Br I, I I, Cu I, Hg II, N III, F V and S IV also exist (references of corresponding articles may be found in Dimitrijević, 1996; 2001b)

Our semiclassical Stark broadening parameters, were used for different astrophysical problems (see the corresponding references in Dimitrijević, 2001b). Since

the helium has the largest cosmical abundance after hydrogen, it is naturally that our He Stark broadening data have been often used for different investigations in astrophysics. They have been used for the considerations of following astrophysical problems: non LTE model analysis of the interacting binary β Lyrrae; variability investigations of Balmer lines in Ap stars; investigations of peculiar helium - strong stars δ Orionis C and HD 58260, the chemical composition of the northern double cluster h and χ Persei and the loose association Cepheus OBIII; the role of blending in the He singlet lines formation in Bp star atmospheres; the critical analysis of the ultraviolet temperature scale and the effective temperature calibration of white dwarfs; the investigation of extreme helium star BD-90-4395; the ionization and excitation in cool giant stars; the constitution of the atmospheric layers and the extreme ultraviolet-spectrum of hot hydrogen rich white dwarfs; spectral properties of hot hydrogen rich white dwarfs with stratified H/He model; radiative accelerations on iron; radiative acceleration of helium in the atmospheres of sdOB stars; research of stars with peculiar helium and noble gases abundances; a spectroscopic analysis of DAO and hot DA white dwarfs. They entered in a spectrum synthesis program for binary stars (Linnell and Hubeny, 1994) and have been used for atmosphere research, helium surface mapping and spectrum variability considerations of ET Andromedae, for the investigation of the He I λ 10830 Å formation mechanism in classical cepheides, for the consideration of hot white dwarfs in the Extreme-Ultraviolet Explorer survey, for the search for forced oscillations in the eclipsing and spectroscopic binary V436 Persei-1 Persei, for investigations of helium abundance in He rich stars and white dwarfs; for a study of the effect of diffusion and mass-loss on the helium abundance in hot white dwarfs and subdwarfs, for the spectral analysis of the low gravity extreme helium stars LSS 4357, LS II+3305 and LSS 99 and the field horizontal - branch B-type star Feige 86, for comparison with theoretical results obtained within the Stark broadening theory of solar Rydberg lines in the far infrared spectrum, for a discussion of He I 2P-nD line formation in λ Eridani, for a study of the atmospheric variations of the peculiar B(e) star HD 45677 (FS Canis Majoris), for a new method for fitting observations with synthetic spectra, for the consideration of the abundance of He_3 isotope in HgMn star atmospheres, and investigation of the helium stratification in the atmospheres of magnetic helium peculiar stars.

Our semiclassical Stark broadening results which have the highest impact in astrophysics, concern ionized silicon spectral lines. Results of our semiclassical investigations (Lanz et al, 1988) have been used (see references in Dimitrijević, 2001a) for silicon abundance analyses with co-added DAO spectrograms, of the HgMn stars ϕ Herculis, 28 Herculis, HR 7664, ν Cancri, ι Coronae Borealis, HR 8349, π Bootis, υ Herculis, HR 7361, HR 4072, HR 7775, B stars π Ceti, 134 Tauri, 21 Aquilae, ν Capricorni, γ Pegasi, ι Herculis, ζ Draconis, η Lyrae, 8 Cygni, 22 Cygni, B and A stars γ Geminorum, 7 Sextantis, HR 4817, HR 5780, HD 60825, Merak, π Draconis, κ Cephei, early A type stars 68 Tauri, 21 Lyncis, α Draconis, 2 Lyncis, ω Ursae Majoris, ϕ Aquilae, 29 Vulpeculae, σ Aquarii normal F main sequence stars θ Cygni, ι Piscium, σ Bootis, the metallic lined stars 15 Vulpeculae, 32 Aquarii, HR 4072B, 60 Leonis, 6 Lyrrae, silicon abundance analyses

with Complejo Astronomico el Leoncito REOSC echelle spectrograms of κ Cancri, HR 7245, ksi Octantis, HR 4487, 14 Hydrae, 3 Centauri A, silicon abundance studies of CP stars HD 43819, HD 147550, χ Lupi, 21 Canum Venaticorum, HD 133029, HD 192913, silicon abundance determination for γ Geminorum, HR 1397, HR 2154, HR 60825 and 7 Sextantis. Our data have also been used for a discussion on the future of stellar spectroscopy, investigation of blue stragglers of M 67, determination of the effective temperature of B-type stars from the Si II lines of the UV multiplet 13.04 at 130.5 - 130.9 nm, analysis of the red spectrum of Ap stars, NLTE Analysis of subluminous O type hot subdwarf in the binary system HD 128220, a discussion of the role of spectral line Stark shifts for stellar chemical composition determination with the method of atmospheric model, a discussion of the nature of the F str λ 4077 type stars and have been used for atmosphere research, He surface mapping and spectrum variability considerations of ET Andromedae.

Semiclassical Stark broadening data on N II, N III and N IV lines obtained in Dimitrijević and Konjevič (1981a) have been used for the investigation of the chemical composition of the young open cluster NGC 6611 (Brown et al, 1986). Our data for Ga II (Dimitrijević and Artru, 1986) have been used for galium abundance analysis of κ Cancri (Ryabchikova and Smirnov (1994), normal late B (Smith, 1996) and HgMn stars (Smith, 1995; 1996) and for a discussion on anomalous gallium line profiles in HgMn stars as a possible evidence for chemically stratified atmospheres (Dworetsky et al, 1998). Our semiclassical results for lithium (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1991) have been used for a study of the non-LTE formation of Li I lines in cool stars (Carlson et al, 1994), Results from Dimitrijević et al (1991) for C IV have been used for the consideration of the influence of gravitational settling and selective radiative forces in PG 1159 stars (Unglaub and Bues, 1996), high resolution UV spectroscopy of two hot (pre-) white dwarfs (KPD 0005+5106 and RXJ 2117+3412) with the Hubble Space Telescope (Werner et al, 1996), spectral energy - distribution and the atmospheric properties of the helium-rich white-dwarf MCT 0501-2858 (Vennes et al, 1998) and for an investigation of stellar masses, kinematics, and white dwarf composition for three close DA+dMe binaries (Vennes et al, 1999). Stark broadening data for N V spectral lines from Dimitrijević and Sahal-Bréchot (1992a) have been used for the spectral analysis of the planetary nebula K 1-27 (Rauch et al, 1994) and data for O VI in Dimitrijević and Sahal-Bréchot (1992b) for spectral analysis of the multiple-shell planetary nebula LoTr4 (Rauch et al, 1996) and for very hot hydrogen - deficient central stars of both nebulae, as well as for the study of the EUV spectrum of the unique bare stellar core H1504+65 (Werner and Wolf, 1999). Our Stark-broadening parameters of ionized mercury spectral lines of astrophysical interest (Dimitrijević 1992), have been used for determination of Hg abundances in normal late-B and HgMn stars from co-added IUE spectra (Smith, 1997); our data for Ca II (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1993) for abundance analyses of the double-lined spectroscopic binary α Andromedae (Ryabchikova et al, 1999), and our data for Mg I (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1996) for a non-LTE analysis of Mg I in the solar atmosphere (Zhao et al, 1998).

In a large number of cases, especially for more complex spectra of heavier atoms,

there is no enough data to apply semiclassical perturbation method in an adequate way. In order to minimize the needed atomic data and provide to astrophysicists and physicists an adequate method for Stark broadening data calculations in such a situation, we have developed the modified semiempirical approach (Dimitrijević and Konjević, 1980; 1981b; 1987; Dimitrijević and Kršljanin, 1986). In fact, if there are no perturbing levels strongly violating the assumed approximation, for *e.g.* the line width calculations, we need only the energy levels with $\Delta n = 0$ and $\ell_{if} = \ell_{if} \pm 1$, since all perturbing levels with $\Delta n \neq 0$, needed for a full semiclasical investigation, are lumped together and approximately estimated. Here, n is the principal and ℓ the orbital angular momentum quantum numbers of the optical electron and with i and f are denoted the initial and final state of the considered transition.

Due to the considerably smaller set of needed atomic data in comparison with the complete semiclassical (Sahal-Bréchot, 1969ab) method, the MSE method is particularly useful for stellar spectroscopy depending on very extensive list of elements and line transitions with their atomic and line broadening parameters where it is not possible to use sophysticated theoretical approaches in all cases of interest.

The MSE method is also very useful whenever line broadening data for a large number of lines are required, and the high precision of every particular result is not so important like e.g. for opacity calculations or plasma modeling. Moreover, in the case of more complex atoms or multiply charged ions the lack of the accurate atomic data needed for more sophysticated calculations, makes that the reliability of the semiclassical results decreases. In such cases the MSE method might be very interesting as well.

In order to complete as much as possible the needed Stark broadening data, Belgrade group (Milan S. Dimitrijević, Luka Č. Popović, Vladimir Kršljanin, Dragana Tankosić, Nenad Milovanović) used the modified semiempirical method to obtain the Stark width and in some cases shift data for a large number of spectral lines for the different atom and ion species. Up to now (see references in Dimitrijević, 2001b) spectral line Stark widths for:

6 Fe II, 4 Pt II, 16 Bi II, 12 Zn II, 8 Cd II, 18 As II, 10 Br II, 18 Sb II, 8 I II, 20 Xe II, 138 Ti II, 3 La II, 16 Mn II, 14 V II, 6 Eu II, 37 Kr II, 6 Y II, 6 Sc II, 4 Be III, 4 B III, 13 S III, 8 Au II, 8 Zr II, 53 Ra II, 3 Mn III, 10 Ga III, 8 Ge III, 4 As III, 3 Se III, 6 Mg III, 6 La III, 5 Sr III, 8 V III, 210 Ti III, 9 C III, 7 N III, 11 O III, 5 F III, 6 Ne III, 8 Na III, 10 Al III, 5 Si III, 3 P III, 16 Cl III, 6 Ar III, 30 Zr III, 2 B IV, Cu IV, 30 V IV, 14 Ge IV, 7 C IV, 4 N IV, 4 O IV, 2 Ne IV, 4 Mg IV, 7 Si IV, 3 P IV, 2 S IV, 2 Cl IV, 4 Ar IV, 3 C V, 50 O V, 12 F V, 9 Ne V, 3 Al V, 6 Si V, 11 N VI, 28 F VI, 8 Ne VI, 7 Na VI, 15 Si VI, 6 P VI, and 1 Cl VI transitions have been calculated. The shift data for 16 Bi II, 12 Zn II, 8 Cd II, 18 As II, 10 Br II, 18 Sb II , 8 I II, 20 Xe II, 5 Ar II, 6 Eu II, 14 V II, 8 Au II, 14 Kr II and 138 Ti II transitions have been calculated. Moreover, 286 Nd II Stark widths have been calculated (Popović et al, 2001) within the symplified modified semiempirical approach (Dimitrijević and Konjević, 1987).

Calculations within the our modified semiempirical approach, for comparison with experimental data or testing of the theory have been performed also by other

authors (see references in Dimitrijević, 2001b) for Stark widths for 14 Al I, 46 Al II, 12 Al III, 1 C IV, 1 N V, 1 O VI, 1 Ne VIII, 3 N III, 3 O IV, 3 F V, 2 Ne VI, 12 C IV, 4 C II, 5 N II, 3 O II, 4 F II, 3 Ne II, 1 N II, 8 S II, 2 Ne VII, 4 N III, 2 F V, 2 Ne III, 2 Ar III, 2 Kr III, 2 Xe III, 3 Si III, 3 Ne III, 2 Ar III, 2 Kr III, 2 Xe III transitions. Moreover, Stark widths and shifts for 2 Cl II and 6 Ar III lines have been calculated.

The modified semiempirical method and Stark broadening parameters calculated within this approach have been applied in astrophysics e.g. for the determination of carbon, nitrogen and oxygen abundances in early B-type stars (Gies and Lambert, 1992) magnesium, aluminium and silicon abundances in normal late-B and HgMn stars, from co-added IUE spectra (Smith, 1993) and elemental abundances in hot white dwarfs (Chayer et al, 1995a), investigations of abundance anomalies in stars (Michaud and Richer, 1992), elemental abundance analyses with DAO spectrograms for 15 - Vulpeculae and 32 - Aquarii (Bolcal et al, 1992), radiative acceleration calculation in stellar envelopes (Le Blanc and Michaud, 1995; Gonzales et al, 1995ab; Alecian et al, 1993; Seaton, 1997), consideration of radiative levitation in hot white dwarfs (Chayer et al, 1995ab), quantitative spectroscopy of hot stars (Kudritzki and Hummer, 1990), non - LTE calculations of silicon - line strengths in B - type stars (Lennon et al, 1986), stellar opacities calculations and study (Iglesias et al, 1990; Iglesias and Rogers, 1992; Rogers and Iglesias, 1992; 1995; 1999; Seaton, 1993; Mostovych et al, 1995), atmospheres and winds of hot stars investigations (Butler, 1995), investigation of Ga II lines in the spectrum of Ap stars (Lanz et al, 1993). Stark broadening data calculated within the modified semiempirical method entered in a critical overview of atomic data for stellar abundance analysis (Lanz et Artru, 1988), and a catalogue of atomic data for low-density astrophysical plasma (Golovatyj et al, 1997). The modified semiempirical method entered also in computer codes, as e. g. OPAL opacity code (Rogers and Iglesias, 1995), handbooks (Peach, 1996; Vogt, 1996) and monographs (Gray, 1992; Griem, 1997; Konjević, 1999).

Our Stark broadening results are of interest not only in astronomy but also for laboratory, fusion, laser produced and technological plasma diagnostics, analysis and modeling, for design of existing and development of new lasers, for optimization of light sources etc, and were also used and cited in such investigations. In order to make the application and usage of our Stark broadening data obtained within the semiclassical and modified semiempirical approaches more easier, we are organizing them now in a database BELDATA.

References

Alecian, G., Michaud, G., Tully, J.: 1993, *Astrophys. J.* **411**, 882.

Benett, S. M., Griem, H. R.: 1971, *Calculated Stark Broadening Parameters for Isolated Spectral Lines from the Atom Helium through Calcium and Cesium*, Univ. Maryland , Techn. Rep. No 71–097, College Park, Maryland.

Bolcal, C., Kocer, D., Adelman, S. J.: 1992, *Month. Not. Roy. Astron. Soc.* **258**, 270.

Brown, P. J. E., Dufton, P. L., Lennon, D. J., Keenan, F. P., Kilkenny, D.: 1986, *Astron. Astrophys.* **155**, 113.

Butler, K.: 1995, in *Astrophysical Applications of Powerful New Databases*, eds. S. J. Adelman, W. L. Wiese, *ASP Conf. Series* **78**, 509.

Carlsson, M., Rutten, R. J., Bruls, J. H. M. J., Shchukina, N. G.: 1994, *Astron. Astrophys.* **288**, 860.

Chayer, P., Fontaine, G., Wesemael, F.: 1995b, *Astrophys. J. Suppl. Series* **99**, 189.

Chayer, P., Vennes, S., Pradhan, A. K., Thejll, P., Beauchamp, A., Fontaine, G., Wesemael, F.: 1995a, *Astrophys. J.* **454**, 429.

Dimitrijević, M. S.: 1990, *Line Shapes Investigations in Yugoslavia 1962-1985 (Bibliography and citation index), Publ. Obs. Astron. Belgrade* **39**.

Dimitrijević, M. S.: 1991, *Line Shapes Investigations in Yugoslavia II. 1985-1989 (Bibliography and citation index), Publ. Obs. Astron. Belgrade* **41**.

Dimitrijević, M. S.: 1992, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **47**, 315.

Dimitrijević, M. S.: 1994, *Line Shapes Investigations in Yugoslavia and Serbia III. 1989-1993 (Bibliography and citation index), Publ. Obs. Astron. Belgrade* **47**.

Dimitrijević, M. S.: 1996, *Zh. Prikl. Spektrosk.* **63**, 810.

Dimitrijević, M. S.: 1997, *Line Shapes Investigations in Yugoslavia and Serbia IV. 1993-1997 (Bibliography and citation index), Publ. Obs. Astron. Belgrade* **58**.

Dimitrijević, M. S.: 2001a, *Line Shapes Investigations in Yugoslavia and Serbia V. 1997-2001 (Bibliography and citation index), Publ. Obs. Astron. Belgrade* **70**.

Dimitrijević, M. S.: 2001b, in: *The Physics of Ionized Gases*, Invited lectures of SPIG-2000, Institute of Physics, Institute of Nuclear Sciences and Faculty of Physics, Belgrade, in press.

Dimitrijević, M. S., Artru, M. -C.: 1986, *XIII Symp. Phys. Ioniz. Gases*, Šibenik 1986, Contributed Papers, 317.

Dimitrijević, M. S., Feautrier, N., Sahal–Bréchot, S.: 1981, *J. Phys. B* **14**, 2559.

Dimitrijević, M. S., Konjević, N.: 1980, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **24**, 451.

Dimitrijević, M. S., Konjević, N.: 1981a, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **25**, 387.

Dimitrijević, M. S., Konjević, N.: 1981b, in *Spectral Line Shapes*, ed. B.Wende, W. de Gruyter, Berlin, New York, 211.

Dimitrijević, M. S., Konjević, N.: 1987, *Astron. Astrophys.* **172**, 345.

Dimitrijević, M. S., Kršljanin, V.: 1986, *Astron. Astrophys.* **165**, 269.

Dimitrijević, M. S., Sahal-Bréchot, S.: 1984a, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **31**, 301.

Dimitrijević, M. S., Sahal-Bréchot, S.: 1984b, *Astron. Astrophys.* **136**, 289.

Dimitrijević, M. S., Sahal-Bréchot, S.: 1985, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **34**, 34.

Dimitrijević, M. S., Sahal-Bréchot, S.: 1991, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **46**, 41.

Dimitrijević, M. S., Sahal-Bréchot, S.: 1992a, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **95**, 109.

Dimitrijević, M. S., Sahal-Bréchot, S.: 1992b, *Astron. Asptrophys. Suppl. Series* **93**, 359.

Dimitrijević, M. S., Sahal-Bréchot, S.: 1993, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **49**, 157.

Dimitrijević, M. S., Sahal-Bréchot, S.: 1996a, *Physica Scripta* **54**, 50.

Dimitrijević, M. S., Sahal-Bréchot, S.: 1996b, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **117**, 127.

Dimitrijević, M. S., Sahal-Bréchot, S.: 2000, *Physica Scripta* **61**, 319.

Dimitrijević, M. S., Sahal-Bréchot, S., Bommier, V.: 1991, *Astron. Asptrophys. Suppl. Series* **93**, 359.

Dworetsky, M. M., Jomaron, C. M., Smith, C. A.: 1998, *Astron. Astrophys.* **333**, 665.

Gies, D. R., Lambert, D. L.: 1992, *Astrophys. J.* **387**, 673.

Golovatyj, V. V., Sapar, A., Feklistova, T., Kholtygin, A. F.: 1997, *Astron. Astrophys. Transactions* **12**, 85.

Gonzales, J. F., Artru, M. -C., Michaud, G.: 1995a, *Astron. Astrophys.* **302**, 788.

Gonzales, J. F., Le Blanc, F., Artru, M. -C., Michaud, G.: 1995b, *Astron. Astrophys.* **297**, 223.

Gonzales - Delgado, R. M., Leitherer, C., Heckman, T. M.: 1999, *Astrophys. J. Suppl. Series* **125**, 489.

Gray, D. F.: 1992, *The Observation and Analysis of Stellar Photospheres* Cambridge University Press, Cambridge.

Griem, H. R.: 1974, *Spectral Line Broadening by Plasmas*, Academic Press, New York.

Griem, H. R.: 1997, *Principles of Plasma Spectroscopy*, Cambridge Monographs of Plasma Physics 2, Cambridge University Press.

Iglesias, C. A., Rogers, F. J., Wilson, B. G.: 1990, *Astrophys. J.* **360**, 221.

Iglesias, C. A., Rogers, F. J.: 1992, *Revista Mexicana de Astronomia y Astrofisica* **23**, 161.

Jones, W. W., Benett, S. M., Griem, H. R.: 1971, *Calculated Electron Impact Broadening Parameters for Isolated Spectral Lines from Singly Charged Ions Lithium through Calcium*, Univ. Maryland , Techn. Rep. No 71–128, College Park, Maryland.

Konjević, N.: 1999, *Physics Reports* **316**, 339.

Kudritzki, R., Hummer, D. G.: 1990, *Ann. Rev. Astron. Astrophys.* **28**, 303.

Lanz, T., Artru, M. -C.: 1988, in *Elemental abundance analysis*, eds. S.J.Adelman, T.Lanz, Institut d Astronomie de l Universite de Lausane, 156.

Lanz, T., Artru, M. -C., Didelon, P., Mathys, G.: 1993, *Astron. Astrophys.* **272**, 465.

Lanz, T., Dimitrijević, M. S., Artru, M.-C.: 1988, *Astron. Astrophys.* **192**, 249.

Le Blanc, F., Michaud, G.: 1995, *Astron. Astrophys.* **303**, 166.

Lennon, D. J., Lynas-Gray, A. E., Brown, J. F., Dufton, P. L.: 1986, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **222**, 719.

Linnell, A. P., Hubeny, I.: 1994, *Astrophys. J.* **434**, 738.

Madej, J.: 1989, *Astron. Astrophys.* **209**, 226.

Michaud, G., Richer, J.: 1992, in *Spectral Line Shapes*, **9**, eds. M. Zoppi, L. Ulivi, *AIP Conf. Proc.* **386**, 397.

Mostovych, A. N., Chan, L. Y., Kearney, K. J., Garren, D., Iglesias, C. A., Klapisch, M., Rogers, F. J.: 1995, *Phys. Rev. Lett.* **75**, 1530.

Omont, A., Encrenaz, P.: 1977, *Astron. Astrophys.* **56**, 447.

Paerels, F.: 1997, *Astrophys. J.* **476**, L47.

Peach, G.: 1996, *Collisional broadening of spectral lines*, in *Atomic, Molecular, & Optical Physics Handbook*, ed. G. W. F. Drake, AIP Press, Woodbury, New York, 669.

Popović, L. Č., Simić, S., Milovanović, N., Dimitrijević, M. S.: 2001, *Astrophys. J.*, submitted.

Rauch, T., Koeppen, J., Werner, K.: 1994, *Astron. Astrophys.* **286**, 543.

Rauch, T., Koeppen, J., Werner, K.: 1996, *Astron. Astrophys.* **310**, 613.

Rogers, F. J., Iglesias, C. A.: 1992, *Astrophys. J. Suppl. Series* **79**, 507.

Rogers, F. J., Iglesias, C. A.: 1995, in *Astrophysical Applications of Powerful Databases* eds. S.J. Adelman, W.L. Wiese, *ASP Conf. Series* **78**, 31.

Rogers, F. J., Iglesias, C. A.: 1999, *Space Sci. Rev.*, **85**, 61.

Ryabchikova, T. A., Malanushenko, V. P., Adelman,, S. J.: 1999, *Astron. Astrophys.* **351**, 963.

Ryuabchikova, T. A., Smirnov, Yu. M.: 1994, *Astron. Zh.* **71**, 83.

Sahal - Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.* **1**, 91.

Sahal - Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.* **2**, 322.

Seaton, M. J.: 1993, *IAU Colloquium 137*, eds. W. W. Weiss, A. Baglin, *Publ. Astron. Soc. Pacific Conf. Series* **40**, 222.

Seaton, M. J.: 1997, *Month. Not. Roy. Astron. Soc.* **289**, 700.

Smirnov, G. T., Sorochenko, R. L., Pankonin, V.: 1984, *Astron. Astrophys.* **135**, 116.

Smith, K. C.: 1993, *Astron. Astrophys.* **276**, 393.

Smith, K. C.: 1995, *Astron. Astrophys.* **297**, 237.

Smith, K. C.: 1996, *Astron. Astrophys.* **305**, 902.

Smith, K. C.: 1997, *Astron. Astrophys.* **319**, 928.

Unglaub, K., Bues, I.: 1996, *Astron. Astrophys.* **306**, 843.

Vennes, S., Dupuis, J., Chayer, P., Polomski, E. F., Dixon, W. V., Hurwitz, M.: 1998, *Astrophys. J.* **500**, L41.

Vennes, S., Thorstensen, J. R., Polomski, E. F.: 1999, *Astrophys. J.* **523**, 386.

Vince, I., Dimitrijević, M. S.: 1985, *Publ. Obs. Astron. Belgrade* **33**, 15.

Vince, I., Dimitrijević, M. S., Kršljanin, V.: 1985a, in: *Spectral Line Shapes III*, ed. F.Rostas, W.de Gruyter, Berlin, New York, 649.

Vince, I., Dimitrijević, M. S., Kršljanin, V.: 1985b, in *Progress in Stellar Spectral Line Formation Theory*, eds. J.Beckman and L.Crivelari, D.Reidel, Dordrecht, Boston, Lancaster, 373.

Vogt, H. H. editor: 1996, *Stellar atmospheres: Atomic and molecular data, Astronomy and Astrophysics*, Extension and Suppl. to Vol. 2, Subvol. B, *Stars and Star Clusters*, Landolt-Boernstein, Group VI: *Astron. Astrophys.* Vol. 3, Springer, 57.

Werner, K., Dreizler, S., Heber, U., Rauch, T., Fleming, T. A., Sion, E. M., Vauclair, G.: 1996, *Astron. Astrophys.* **307**, 860.

Werner, K., Heber, U., Hunger, K.: 1991, *Astron. Astrophys.* **244**, 437.

Werner, K., Wolf, B.: 1999, *Astron. Astrophys.* **347**, L9.

Zhao, G., Butler, K., Gehren, T.: 1998, *Astron. Astrophys.* **333**, 219.

Astronomical Observatory
Volgina 7
11060 Belgrade
Serbia, Yugoslavia

Базы знаний для описания информационных ресурсов в молекулярной спектроскопии. 1. Основные понятия

Привезенцев А.И., Фазлиев А.З.

Электронные библиотеки, т.14, в.1, 2011
http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2011/part1

Аннотация

В работе представлено описание основных понятий, использованных при построении информационной системы трехслойной архитектуры. Слой знаний этой системы содержит базу знаний, используемую приложениями для семантического поиска, интеграции и систематизации (частично автоматической) информационных ресурсов по количественной молекулярной спектроскопии. База знаний представлена в форме прикладных онтологий, с помощью которых решаются перечисленные выше задачи. Основное внимание сконцетрировано на интерпретации понятия «онтология», введенном в работах Н. Гуарино.

Введение

Типичными компонентами работы исследователя, занимающегося анализом предметной области, являются сбор фактов, построение модели предметной области, соотнесение собственной модели с моделями других исследователей, организация доступа другим исследователям к его модели и, на завершающей стадии, публикация модели. При этом возникает ряд вопросов: насколько полный набор фактов имеется у исследователя и не противоречивы ли они; позволяет ли формальный язык спецификаций моделей построить адекватную собранным фактам модель; существуют ли противоречия между собственной моделью и моделями иных исследователей; каким образом организовать быстрый доступ к результатам исследований и т. д.?

Поставленные вопросы возникают при создании информационных систем коллективного пользования. В предлагаемой серии статей, объединенной одним названием, на примере предметной области «Количественная молекулярная спектроскопия», показано, каким образом, и в рамках какого инструментария, могут быть получены ответы на поставленные вопросы.

Выполненная работа состоит из шести частей. В первой части, которой является данная статья, вводятся основные понятия, необходимые для последующего изложения. Наиболее важным среди них является определение онтологии, используемое затем при создании онтологической базы знаний. Во второй части будут описаны модель данных количественной молекулярной спектроскопии и XML- схемы для молекулы диоксида углерода. В третьей части представлена фактологическая часть (A-box) базы знаний по спектроскопии молекулы диоксида углерода и ее изотопологов. В настоящее время она, наряду с базами знаний информационных ресурсов по молекулам сероводорода, диоксида углерода и аммиака, является наиболее полной по числу достоверных фактов в данной предметной области. В четвертой части рассмотрено программное обеспечение для создания сервисов описания информационных ресурсов в молекулярной спектроскопии. В пятой части дан перечень критериев достоверности в молекулярной спектроскопии, обсуждается проблема достоверности ресурсов и рассмотрены результаты вычислений,

связанные с достоверностью ресурсов для трех молекул (вода, диоксид углерода и сероводород). В шестой части обсуждаются вопросы автоматического построения понятийной части (T-box) в прикладной онтологии.

Молекулярная спектроскопия является одним из разделов физики, широко используемых во многих прикладных исследованиях. Предметом изучения молекулярной спектроскопии являются спектральные свойства молекул. Детальное изучение спектральных свойств молекул не закончено до сих пор. Связано это с тем обстоятельством, что в расчетах физических характеристик атмосферы используются сотни тысяч линий, каждая из которых описывается десятком параметров.

Работа с такими массивами данных требует предметной систематизации данных и создания программных средств для их обработки. Такая систематизация проведена теоретиками несколько десятков лет назад, но до сих не представлена в виде, допускающем ее программную реализацию. Поэтапное решение этой задачи осуществляется в проекте Virtual Atomic and Molecular Data Center (VAMDC) [1].

Классификацией данных, сбором, хранением и распространением информационных ресурсов по молекулярной спектроскопии занимается несколько групп, среди которых выделяются две группы, поддерживающие банки данных HITRAN [2] и GEISA[3]. В России работы по созданию информационных ресурсов в области молекулярной спектроскопии ведутся в Институте оптики атмосферы СО РАН с начала 1980-х годов [4].

Стоит отметить, что задача систематизации данных в количественной спектроскопии относится как к задачам спектроскопии, поскольку термины и понятия спектроскопии связаны с содержательной стороной информации о предметной области, так и к информатике в силу того, что её решение во многом определяется организацией сбора, хранения и распространения данных, информации и знаний.

В количественной спектроскопии процесс наполнения данных далек от завершения. За почти сорокалетнюю историю группа, поддерживающая HITRAN, несколько раз модифицировала как набор физических сущностей (интенсионал), так и типы данных, в которых они хранятся. Такие модификации связаны с тем, что современная техника измерения спектров позволяет получать данные с большей точностью и в тех диапазонах длин волн, в которых ранее измерения не проводились. Количество расчетных спектров растет еще более стремительно, например, за последние десять лет данные по молекуле воды выросли более чем в сто раз. Растет также число исследовательских групп. Все это указывает на необходимость сбора, хранения, обработки и распространения информации с использованием современных технологий для коллективной работы с ней, на базе информационных систем.

Оцифровка спектральных данных имеет почти сорокалетнюю историю, но качественный скачок в создании информационных систем (ИС) в этой предметной области произошел с появлением доступа к интернету в начале 1990-х и глобальной информационной системы веб [5]. Веб-технологии позволили сделать значительный шаг в развитии информационно-вычислительных систем (ИВС) коллективного использования по молекулярной спектроскопии. В 1999 году появилась первая веб-информационная система «Спектроскопия атмосферных газов» (http://spectra.iao.ru) [6], опирающаяся на известные банки спектроскопических данных HITRAN и GEISA.

В последние годы произошло переосмысление принципов создания ИВС, как в целом в информатике [7], так и, в частности, в молекулярной спектроскопии [8]. Это связано с

инициативой World Wide Web Consortium (W3C) по преобразованию Web в Semantic Web [9], где декларируется представление информации, используемой компьютерами, для автоматизации, интеграции и повторной используемости приложениями [10]. В рамках этой инициативы ведутся активные работы по созданию инфраструктуры Semantic Web, создаются рекомендации [11-13], программное обеспечение и онтологические базы знаний. Эти рекомендации являются элементами технологий, актуальными при представлении знаний в глобальном информационном прстранстве (вебе).

При современном подходе к построению модели научной информационно-вычислительной системы (НИВС) используют её трёхслойную модель [7]. В число слоев входят: слой данных и вычислений, слой метаданных (информации) и слой знаний.

Слой данных и вычислений предназначен для непосредственного решения предметных задач, информационный слой ориентирован на компьютерную генерацию информации о данных предыдущего слоя и возможности обмена этой информацией между программами. Цель разработчиков ИС состоит в представлении подобной информации в формализованном и машинно-обрабатываемом виде. Эта задача в рамках подхода Semantic Web, как известно, решается с помощью языков разметки XML [13] и RDF [15]. Слой знаний необходим для машинной интеграции и структурирования разнородных ресурсов из различных предметных областей с возможностью унифицированного доступа к ним в рамках информационной системы, и последующей их логической машинной обработки. Этот слой создается на основе онтологий, для описания которых рекомендован язык спецификации OWL [16]. Однако использование этого языка не дает однозначного ответа, что же строится с его помощью, или, другими словами, что же есть онтология, построенная в Semantic Web. Определение этого понятия при создании слоя знаний остается за исследователем. В данной работе, создавая онтологическую БЗ, мы следуем определениям Гуарино [32].

В нашей работе слой знаний для информационной системы по количественной спектроскопии является основным предметом исследования. Этот слой основан на базах знаний (БЗ) информационных ресурсов по количественной спектроскопии. В свою очередь БЗ ориентирована на решение задач, в основании которых лежит использование информационных аспектов этих ресурсов. К числу таких задач относятся систематизация ресурсов, их поиск и исследование их достоверности по ряду критериев, характерных для данной предметной области.

Для предметной области молекулярной спектроскопии введение в модель ИС слоя метаданных и слоя знаний даёт возможность исследователям проводить анализ решений задач и проверять согласованность своих неявных знаний с другими научными логическими теориями [75]. Кроме этого исследователи, анализируя получаемое знание о результатах решения предметных задач, могут своевременно реагировать на важные сведения, например, о недостоверных данных.

Создание W3C рекомендаций RDF и OWL заставило переосмыслить роль метаданных в информационных системах. На базе этих рекомендаций построен базис для формирования инструментов и сервисов для разработчиков информационных систем с целью “проектирования и реализации высококачественных, значимых, корректных, минимально избыточных и хорошо аксиоматизированных онтологий” [14]. С их помощью должна быть решена следующая ключевая задача – создание машинно-обрабатываемых аннотаций для информационных ресурсов в вебе.

Онтология задач, разработанная Лабораторией прикладных онтологий [17] и реализованная в KIF и OWL Full, является онтологией верхнего уровня, которую можно использовать при решении задач коллективного машинного использования знаний в рамках парадигмы Semantic Web. Стоит отметить работы [18, 19], представляющие прикладные онтологии решения задач. В настоящее время развитый в них подход лежит вне рамок развития Semantic Web.

Рассматриваемая в третьей части статьи фактологическая часть онтологии информационных ресурсов молекулярной спектроскопии воды представляет собой «domain-lightweight-reference» онтологию, то есть предметную ссылочную онтологию, которая основной акцент делает на составление описательной картины предметной области, не изменяющейся во времени и являющейся основой для других онтологий. Онтология задач молекулярной спектроскопии воды представляет собой «domain-lightweight-application» онтологию, то есть предметную онтологию приложения, которая основной акцент делает на индивиды, динамически формирующиеся во время описания решаемых задач в информационной системе с определенными входными предметными данными. Заметим, что первая упрощенная версия ссылочной онтологии по молекулярной спектроскопии воды была опубликована в [20].

Прикладные онтологии, связанные с приложениями, формализованы таким образом, чтобы с ними можно было работать в реальном масштабе времени (например, машинное отнесение фактов к классам осуществляется за небольшой промежуток времени). Они созданы, в частности, для решения задачи семантического поиска источников данных, характеризующих решения конкретных задач молекулярной спектроскопии воды. По выделенной цели и выразительности такие онтологии, согласно классификации, называют прикладными онтологиями [21].

Появление НИВС по молекулярной спектроскопии инициировало создание информационных ресурсов в виде структур данных, содержащих не только параметры спектральных линий, но и ряд других физических величин. Это привело к расширению набора структурных метаданных, используемых в банках данных (например, HITRAN и GEISA), и, в свою очередь, к появлению трактовки информационного ресурса как пары связанных между собой данных и метаданных.

При формировании слоя данных стало очевидным, что при коллективной работе в ИВС необходимо предоставить пользователю возможность самостоятельного формирования структуры массивов спектральных данных и их наполнение конкретными значениями, проведения на их основе расчетов и сравнения с результатами экспериментов. Работа в этом направлении состояла, в первую очередь, в создании системы ввода данных со структурами, характерными для количественной спектроскопии.

Наряду с работами, в которых информационные ресурсы представляются в виде связанных между собой данных и метаданных, в настоящее время ведутся активные работы по разработке и внедрению информационных систем, основанных на знаниях [22-24]. Обращаясь к классификации существующих информационно-вычислительные систем по молекулярной спектроскопии [6, 25], отметим, что они содержат в себе только слой данных и вычислений. Качественно новый скачок в работе с информационными ресурсами в ИС предоставляет реализация информационного слоя и слоя знаний. Учёт этих слоев повышает эффективность и качество обработки спектральной информации. Отсутствие этих двух слоев, необходимых для перехода к автоматической машинной обработке информации и знаний, указывает на ограниченность развития существующих информационно-вычислительных систем.

В настоящее время задача создания слоя знаний для НИВС по количественной спектроскопии является актуальной в силу назревшей необходимости интеграции информационных ресурсов, имеющихся у спектроскопистов. Шаги, сделанные в этом направлении в проекте VAMDC, пока слабо связаны со слоем метаданных и не связаны со слоем знаний.

Решение задач в молекулярной спектроскопии логическими программными агентами, предназначено для повышения эффективности работы ученых в своих специализированных предметных областях. Имеющиеся инструментальные средства для работы со знаниями, представленными в виде онтологий, позволяют уже сейчас проверять корректность отнесения понятий и делать логические выводы с помощью машин вывода.

1. Информационные системы

1.1 Определение информационной системы

Исследование информационных систем является задачей, которой посвящены специальные конференции, изучающие дисциплину «Информационные системы» [60, 61]. Современное понимание информационной системы предполагает использование её в качестве основного технического средства обработки информации.

В структуру ИС входят компоненты трех различных типов: прикладные программы, информационные ресурсы, такие, как базы данных и/или базы знаний, и пользовательские интерфейсы. Эти компоненты объединены таким способом, чтобы выполнить конкретную задачу [32]. В статье, если не оговорено особо, под автоматизированной информационной системой понимается система, содержащая базы данных и знаний, прикладные программы, формирующие систему управления базами данных и знаний и пользовательские интерфейсы. Назначением машинно-читаемых баз знаний является хранение знаний с целью применения к ним программного логического вывода. В статье онтология определяет структуру хранимых знаний и фактов, специфицированных на языке OWL.

1.2 Слои информационной системы

В инициативе e-Science (цифровая наука) [7] выделяют три слоя её инфраструктуры:

- слой данных и вычислений;
- информационный слой;
- слой знаний.

В силу того, что информационные системы являются частью инфраструктуры e-Science, они наследуют такую архитектуру. В ИС в слое данных и вычислений рассматриваются любые не интерпретируемые (т. е. не имеющие машинно-интерпретируемой семантики) объекты и процессы, лежащие в основе предметной области. В слое метаданных (информации) рассматриваются любые свойства, относящиеся к объектам и процессам уровня данных, а также значения этих свойств. Эти объекты и свойства должны быть машинно-интерпретируемыми. В слое онтологий (знаний) рассматриваются субъектно-предикатные структуры и логики, на основе которых они построены. Основой для создания этого слоя являются слои данных и метаданных, ориентированные на систематизацию и интеграцию информации для достижения какой-либо цели, решения

задачи или принятия решения. С каждым слоем ИС связан свой уровень абстракции. Эти уровни показаны на рис. 1.1.

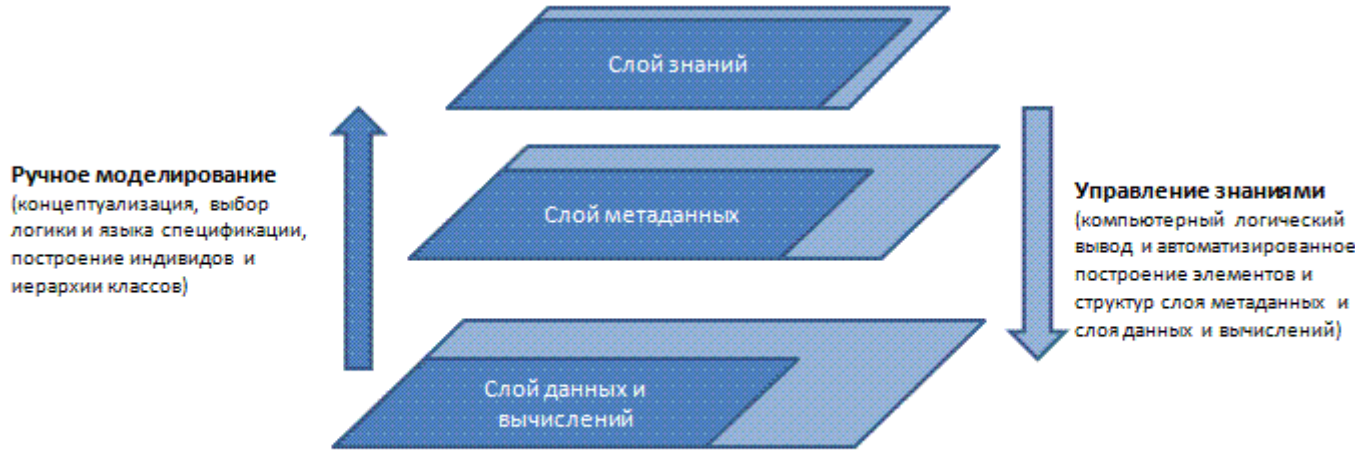


Рис.1. Слои информационной системы

Построение уровней осуществляется на начальном этапе вручную в рамках моделирования предметной области. Оно начинается с концептуализации, выбора логики для построения высказываний слоя метаданных и языка спецификации для создания индивидов и классов слоя знаний. Использование машины вывода при построении слоя знаний расширяет созданный слой знаний. Это расширение позволяет автоматически строить расширение слоев метаданных и данных.

Построение слоя знаний способствует созданию систем автоматического построения элементов и структур информационного слоя и слоя знаний. В настоящее время активно ведутся работы [18, 22, 41, 62] по созданию информационных систем, включающих слой знаний, основанный на онтологиях. Эти работы направлены на представление знаний в конкретных предметных областях. Например, в работе [62] показано использование машиннообрабатываемых знаний для документно-ориентированных корпоративных информационных систем, а в работе [22] – применение для информационных систем по гуманитарным наукам.

2. Ресурсы информационной системы

2.1 Определение информационных ресурсов

В широком смысле трактовка термина «информационный ресурс» или просто «ресурс» близка к определению W3C [63], где под ресурсом понимается любая сущность, имеющая URI.

В статье значение этого термина огрублено, и под информационным ресурсом понимается информационная пара, включающая две компоненты – данные и свойства этих данных. В следующих частях статьи в качестве названия этой пары используется термин «источник информации». Под данными [64] понимаются факты предметной области информационной системы в форме, допускающей их хранение и обработку на компьютерах, передачу по каналам связи, а также восприятие человеком. В данной работе

мы несколько сузим такое широкое определение. Ограничение относится к выбору представления, в котором описываются факты предметной области. В контексте статьи будем называть факты данными в том случае, когда они используются при решении задач, не требующих автоматического логического вывода. Метаданные будем трактовать как свойства данных и их значения, которые можно использовать при автоматическом логическом выводе.

На практике используют термин «информационный ресурс» в широком смысле, придавая ему смысл любой информации, которую можно логически идентифицировать. Это могут быть любые структурированные (базы данных и их схемы) и неструктурированные данные (документы на естественных языках).

2.2 Метаданные

Термин «метаданные» используется в статье в двух смыслах: в широком смысле слова он используется как указание на тип модели информации, в рамках которой проводятся исследования, а в узком смысле слова как описание данных, следуя устоявшемуся неформальному определению: метаданные это данные о данных. Основное назначение метаданных – решать задачи описания данных для машинной обработки и обработки человеком параллельно, хотя возможно превалирование одной из этих целей. Метаданные для человека предоставляют дополнительные возможности для поиска необходимых ресурсов, обеспечивая гибкие и разнообразные механизмы селекции в соответствии с поисковым запросом. Для машины же метаданные дают дополнительную информацию для решения прежних задач более эффективными способами.

Определение. *Семантические аннотации* – это описание информационного ресурса (ABox) относительно некоторой терминологии онтологической модели предметной области (TBox). Семантические аннотации информационных ресурсов MD(IR) описываются свойствами и классами из онтологии предметной области в виде набора триад: $MD(IR) = ((s_1, p_1, o_1), (s_2, p_2, o_2), \ldots (s_k, p_k, o_k))$, где (s_i, p_i, o_i) – триада, которая состоит из субъекта s_i, которым является экземпляр класса онтологической модели (URI информационного ресурса или URI зависимых от него экземпляров), предиката (свойства) p_i, описанного в онтологической модели, и объекта o_i, которым может быть либо экземпляр класса онтологической модели (URI зависимых от информационного ресурса экземпляров), либо некоторый литерал (строка, число, дата).

Ниже семантические аннотации представлены с помощью языка спецификации OWL DL. Синонимом семантических аннотаций являются онтологические описания. Они являются индивидами онтологий, относящихся к уровню знаний. Процесс формирования семантической аннотации обусловлен задачей перевода интерпретируемого человеком контента в контент, интерпретируемый машиной. Семантические аннотации представляют собой частный случай метаданных, который связан с формой их представления, допускающей машинную интерпретацию.

Такое определение очень общее, и разные научные сообщества используют разные представления о метаданных. В работе [65] описывается подход к решению проблемы гетерогенности информации, заключающийся в том, чтобы предоставить метаданные, то есть данные о реальной информации. Простая классификация метаданных по описываемой ими семантической информации дана в работе [66]:

- независимые от содержания метаданные – это данные об информации, не относящиеся напрямую к содержанию информации, которую они описывают; они

скорее создают и описывают контекст и окружение, в которых эта информация создается и поддерживается (например, автор или дата создания ресурса);
- метаданные, зависимые от содержания, – это данные об информации, которые были извлечены из информации, но при этом не описывают информационное содержание, а являются скорее дополнительным атрибутом, который напрямую вытекает из содержания; примерами метаданных, не зависимых от содержания, являются – размер документа, количество слов или страниц или язык, на котором он написан;
- метаданные, основанные на содержании, напрямую отражают содержание источника информации, а также добавляют информацию или структуру, которая помогает обрабатывать начальную информацию более эффективно; примером таких метаданных, могут являться полнотекстовые алфавитные указатели;
- метаданные, описывающие контекст, являются данными об информации, предоставляющие абстрактное описание содержания информационного ресурса; они помогают суммировать содержание информационного источника и принимать решение о том, подходят ли они для решения данной задачи или нет; примером таких метаданных , являются списки ключевых слов, глоссарии или распределения по тематическим категориям.

Различные типы метаданных раскрывают различные аспекты информации: технические данные о месте хранения и методах доступа, совместно с описаниями содержания и информацией об использовании по назначению и качестве данных. Что касается проблемы поиска и доступа к информации, роль метаданных в этом случае двойственна: со стороны поставщиков информации метаданные служат средством организации, поддержки и каталогизации данных, со стороны пользователей информации средством нахождения информации, получения к ней доступа и интерпретации.

Организация больших хранилищ информации является сложной проблемой. В то время как системы управления базами данных предоставляют технологии для организации и поддержки данных, гетерогенные хранилища, содержащие наряду с данными информацию и знания, такие, как ИС, сталкиваются с проблемой неоднородности, которая требует более сложных методов организации. В связи с этой проблемой метаданные могут служить для выполнения следующих целей:

- структурирование, – метаданные могут быть использованы для структурирования неоднородной информации с помощью уточнения областей интересов, ключевых слов и отношения к другой информации.; этот тип метаинформации может быть использован для организации информации по различному назначению, например, тема, дата, автор и т. д.;
- поддержка, – метаданные помогают при поддержке данных, предоставляя информацию об авторах, дате создания и сроке годности;. эта информации помогает определить местонахождение устаревшей информации или найти человека, который ответственен за внесенные изменения;.
- каталогизация, – чем больше становится информационное хранилище, тем большее значение имеет общий обзор информации, которая на самом деле в нем присутствует;. она может быть осуществлена путем создания информационных систем, основанных на каталогизации метаданных доступной информации.

Технологии работы с метаданными опираются на ряд типовых схем метаданных. Одной из них, ориентированной на описание абстрактного информационного ресурса, является схема Dublin Core [67], содержащая 15 базовых элементов: (заглавие; автор; предмет и ключевые слова; описание; помощники; тип ресурса; формат; источники ресурса;

зависимые ресурсы; область контента; права на ресурс; дата; идентификатор; издатель; язык). Как видно из содержания этого перечня, такое описание не содержит отношений, характерных для конкретных предметных областей. Для подавляющего большинства данных конкретной предметной области метаданные, построенные с помощью отношений, взятых из смежных с ней предметных областей, являются наиболее важной частью информации о предметной области, характеризующей место этих данных в системе знаний.

Для конкретных предметных областей ведутся работы по широкому спектру, например, довольно успешно разрабатываются схемы метаданных по библиотечному делу, географическим описаниям, медицине, экологии, архивным и музейным описаниям, работе с новостями, административным делам и научной информации [69].

3. Представление знаний

Определение. Знания – совокупность фактов предметной области, зафиксированных в сознании и мышлении человека или в машине. Сознание определяет восприятие и понимание окружающего мира, а мышление задаёт способы установления связей, сопоставлений и осуществление из этого выводов, используя логику. Обращение к компьютерному описание мира требует наложения ограничений на логику: она должна допускать только создание вычислимых и разрешимых высказываний.

Естественным способом представления знаний предметной области является построение иерархии понятий, связанных между собой отношениями. Такое построение лежит в основе фреймов и семантических сетей, но эти языки не имеют формальной семантики (машина не может интерпретировать смысл высказываний). С другой стороны, логика предикатов первого порядка имеет формальную семантику, причём логический вывод не является полностью разрешимым, но не имеет удобных средств представления знаний предметной области в виде иерархий понятий и их отношений. Для достижения компромисса между логикой предикатов и семантическими сетями используется семейство дескриптивных логик, которое является подмножеством логики предикатов первого порядка.

Представление знаний определяется как «междисциплинарная научная дисциплина, применяющая теории и техники из трех областей:

- логики, обеспечивающей формальные структуры и правила вывода;
- концептуализации, определяющей виды вещей, существующие в предметной области;
- вычислений, поддерживающих приложения, которые отличают представление знаний от чистой философии" [26].

Объектом изучения научной дисциплины «представления знаний» является предметная область. Представление знаний в предметной области предполагает выделение концептуализации, указание формальных структур предметной области и правил их вывода, а также типов вычислений, выполняемых на этих структурах и их частях. Представление знаний предметной области в форме баз знаний в автоматизированных системах накладывает ряд ограничений на допустимые наборы логик и вычисления, обусловленные современным состоянием вычислительной техники и программного обеспечения, делая их менее выразительными по сравнению, например, с представлением знаний на естественном языке. Существенным ограничением на представление знаний в

автоматизированных информационных системах является тот факт, что они оперируют только абстрактными объектами и процессами и не могут осуществлять отнесение абстракции к физическим объектам или процессам.

Представление знаний в виде логической теории наиболее продуктивно используется в научных исследованиях. Логические научные теории – это субъектно-предикатные структуры, в которых можно выделить три уровня:

- *терминологический уровень (TBox),*являющийся фиксированным каркасом, определяющим классы концептов и отношения на них;
- *реляционный уровень (Rbox),* представляющий иерархии, связывающие между собой отношения, содержащиеся в концептуализации,
- *уровень экземпляров (ABox),* являющийся телом логической теории, определяющим совокупность фактов, существующих в предметной области.

3.1 Концептуализация

Представление знаний развивалось в процессе становления натурфилософии, как научной дисциплины, а позже перешло в информатику, претерпев существенные метаморфозы в своей терминологии [26]. Наиболее существенное расхождение точек зрения произошло при интерпретации термина «онтология». Существует две разные точки зрения на определение онтологии. Первой придерживаются философы, а второй – инженеры по знаниям. С философской стороны Онтология (с заглавной буквы) понимается как наука о бытие. Онтология рассматривает объекты, свойства, категории и отношения между ними в реальном мире. Важным понятием в Онтологии является «категория», определяющая различные способы бытия. Категориальное представление из философии перешло в инженерию знаний и используется в онтологиях верхнего уровня [26]. С точки зрения инженеров по знаниям [27], онтология понимается как представление реальности, понятной и человеку, и компьютеру. В инженерном подходе, в отличие от философского, важным субъектом, анализирующим онтологическую картину реальности мира, является компьютер, который должен производить логические выводы при построении логической научной теории. В связи с этим онтология должна быть представлена на машинно-интерпретируемом языке.

Две трактовки слова «онтология», описанные выше, на самом деле связаны друг с другом, но для того, чтобы выйти из этого терминологического тупика, нужно выбрать один из них, придумав новое название для другого: далее термин «онтология» используется для решения задач представления знаний, а для передачи философского смысла используется термин «концептуализация» [26] или «Онтология» [32].

Существует ряд работ, в которых даны определение и интерпретация понятия "онтология" [22, 23, 28 – 38]. Классическое определение онтологии дано Грубером [31]: "Онтология – это явная спецификация концептуализации". Оно было слегка модифицировано Борстом [28] в виде: *"Онтология – это формальная спецификация разделяемой концептуализации"*. Обобщение этих двух определений было представлено Студером и др. [36] в виде: "Онтология – это явная формальная спецификация разделяемой концептуализации", где:

- "явная" означает, что "указан тип концептов, и ограничения на их использование явно определены";
- "формальная" определяет факты, которые "должны быть читаемы машиной";

- "разделяемая" ссылается на определение знаний, представленных в онтологии, "фиксирует согласованные знания, которые не являются частными некоторого индивидуума, а признаны группой";
- "концептуализация" определяет "абстрактную модель некоторого явления в мире, идентифицируемого релевантными концептами этого явления".

Другое возможное определение онтологии, намного шире, более неформальное, определено Ушолдом [37] как "Онтология – словарь терминов и некоторой спецификации их смысла". Главное различие подходов Грубера и Ушолда состоит в формальном требовании и согласовании природы знаний, представленных в онтологии. Важно, что знания, представленные в онтологии, имеют согласованную природу, по меньшей мере, среди данной группы, так что можно было бы использовать её в разных системах, основанных на знаниях.

В работе [31] даны формальное и неформальное определения онтологии. В неформальном понимании онтология предметной области – это терминологический предметный словарь, все необходимые концепты в домене, их классификация, таксономии, отношения, включающие все важные иерархии и ограничения, и аксиомы на этом домене. Формально же онтология предоставляет каталог типов сущностей из предметной области, где типы в онтологии представлены в понятиях концептов, отношений и предикатов выбранного языка.

С точки зрения инженерии знаний [38] даётся техническое определение: "Онтология – это базы знаний специального типа, которые могут "читаться" и пониматься, отчуждаться от разработчика и/или физически разделяться их пользователями".

В современных актуальных прикладных работах, как правило, дается персонифицированное формальное определение онтологии [22, 23, 35].

В данной статье понятие "онтология" используется как в широком, так и в и узком смысле. В широком смысле это понятие определено в языке спецификации знаний OWL. Недостаток этого определения состоит в том, что использование его на практике приводит к множеству онтологий, описывающих предметную область, что обусловлено разной степенью грануляции предметной области, выбираемой исследователями. В работе [33] предложено иное определение понятия онтологии, о котором в статье будет упоминаться как об онтологии в узком смысле.

Известно, что представление данных и знаний в информационно-вычислительной системе основано на концептуализации предметной области. Общее описание назначения концептуализации, сформулированное в [40], хорошо описывается следующей цитатой. "Формально представленное знание основано на концептуализации: объектах, концептах и других сущностях, которые, предполагается, существуют в некоторой интересующей нас области, и отношений между ними. Концептуализация является абстракцией, упрощающей мир, который мы хотим представить с некоторой целью. Каждая база знаний, система, основанная на знании, или агент уровня знаний фиксирует некоторую концептуализацию, явно или неявно" [21]. В этой же работе сформулировано определение понятия "концептуализация".

Определение [21]. *Концептуализация является парой* (D, R)*, где* D – предметная *область*, а R – *множество отношений* на D.

Предполагается, что D – множество концептов, а R – экстенсиональные отношения.

Существует другое определение понятия «концептуализация», данное Н. Гуарино [33]. Н. Гуарино отметил, что экстенсиональные отношения отражают конкретную безвариантную предметную область. Фактически же “при представлении знания необходимо сосредоточиться на смысле отношений, независимо от конкретной реализации предметной области” [21]. Такой подход привел к иному определению понятия “концептуализация”.

Определение [33].*Концептуализация является триадой C=(D, W, R), в которой D – предметная область, W – возможные реализации предметной области, а R – множество концептуальных отношений на D.*

Различие в трактовке понятия концептуализации привело к возникновению термина "онтологическое соглашение", обобщающего термин "моделирование предметной области". Описание деталей различия и условий совместимости этих терминов можно найти в монографии [21].

Понятие "онтологическое соглашение" является связью между концептуализацией, не зависящей от логики, и, онтологией, т. е. логической теорией, выраженной в соответствии с концептуализацией и интерпретацией словаря этого языка.

Онтологию можно рассматривать как логическую теорию, назначение которой – обеспечивать намеченный смысл некоторого словаря определенного языка. Словарь логического языка содержит константы, функции и отношения [21].

Определение [21]. *Для данной интерпретируемой логики **L** и связанного с ней онтологического соглашения **K** онтологией **O** для **L** является логическая теория, сконструированная таким образом, что множество ее моделей как можно лучше аппроксимирует множество совместимых, т. е. намеренных, моделей **L**, связанных с **K**.*

О логической теории, удовлетворяющей определению [21], будем говорить как об онтологии в узком смысле слова. Определение, данное выше, будем рассматривать как основание для построения онтологии, с фактологической частью (A-box) являющейся максимальной по отношению к любым другим, относящимся к наперед заданному классу задач, которые решаются с ее использованием. Такого рода онтологию будем называть онтологией Гуарино. Именно, отнологии Гуарино далее используются для построения базы знаний информационных ресурсов по количественной молекулярной спектроскопии.

В рекомендации OWL [16] описано опередделение словаря онтологии V, который состоит из конечного множества литералов V_L и конечных восьми множеств URI-ссылок: V_C, V_D, V_I, V_O, V_{DP}, V_{IP}, V_{AP}, V_{OP}. Для любого словаря V_C и V_D непересекающиеся, а V_{DP}, V_{IP}, V_{AP}, V_{OP} – попарно непересекающиеся. V_C – это имена классов словаря, которые обозначают понятия предметной области, содержащие owl:Thing и owl:Nothing. V_D – это имена типов данных словаря, содержащих URI-ссылки на встроенные типы данных XML и rdfs: Literal. V_I– это имена индивидов (экземпляров классов) словаря. V_O – это онтологические имена словаря, являющиеся примитивами для составления аксиом онтологии. V_{OP} – это URI-ссылки на встроенные онтологические свойства (двуместные предикаты), являющиеся примитивами для составления аксиом онтологии. V_{AP} – это имена аннотационных свойств словаря, содержащих owl:versionInfo, rdfs:label, rdfs:comment, rdfs:seeAlso, and rdfs:isDefinedBy, используемых для дополнительного описания. V_{IP} – это имена свойств связи индивидов в словаре. V_{DP} – это имена свойств типа данных в словаре. Таким образом, словарь V состоит из множества триад отношений вида: v rdf:type owl:Ontology, где $v \in V_O$; v rdf:type owl:Class, где $v \in V_C$; v rdf:type rdfs:Datatype, где $v \in V_D$; v rdf:type

owl:Thing, где v ∈ V_I; v rdf:type owl:ObjectProperty, где v ∈ V_{IP}; v rdf:type owl:DatatypeProperty, где v ∈ V_{DP}; v rdf:type owl:AnnotationProperty, где v ∈ V_{AP}; v rdf:type owl:OntologyProperty, где v ∈ V_{OP}.

Введенный формализм позволяет выбирать онтологии, близкие к описанию предметной области. В рамках естественного языка и набора логик, используемого при написании научных работ, неявным образом формулируются онтологии, отличающиеся как по выразительности, так и степени детализации предметной области. На практике для создания автоматизированных ИС используются менее выразительные языки для того, чтобы обработка выражений была ограничена конечным интервалом времени. Использование разных логических языков и словарей приводит к множеству возможных онтологий, требующих систематизации.

Подходы к классификации онтологий различаются у многих ученых. Например, в работе [21] приведена классификация онтологий по цели (справочная, прикладная), выразительности (ментальная, машинно-ориентированная) и уровню детализации (верхнего уровня, корневая, предметной области). В работе [32] приведена классификация онтологий: онтологии верхнего уровня, описывающие общие концепты и применяющиеся для связывания онтологий более низкого уровня иерархии, например, онтология Sowa [26], Upper Cyc Ontology [41], DOLCE [42], разрабатываемый стандарт IEEE [43], SUMO[44]; онтологии предметной области, использующиеся для специфицирования домена, которые обеспечивают словарь концептов и отношений между ними в предметной области; онтологии задач, описывающие словарь отношений задач или активности; онтологии приложений, используемые для прикладных задач в программном обеспечении.

3.2 Инженерия онтологий

Онтологическая инженерия как теория и технология разработки онтологий развита в работах [45 – 47]. Онтологическая инженерия предоставляет логические аргументы при проектировании баз знаний и дает возможность накопления и систематизации знаний из предметной области. Разработка онтологий требует эффективного концептуального анализа предметной области. Концептуальный анализ раскрывает концепты, отношения, факты предметной области и связывающие их структуры. Использование языка спецификации OWL сводит построение таких структур к таксономиям отношений (R-box) и концептов (T-box). Это позволяет проводить систематизацию знаний в предметной области. Посредством онтологического анализа создаваемая база знаний не просто передает знания, извлеченные от эксперта, а моделирует поведение логического агента, который может работать с базой знаний.

Методология разработки онтологий включает в себя ряд принципов, процессов, практик, методов и деятельности, используемой при проектировании, реализации и развертывании онтологий. Методологии классифицируют по задаче, которую они решают:

- методологии разработки, решающие задачи построения онтологий;
- методологии, включающие методы для слияния, реинжиниринга, обслуживания и развития онтологий;
- методологии, построенные на общих процессах и практиках разработки ПО и применяющие их к разработке онтологий.

Процесс построения онтологии для моделирования предметной области, использующий различные методологии, является непременно итеративным процессом.

Существует три различных подхода к формированию онтологии:

- нисходящий, первоначально выделяющий абстрактные концепты, а затем итерационно специфицирующий их до нужной степени другими концептами;
- восходящий, первоначально выделяющий специфицированные концепты, затем итерационно обобщающий их до абстрактных концептов;
- промежуточный, первоначально выделяющий важные концепты, затем специфицирующий и обобщающий их до нужной степени другими концептами.

Онтологии позволяют компьютерам получить доступ в машинно-интерпретируемом и машинно-обрабатываемом виде к знаниям [48]. Если представить информационные системы в виде взаимодействующих онтологий, то это обеспечит создание хорошей основы для дальнейших разработок логических приложений в предметных областях, потому что позволит решать проблемы получения и интерпретации знаний.

В работах [5, 40, 45, 49] дан широкий обзор онтологических языков и инструментальных средств для работы с ними.

Инструментальные средства для работы с онтологиями можно разбить на следующие группы:

- средства разработки онтологий;. эта группа включает программное обеспечение, которое используется для построения новых онтологий с нуля;. в добавление к общим редакторским функциям и функциям просмотра, эти инструменты обычно предоставляют поддержку для документирования онтологии, экспорта и импорта онтологии в различные форматы и языки, возможности визуального редактирования, управления онтологическими библиотеками, и т. п.;
- средства оценки качества онтологий; они используются, чтобы оценить качество содержимого онтологии, что ставит целью уменьшить проблемы, когда нам необходимо интегрировать и использовать онтологии в других информационных системах;
- средства согласования и объединения онтологий;. эти средства используются, чтобы решать проблемы слияния и согласования различных онтологий в некоторой предметной области;
- средства онтологического аннотирования; этими инструментальными средствами предоставляется возможность вставлять экземпляры концептов и отношений в онтологии и сохранять полуавтоматически онтологическую разметку в веб-страницы;. большинство из этих средств появилось недавно в рамках Semantic Web;
- средства для онтологических запросов и машины вывода; эти инструменты позволяют опрашивать и производить логический машинный вывод на онтологиях;. в действительности, они очень сильно зависят от языков, используемых в реализации онтологии;
- средства онтологического обучения; они могут извлекать онтологии полуавтоматически из текстов на естественных языках, из слабоструктурированных (HTML-документы) и хорошо структурированных источников (базы данных), способами машинного обучения и техниками анализа естественных языков.

Большинство программного обеспечения по функциональности попадает сразу в несколько различных групп, но есть и инструменты узкоспециализированной направленности.

Начиная с конца 1980-х годов, было создано множество языков представления онтологий. Парадигма представления знаний, лежащая в основе таких языков, основывалась на логике первого порядка (KIF), фреймах, комбинированных с логикой первого порядка (CycL, Ontolingua), и дескриптивной логике (LOOM). Первым из этих языков был создан CycL [50]. Он использовался для построения Cyc- онтологии. Затем в 1992 году был создан язык KIF [51], как формат обмена знаниями. Позже появился наследник KIF –- Ontolingua [52], ставший стандартом de facto в онтологическом сообществе в 1990 гг. В начале 1990 гг. был создан язык LOOM [53], основанный на дескриптивной логике. Дальнейшее развитие языков описания онтологий связано с развитием веба. Стали появляться онтологические языки, используемые в вебе, так называемые языки разметки онтологии. Они основаны или на HTML, или на XML. Первым языком онтологической разметки был SHOE [54], расширяющий язык HTML. Затем к развитию языков разметки знаний подключился W3C, начались работы по созданию рекомендации RDF [55] и затем RDF Schema [56]. В этом контексте были разработаны три более выразительных языка, расширяющие RDFS: OIL [57], DAML+OIL [58], OWL [16]. Язык OIL разрабатывался в 2000 году в рамках Европейского проекта. Язык DAML+OIL разрабатывался в 2000 – 2001 годах в рамках проекта DARPA, группой из США и ЕС. В конце 2001 г., W3C анонсировала группу по созданию языка OWL, и в феврале 2004 года были созданы рекомендации [12]. На текущий момент идет развитие языка OWL, и в октябре 2009 года реализован язык OWL 2 [59].

4. Обзор информационных систем по молекулярной спектроскопии

Начиная с начала 1980 годов, в Институте оптики атмосферы (ИОА) СО РАН начались работы по созданию информационных ресурсов в области молекулярной спектроскопии атмосферных молекул [4]. В начале 1990 годов был сделан качественный скачок в создании информационных систем, когда в 1993 году появилась система Airsentry, имеющая графический интерфейс.

С развитием интернета начали появляться информационно-вычислительные системы коллективного пользования по молекулярной спектроскопии [69]. С созданием этих систем [6, 25] был выполнен переход от концепции банка данных к концепции информационной системы в области молекулярной спектроскопии. Приложения, соответствующие задачам молекулярной спектроскопии и существовавшие ранее отдельно от данных, были интегрированы в единую систему с доступом в интернет. В дальнейшем развитие вышеупомянутых ИВС пошло экстенсивным путем.

Веб-ориентированная информационная система "Спектроскопия атмосферных газов" [6] предназначена для предоставления доступа через интернет к информации о параметрах спектральных линий атмосферных газов и малых примесей, необходимой для решения задач оптики атмосферы, для моделирования и визуализации молекулярных спектров поглощения. Эта информационная система опирается на известные банки спектроскопических данных HITRAN [2] и GEISA [3] и оригинальные опубликованные данные лаборатории теоретической спектроскопии ИОА СО РАН. Структуры данных и относительная полнота значений физических величин в этой ИС определили перечень предметных приложений, доступный пользователю. Отметим, что эта ИВС ориентирована на вычисление спектральных функций. ИС позволяет получать все результаты работы в графическом или табличном виде, а также экспортировать в текстовом виде на компьютер пользователя для дальнейшей обработки другими программами. Полученные данные сохраняются в ИС по запросу пользователя и могут использоваться при последующей

работе с ИС (http://spectra.iao.ru). В настоящее время система тесно связана с группой, работающей над поддержкой Hitran (http://hitran.iao.ru), и имеет название «Hitran on the Web».

Веб-ориентированная информационная система "Спектроскопия и молекулярные свойства озона (S&MPO)" [25]: основана на результатах совместных экспериментальных и теоретических исследований, проводимых лабораториями GSMA (Реймс) и Института оптики атмосферы СО РАН, а также на данных из более крупных исследовательских проектов, и информации, опубликованной в спектроскопической литературе. В этой ИС появились данные о фундаментальных характеристиках изолированной молекулы озона, а именно, уровни энергии, потенциальные и волновые функции и т. д. [70]. Возможности системы аналогичны ИС “Спектроскопия атмосферных газов” и свободно доступны (http://ozone.iao.ru).

Интернет-информационная система "Carbon Dioxide Spectroscopic Databank (CDSD)": Система CDSD основана на результатах совместных экспериментальных и теоретических исследований, проводимых лабораториями LPMA (Париж) и ИОА СО РАН. ИС представляет собой интерактивную среду для доступа к банку данных CDSD, моделирования на его основе различных спектральных функций и сравнения результатов с результатами, полученными из других источников. (http://cdsd.iao.ru).

В перечисленных ИС реализован только слой данных и вычислений. Дальнейшее интенсиональное развитие структур данных и метаданных, в частности, составление онтологий, произошло при создании ИВС «Атмосферная спектроскопия» [70]. Это развитие было основано на подходе семантического грида [7] к проектированию современных ИВС. В рамках этого подхода ИВС представляется в виде трех слоев: слоя данных и вычислений, информационного слоя и слоя знаний. Такое разделение позволяет явно очертить области моделирования. Моделирование в предметной области связано с уровнем данных и вычислений. Моделирование в двух других слоях относится к задачам информатики и связано с информационными объектами и процессами работы с ними.

Информационная система «W@DIS»: проект направлен на создание распределенной информационно-вычислительной системы в области молекулярной спектроскопии. Базовые узлы системы располагаются в Нижнем Новгороде, Санкт Петербурге и Томске. ИС является веб-ориентированной и предоставляет информацию об источниках спектроскопических данных. Информационные ресурсы ИВС содержат данные трех типов: структурные характеристики молекул, параметры спектральных линий и спектральные функции. Источником данных являются как известные наборы данных HITRAN и GEISA, так и оригинальные экспериментальные результаты и численные расчеты участников проекта. Результаты расчетов оформляются в виде ресурсов, содержащих ссылки на метаданные, характеризующие данные всех трех типов, их источники и методы расчета, использованные в вычислениях. В данной статье описана компонента ИС «W@DIS», ориентированная на представление знаний.

Научная информационно-вычислительная система W@DIS ориентирована на работу с информационными ресурсами, относящимися к спектроскопии высокого разрешения молекулы воды и ее изотопомеров. Задачи, решение которых можно найти в W@DIS, представлены ниже:

1. Сбор первичной информации о спектральных характеристиках молекулы воды и их представление в виде атомарных первичных источников информации.

2. Проверка данных, входящих в такие источники информации, в соответствии с ограничениями, налагаемыми как теоретическими представлениями, так и допустимыми типами данных;

3. Формирование составных источников информации и их разложение на атомарные источники информации;

4. Сравнение источников информации (в графическом и табличном виде);

5. Вычисление среднеквадратичных отклонений при попарном сравнении источников информации;

6. Предоставление отчетов о корреляциях данных источников информации для всего массива сравниваемых источников информации.

Решение этих задач обеспечивает с большой степенью достоверности непротиворечивость данных, представляемых в информационных ресурсах данной информационной системы.

5.1 Информационные ресурсы в предметной области молекулярной спектроскопии

Данные, относящиеся к прикладной части молекулярной спектроскопии, можно разделить на три группы – фундаментальные характеристики молекул, параметры спектральных линий и значения спектральных функций.

Теоретическое изучение спектров основано на знании фундаментальных характеристик молекул. С их помощью рассчитываются параметры спектральных линий, применяемые для нахождения спектральных функций, например, коэффициента поглощения.

Экспериментальное изучение параметров спектральных линий и спектральных функций всегда было задачей спектроскопии. Ясно, что даже одна и та же измеренная или рассчитанная физическая величина будет обладать разным набором метаданных. Например, для экспериментальных данных ключевыми являются разрешение и точность измерения величины, тогда как для расчетных важно происхождение исходных параметров, на основе которых проводится расчет, методы и физические модели, используемые в расчете.

Среди выделенных трех групп параметры спектральных линий молекул по объёму значений данных являются основной. Для атмосферных наук, в частности, наиболее важной является спектральная информация о почти полусотне молекул.

Систематизация данных в молекулярной спектроскопии, проделанная теоретиками, предполагает следующие смежные структуры данных:

- фундаментальные характеристики молекулы, определяющие энергию молекулы; в зависимости от способа описания ими могут быть либо параметры полного молекулярного гамильтониана (потенциальная энергия, дипольный момент), либо параметры эффективного гамильтониана (вращательные, центробежные и резонансные постоянные, параметры эффективного дипольного момента); к ним необходимо добавить квадрупольные, октупольные моменты молекул и другие параметры, характеризующие межмолекулярное взаимодействие в газах;

- параметры спектральных линий, распределенные по группам:
    а) параметры изолированной спектральной линии (интенсивность, центр линии, энергия нижнего уровня, статистический вес верхнего и нижнего состояний, момент перехода и т. д.);
    б) параметры идентификации (колебательная и колебательно-вращательная идентификация);
    в) параметры, обусловленные столкновениями (полуширина, сдвиг давлением, температурная зависимость полуширины и т. д.).
- спектральные функции, к которым относятся коэффициент поглощения, функция пропускания, сечение поглощения и т. д.

Отметим, что структура данных, присущая банкам данных HITRAN и GEISA, ориентирована на решение прикладных задач, и набор физических величин в них соответствует области их применения – спектроскопии атмосферных газов.

За основу набора физических величин, используемого в качестве параметров спектральной линии, нами взят набор из банка данных HITRAN [2]. Мы расширили его, дополнив столкновительными параметрами спектральных линий, обусловленными столкновениями с рядом молекул (Ar, Ne, H2O и т. д.), а также ввели ряд атрибутов у таких величин, как центр линии, интенсивность и полуширина. К числу этих атрибутов относятся способ получения физической величины (экспериментальный, расчётный или синтетический), её диапазон значений (абсолютный или относительный) и величина ошибки (абсолютная или относительная). Подход, используемый в банке данных HITRAN, не предусматривает явного задания этих атрибутов, но, например, неявно информацию о способе получения физической величины можно извлечь из библиографии, размещенной в нем.

Полный список параметров спектральных линий и их атрибутов представлен ниже.

Параметры спектральной линии изолированной молекулы:
- центр линии: экспериментальный, расчётный или синтетический;
- интенсивность:
а) экспериментальная, расчётная или синтетическая;
б) абсолютная или относительная;
- энергия нижнего уровня;
- статистический вес нижнего уровня;
- идентификация.

Параметры спектральной линии неизолированной молекулы (газ):
- сдвиг давлением;
- показатель температурной зависимости полуширины;
- коэффициенты самоуширения и уширения другими веществами или их смесями (экспериментальный, расчётный или синтетический).

Сопутствующие данные:
- библиографическая ссылка для каждой линии;
- точность (класс ошибки или абсолютная ее величина) для центра линии, интенсивности и уширения.

Отдельно следует выделить идентификацию спектральной линии. Этот параметр представляет собой набор квантовых чисел, уникально идентифицирующих каждую спектральную линию данной молекулы или изотополога. По своему происхождению спектральная линия связана с переходом молекулы из одного состояния в другое. Состояние молекулы характеризуется уровнем энергии, который, в свою очередь, можно

связать с колебательными и колебательно-вращательными движениями атомов в молекуле (не рассматриваются электронные колебания). Каждый уровень энергии идентифицируется двумя наборами символов, один из которых определяет тип колебаний атомов в молекуле, а другой – тип вращательного движения атомов в молекуле. В силу того, что спектральная линия связана с двумя состояниями молекулы, для ее идентификации используются четыре группы квантовых чисел: колебательные квантовые числа верхнего и нижнего состояния и вращательные квантовые числа верхнего и нижнего состояния.

Число квантовых чисел, необходимое для идентификации колебательного и вращательного состояния, зависит от группы симметрии молекулы. Более подробно квантовые числа описаны в последующих частях статьи.

Разные группы спектроскопистов имеют свои банки данных [72]: HITRAN, GEISA, VALD, CHIANTI, CDMS, BASECOL, SISP, UMISI, KIDA, PAH, LASP, BELDATA, Spectr-W3 и т. д. и занимаются их публикацией.

На сегодняшний день назрела необходимость создания информационных ресурсов, содержащих не только параметры спектральных линий, но и ряд других данных, связанных с молекулярной спектроскопией. Кроме этого, требуется расширение набора метаданных, используемых в банках данных HITRAN и GEISA. Сейчас очевидно, что для коллективной работы с данными в информационной вычислительной системе необходимо предоставить пользователю возможность самостоятельного формирования структуры массивов спектральных данных и их наполнения конкретными данными, проведения на их основе расчетов и сравнения результатов с наборами экспериментальных данных.

Как и в иных предметных областях, метаданные в молекулярной спектроскопии облегчают решение задач классификации, интеграции, поиска и сравнения информационных ресурсов. В настоящее время схемы метаданных информационных ресурсов по спектроскопии молекул только начинают разрабатываться. В первую очередь стоит отметить появление схемы XSAMS [73, 74], описывающей структурные метаданные (интенсионал) в атомной и молекулярной спектроскопии.

Заключение

Библиотеки на всех своих стадиях существования выполняли некоторые функции обеспечения двух этапов цикла знаний: хранение и извлечение знаний. Со временем библиотечное дело стало создаваться на основе научного подхода и библиотековедение выделилось в самостоятельную логическую теорию. С появлением современного оборудования и информационных технологий горизонты библиотечного дела существенно раздвинулись. Это ясно из того, что электронные библиотеки предоставляют читателям не только единицы хранения (книги, журналы, …), но и их части (главы, параграфы, статьи, …), дополненные всеми преимуществами, обеспечиваемыми сетью интернет. Создание, практические повсеместно, электронных каталогов в обычных библиотеках и объединение их с каталогами электронных библиотек существенно облегчило пользователям доступ и расширило выбор доступных информационных ресурсов.

Появившиеся стандарты для описания информационных ресурсов в сети интернет [16, 55, 56, 59, 63] со временем должны существенно изменить электронные библиотеки. Одной из задач, которую можно решить с их помощью является задача описания экземпляров

хранения и их частей таким образом, чтобы можно было автоматически формировать системы библиотечных электронных каталогов с той степенью детализация, которая требуется потребителям (читаталям и программным агентам).

Электронные библиотеки во многом подобны информационным системам с трехслойной архитектурой. В слое данных библиотек находятся слабоструктурированные или неструктурированные данные и связанные с ними приложения, обеспечивающие доставку и представление данных. Этот слой тесно связан с информационным слоем, в который входят ресурсы, характеризующие свойства, определяемыми стандартами (RUSMark, USMark и т.д.). Наконец, библиотечные каталоги, обеспечивающие поиск ресурсов, представляют собой таксономии: структуры, используемые в базах знаний.

В библиотечном деле задача автоматического формирования системы каталогов во многом связана со стандартами, которые существенно ограничивают описание содержания ресурса и препятствуют автоматизации построения каталогов с требуемой пользователю детализацией. В абстрактной постановке эта задача (для информационных ресурсов, содержащих информацию из произвольных предметных областей) вряд ли будет решена.

При создании нами информационной системы по количественной спектроскопии первый этап состоял в сборе научных статей, относящихся к предметной области и с учетом ограничений, следующих из описательной и формальной информационной модели предметной области. Он закончился созданием электронной библиотеки опубликованных статей. На втором этапе в рамках выбранных моделей предметной области из статей были извлечены факты, связанные концептами, отношениями и ограничениями с количественной спектроскопией. Созданные модели позволили, с одной стороны, детализовать значения некоторых свойств библиотечных стандартов, а с другой стороны, ввести свойства, относящиеся к конкретной предметной области. В результате с каждой статьей нашей библиотеки связан источник информации, содержащий детальный набор свойств ресурса в части описания предметной области. Формирование источника информации в рамках онтологического подхода позволило создать программное обеспечение для автоматического построения таксономии классов, содержащих те или иные ресурсы, и, в зависимости от значений их свойства, попадающих в те или иные классы (каталоги).

Статья посвящена описанию основных понятий, применяемых авторами при создании базы знаний об информационных ресурсах молекулярной спектроскопии. В данной работе даны определения понятий, относящихся к описанию научной информационно-вычислительной системы, информационных ресурсов и онтологиям Гуарино. Приведен краткий обзор существующих информационных систем по молекулярной спектроскопии.

Литература

1. Hill C. The `Case-By-Case' schema for molecular states in XSAMS – v0.2. / Hill C., Tennyson J., Duberne M.-L., Roueff E. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.vamdc.org/documents/cbc_v0.2.pdf.

2. Rothman L.S. The HITRAN 2008 molecular spectroscopic database/ Rothman L.S., Gordon I.E., Barbe A. et al. // J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer. 2009. V. 110. No 9. P. 533-572.

3. Jacquinet-Husson N. The GEISA spectroscopic database: Current and future archive for Earth and planetary atmosphere studies / Jacquinet-Husson N., Scott N.A., Chedin A. et al. // J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer. 2008. V. 109. No 6. P. 1043-1059.

4. Войцеховская О.К. Информационная система по спектроскопии высокого разрешения / Войцеховская О.К., Розина А.В., Трифонова Н.Н. – Новосибирск: Наука, 1988. –150 с.

5. Alesso H.P. Thinking on the Web: Berners-Lee, Godel, and Turing / Alesso H.P., Smith C.F. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2006. – 261 p.

6. Бабиков Ю.Л. Интернет коллекция по молекулярной спектроскопии / Бабиков Ю.Л., Barb A., Головко А.Ф., Михайленко С.М., Тютерев В.Г. // Труды 3-ей Всерос. науч. конф. «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции». 11 – 13 сентября 2001. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2001. С. 183-187.

7. De Roure D. Research agenda for the Semantic Grid: A future e-Science infrastructure / De Roure D., Jennings N., Shadbolt N. // Technical report UKeS-2002-02, UK e-Science Technical Report Series, National e-Science Centre, Edinburgh, UK. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.semanticgrid.org/v1.9/semgrid.pdf. – 78 p.

8. Fazliev A. Computed knowledge base for description of information resources of water spectroscopy / Fazliev A., Privezentsev A., Tsarkov D., Tennyson J. // Proc. of the 7th Int. Workshop on OWL: Experiences and Directions (OWLED 2010), San Francisco, California, USA, June 21 – 22, 2010. Edited by Evren Sirin, Kendall Clark, CEUR-WS Proc. Vol-614 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.webont.org/owled/2010/.

9. Berners-Lee T. The Semantic Web / Berners-Lee T., Hendler J., Lassila O. // Scientific American. 2001. No 284. P. 34-43.

0. Walton C. Agency and the Semantic Web / Walton C. – New York: Oxford University Press, 2007. – 249 p.

11. Rodriguez M.A. Using RDF to model the structure and process of systems / Rodriguez M.A., Watkins J.H., Bollen J., Gershenson C.O. // Int. Conf. on Complex Systems. Boston, October 2007. LA-UR-07-5720. 8 p.

12. Semantic web activity. – Home Page, World Wide Web Consortium. 2001 (Eng). – URL: http://www.w3.org/2001/sw/.

13. XML activity. – Home Page. World Wide Web Consortium. 1996 [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.w3.org/XML/.

14. Passin T.B. Explorer’s Guide to the Semantic Web / Passin T.B. – Greenwich: Manning, 2004. 281 p.

15. Resource Description Framework (RDF): Concepts and Abstract Syntax // W3C Recommendation, edited by G. Klyne, <

J. Carroll. 2004 [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.w3.org/TR/rdf-concepts/.

16. OWL Web Ontology Language Overview // W3C Recommendation, edited by D.L. McGuinness, F. van Harmelen. 2004 [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.w3.org/TR/owl-features/.W3C Recommendation.

17. Masolo C. WonderWeb Deliverable D18. Ontology Library (final). 2003 / Masolo C., Borgo S., Gangemi A., Guarino N., Oltramari A. // IST Project 2001-33052 WonderWeb: Ontology Infrastructure for the Semantic Web [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://wonderweb.semanticweb.org/deliverables/ documents/D18.pdf. – 349 p.

18. Артемьева И.Л. Концепция оболочки для разработки решателей задач на основе моделей онтологий / Артемьева И. Л., Крылов Д.А. // Искусственный интеллект. 2005. № 3. С. 109-116.

19. Артемьева И.Л. Спецификации задач в терминах онтологии химии и методы их решения / Артемьева И.Л., Рештаненко Н.В. – Владивосток: ИАПУ ДВО РАН, 2006. 36 с.

20. Родимова О.Б. Онтология по молекулярной спектроскопии атмосферных газов / Родимова О.Б., Творогов С.Д., Фазлиев А.З. // Труды 5-ой Всерос. науч. конф. «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» (RCDL'2003). СПб, 29 – 31 октября 2003. СПб: Изд-во СПбГУ, 2003. С. 211-215.

21. Oberle D. Semantic management of middleware – Berlin: Springer, 2006. 268 p.

22. Загорулько Ю.А. Технология построения онтологий для порталов знаний по гуманитарным наукам / Загорулько Ю.А., Боровикова О.И. // Труды Всерос. конф. с международным участием «Знания – Онтологии – Теория». Новосибирск, 14 – 16 сентября 2007. Т. 1. Новосибирск: Омега Принт, 2007. С. 191-200.

23. Пальчунов Д.Е. Виртуальный каталог / Пальчунов Д.Е., Сидорова Е.С. // Труды Всерос. конф. с международным участием «Знания – Онтологии – Теория». Новосибирск, 14 – 16 сентября 2007. Т. 1. Новосибирск: Омега Принт, 2007. С. 166-175.

24. Handbook on Ontologies, 2nd ed., edited by S. Staab, R. Studer. – Springer, 2009. 811 p.

25. Mikhailenko S.M. The dataBank of ozone spectroscopy on WEB (S&MPO) / Mikhailenko S.M., Babikov B.L., Tyuterev V.G., Barbe A. // Computational Technologies. 2002. V. 7. P. 64-70.

26. Sowa J.F. Knowledge representation: logical, philosophical and computational foundations / Sowa J.F. – Pacific Grove, CA: Brooks Cole, 2000. 594 p.

27. Ontologies for software engineering and software technology, edited by C. Calero, F. Ruiz, M. Piattini. – Berlin: Springer-Verlag, 2006. 339 p.

28. Borst W.N. Construction of engineering ontologies for knowledge sharing and reuse / Borst W.N. // CTIT Ph. D. Thesis Series No 97-14, Universiteit Twente. Enschede, 1997. 243 p.

29. Chandrasekaran B. What are ontologies, and why do we need them? / Chandrasekaran B., Josephson J.R., Benjamins V.R. // IEEE Intelligent Systems. 1999. V. 14. No 1. P. 20-26.

30. Devedzic V. Semantic Web and education. – New York: Springer, 2006. 353 p. 31. Gruber T.R. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing / Gruber T.R. // Human-Computer Studies. 1993. No 43. P. 907-928.

32. Guarino N. Formal ontology in information systems / Guarino N. // Proc. of Conf. on Formal Ontology in Information Systems (FOIS'98). –Trento, 6 – 8 June 1998. Amsterdam: IOS Press, 1998. P. 3-15.

33. Guarino N. Ontologies and knowledge bases: towards a terminological clarification. Towards very large knowledge bases / Guarino N., Giaretta P. // Knowledge Building and Knowledge Sharing, edited by N. Mars. Amsterdam: IOS Press, 1995. P. 25-32.

34. McGuinness D.L. Ontologies come of age. Spinning the Semantic Web / McGuinness D.L. // Bringing the World Wide Web to Its Full Potential, edited by D. Fensel, J. Hendler, H. Lieberman, W. Wahlster. – Boston: MIT Press, 2002. P. 171-194.

35. Тузовский А.Ф. Онтолого-семантические модели в корпоративных системах управления знаниями: дис. ... докт. техн. наук. Томск, 2007. 376 с.

36. Studer R. Knowledge engineering: principles and methods / Studer R., Benjamins R., Fensel D. // Data and Knowledge Engineering. 1998. V. 25. No 1-2. P. 161-197.

37. Uschold M. Ontologies: principles, methods and applications / Uschold M., Gruninger M. // Knowledge Engineering Review. 1996. V. 11. No 2. P. 93-113.

38. Гаврилова Т.А. Базы знаний логических систем / Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. – СПб.: Питер, 2000. 384 с.

39. Genesereth M.R. Logical foundation of artificial intelligence / Genesereth M.R., Nilsson N.J. – San Francisco: Morgan Kaufmann, 1987. 405 p.

40. Гаврилова Т.А. Формирование прикладных онтологий / Гаврилова Т.А. // Десятая национальная конф. по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2006: Труды конференции. – Обнинск, 25 – 28 сентября 2006. Т. 1. М.: Физматлит, 2006. 7 с.

41. Cycorp Inc. – Home Page, 2007 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cyc.com/.

42. Descriptive ontology for linguistic and cognitive engineering (DOLCE). – Laboratory for Applied Ontology. 2007 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.loa-cnr.it/DOLCE.html.

43. Standard Upper Ontology Working Group (SUO WG). – Home Page, 2007 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://suo.ieee.org/.

44. Suggested Upper Merged Ontology (SUMO). – IEEE Systems GmbH & Co. KG. 2007 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ontologyportal.org/.

45. Gomez-Perez A. Ontological engineering with examples from the areas of knowledge management / Gomez-Perez A., Fernandez-Lopez M., Corcho O. // e-Commerce and the Semantic Web. – London: Springer-Verlag, 2004. 403 p.

46. Mizogushi R. Ontological engineering: foundation of the next generation knowledge processing / Mizogushi R. // Proc. of First Asia Pacific Conf. Web Intelligence Research and Development (WI2001). Lecture Notes in Artificial Intelligence (LNAI2198). – Berlin: Springer-Verlag, 2001. P. 44-57.

47. Ontologies for software engineering and software technology, edited by Calero C., Ruiz F., Piattini M. – Berlin: Springer-Verlag, 2006. 339 p.

48. Davies J. Semantic Web technologies trends and research in ontology-based systems / Davies J., Studer R., Warren P. – Chichester: John Wiley & Sons, 2006. 312 p.

49. Su X. Using a semiotic framework for a comparative study of ontology languages and tools / Su X., Ilebrekke L. // Information Modeling Methods and Methodologies, edited by Krogstie J., Halpin T., Siau K. – Hershey: Idea Group, 2005. P. 278-299.

50. Lenat D.B. Building large knowledge-based systems: representation and inference in the Cyc project / Lenat D.B., Guha R.V. – Boston: Addison-Wesley, 1989. – 372 p.

51. Genesereth M.R. Knowledge Interchange Format, Version 3.0 Reference Manual 1992 / Genesereth M.R., Fikes R.E. // Technical report Logic-92-1, Computer Science Department, Stanford University [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www-ksl.stanford.edu/knowledge-sharing/papers/kif.tex.

52. Gruber T.R. A translation approach to portable ontology specifications / Gruber T.R. // Knowledge Acquisition. 1993. V. 5. No 2. P. 199-220.

53. MacGregor R. Inside the LOOM classifier / MacGregor R. // ACM SIGART Bulletin. 1991. V. 2. No 3. P. 88-92.

54. Luke S. Web agents that work / Luke S., Hendler J. // IEEE MultiMedia. 1997. V. 4. No 3. P. 76-80.

55. Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification // W3C Recommendation, edited by Lassila O., Swick R.R., 1999 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.w3.org/TR/1999/REC-rdf-syntax-19990222/.

56. RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema // W3C Recommendation, edited by Brickley D., Guha R.V. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.w3.org/TR/rdf-schema/.

57. Horrocks I. A denotational semantics for OIL-Lite and standard 2000 / Horrocks I. // Technical Report. Department of Computer Science. University of Manchester, UK [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cs.man.ac.uk/~horrocks/OIL/Semantics/.

58. Harmelen F. van. Reference description of the DAML+OIL (March 2001) Ontology Markup Language 2001 / Harmelen F. van, Patel-Schneider P. F., Horrocks I. // Technical Report. Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.daml.org/2001/03/reference.html.

59. OWL 2 Web Ontology Language Direct Semantics // W3C Recommendation 27 October 2009 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.w3.org/TR/2009/REC-owl2-direct-semantics-20091027.

60. Gregor Sh. The struggle towards an understanding of theory in information systems / Gregor Sh. // Information systems foundations: constructing and criticising, edited by Hart D., Gregor Sh. – Canberra: ANUE Press, 2005. P. 3-11.

61. Information systems: the state of the field, edited by King J.L., Lyytinen K. – Chichester: John Wiley & Sons, 2006. 362 p.

62. Васильев И.А. Методы и инструментальные средства построения семантических Web-порталов: дис. ... канд. техн. наук, Томск, 2005. 190 с.

63. Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification // W3C Recommendation, edited by Lassila O., Swick R.R., 1999 [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.w3.org/TR/1999/REC-rdf-syntax-19990222/.

64. Когаловский М. Р. Перспективные технологии информационных систем / Когаловский М. Р. – М.: ДМК Пресс; М.: Компания АйТи, 2003. 288 с.

65. Stuckenschmidt H. Information sharing on the Semantic Web / Stuckenschmidt H., Harmelen F. van. – Berlin: Springer, 2005. 276 p.

66. Kashyap V. Semantic heterogeneity in global information systems: The role of metadata, context and ontologies / Kashyap V., Sheth A. // Cooperative Information Systems, edited by Papazoglou M.P, Schlageter G. – San Diego: Academic Press, 1997. P. 139-178.

67. Dublin Core Metadata Initiative (DCMI). – Home Page. Dublin Core Metadata Initiative, 1995 [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.dublincore.org/.

68. Хохлов Ю.Е. Обзор форматов метаданных / Хохлов Ю.Е., Арнаутов С.А. // Электронные библиотеки. – М.: Институт развития информационного общества, 2003. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.elbib.ru/.

69. Фазлиев А.З. Развитие информационных систем в ИОА СО РАН / Фазлиев А.З. // Оптика атмосферы и океана. 2009. Т. 22, № 10ю С. 988-992.

70. Тютерев В.Г. Глобальные вариационные и эффективные методы расчетов положений и интенсивностей спектральных линий трехатомных молекул: некоторые тенденции и особенности нового поколения спектроскопических информационных систем / Тютерев В.Г. // Оптика атмосф. и океана. 2003. Т. 16. № 3. С. 245-255.

71. Bykov A.D. Distributed information system on molecular spectroscopy / Bykov A.D., Fazliev A.Z., Kozodoev A.V. et al. // Proc. of SPIE, 15th Symposium on High-Resolution Molecular Spectroscopy. 2006. V. 6580. P. 65800W. 12 p.

72. Dubernet M.L. Virtual atomic and molecular data centre / Dubernet M.L., Boudon V., Culhane J.L. et al. // J. Quant. Spectros. Rad. Transfer. 2010. V. 111. P. 2151-2159.

73. XSAMS: XML Schema for Atomic, Molecular and Solid Data. Version 0.1, editors Dubernet M.L., Humbert D., Ralchenko Yu., September 4, 2009 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www-amdis.iaea.org/xsams/docu/v0.1.pdf.

74. VAMDC-XSAMS Reference Guide, editors Doronin M., Dubernet M.L., 2011 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.vamdc.org/documents/vamdc-xsams-guide_v0.2.pdf.

75. Зиновьев А.А. Основы логической теории знаний. – М.: Наука, 1967. 260 с.

Computed knowledge base for description of information resources of molecular spectroscopy. 1. Basic concepts.

Privezentsev A.I, Fazliev A.Z.

Abstract

In this work we describe the main notions used in the development of a three-layer architecture system. The knowledge layer of this system contains a knowledge base which is used by the applications for semantic search, integratoin and systematization (partially automatic) of information resources on quantitative molecular spectroscopy. The knowledge base is presented in a form of applied ontologies used for the solution of the above tasks. This article is focused on the interpretation of the notion of "ontology" introduced in the works of N. Guarino.

Базы знаний для описания информационных ресурсов в молекулярной спектроскопии. 3. Формирование базовой и прикладной онтологии

Привезенцев А.И., Царьков Д.В., Фазлиев А.З.

Электронные библиотеки, 2012, т.15, в.2
http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2012/part2/PTF

Аннотация

Статья посвящена описанию свойств решений задач в предметной области «Количественная спектроскопия» и детализирует результаты работы [1]. Для представления свойств решений задач используется язык OWL DL. В качестве примера рассмотрена прикладная онтология источников информации о свойствах решений прямой и обратной задачи нахождения вакуумных волновых чисел в молекулярной спектроскопии диоксида углерода и его изотопологов. Показано, что создание источника информации, характеризующих свойства решения задачи, позволяет классифицировать решения задач количественной спектроскопии и организовывать семантический поиск достоверных данных в публикациях. Дано краткое описание особенностей табличного метода используемого в машине вывода FACT++.

Ключевые слова: количественная спектроскопия, язык OWL DL, вакуумные волновые числа, молекулярная спектроскопия диоксида углерода, семантический поиск.

Введение.

В библиотеках систематизация ресурсов библиотечного фонда основана на библиографических записях, определяемых тем или иным стандартом [2,3]. В цифровых библиотеках научные публикации в журналах, трудах конференций или сборниках статей являются единицами хранения и, как правило, в них содержатся системы поиска статей, основанные на библиографических записях. В работе [4, 5] описаны функциональные требования к библиотечным записям.

В научных цифровых библиотеках системы поиска опираются на тексты статей на естественном языке. Большая часть поисковых систем не использует формализованные понятия предметных областей, к которым относятся искомые ресурсы, по простой причине: большинство понятий не формализовано. Задачу поиска с учетом терминологии предметной области решают с помощью информационно-поисковых тезаурусов (см., например, [6]). В таком подходе терминология предметной области формируется с учетом лингвистических особенностей языка и онтологических отношений терминов предметной области. Существенной сложностью в формировании терминологии является ее изменение во времени. Как правило, такими изменениями пренебрегают и ограничиваются только онтологическими отношениями верхнего уровня или, если требуется детализация, онтологиями предметной области. Прикладные онтологии [7] характеризуют наиболее динамичную часть знаний и требуют для их представления описания с большим количеством деталей. В этой статье рассматривается онтология источников информации, связанных с публикациями в количественной спектроскопии. В этой предметной области причиной динамичного изменения терминологии является

прогресс в измерительной аппаратуре, инициирующий создание все более сложных математических моделей молекул для изучения новых диапазонов волновых чисел.

При выполнении грантов и проектов авторы собрали опубликованные решения задач в количественной спектроскопии для ряда молекул (вода [8], диоксид углерода [9], аммиак [10], метан [11], сероводород [12] и т.д.). Части публикаций, содержащие решения одной из шести задач количественной спектроскопии, были выделены и загружены в информационные системы, каждая из которых включала в себя молекулы определенной симметрии. Созданные системы содержат все опубликованные решения задач в рамках моделей данных, описанных ранее [1]. Каждое решение является частью публикации, а в количественной спектроскопии основной частью, так как содержит наибольшее число типизованных фактов. В простом случае решение задачи можно принять за модель публикации. База данных по молекуле диоксида углерода, описанная в предыдущей части статьи, и содержащая опубликованные решения задач, может быть рассмотрена как модель электронной библиотеки. Решение задачи, дополненное свойствами, может служить более точной формальной моделью публикации. В спектроскопии такой набор свойств был предложен в [13].

В этой статье детально рассмотрена модель публикации для предметной области «Количественная спектроскопия». Она основана на двух понятиях: «первичный источник данных» и «источник информации». Источник информации содержит в себе ссылку на один или несколько источников данных, являющихся частями публикации. Источник информации может включать в себя высказывания, не содержащиеся в публикациях, к которым относятся источники данных, связанные с ним. Определения понятий представлены в первом параграфе статьи. Во втором параграфе в рамках языка OWL DL описаны классы, свойства и индивиды базовой онтологии для количественной спектроскопии и связанных с ней двух предметных областей. В третьем параграфе описаны классы и свойства прикладной онтологии, относящейся к двум задачам количественной спектроскопии. В четвертом параграфе в разных представлениях представлен элемент класса, характеризующий свойства решения задачи Т6. Эти свойства могу быть как индивидуальными свойствами (относящимися к источнику данных из одной публикации), так и относительными свойствами этого источника по отношению к источникам данных из иных публикаций. Отмечено сходство и различие введенного в работе понятия «источник информации» с библиографической записью в цифровых библиотеках. В последнем параграфе приведено краткое описание табличного метода используемого в машине вывода FACT++. Она используется при работе со всеми онтологиями ИВС.

1. Предметная область «Источник информации»

Основная информация поступает к исследователям из опубликованных статей, написанных на естественном языке. Технической задачей при работе со статьей является построение субъектно-предикатных структур [14]. В таких структурах элементарным информационным объектом является высказывание. Представляемое в языке OWL DL высказывание состоит из трех частей: субъект, свойство, объект. Если в высказываниях, относящихся к некоторой предметной области, объект может быть также субъектом (обладает свойствами, относящимися к этой предметной области), то свойство, значением которого является этот объект, называют объектным [15]. Если же объект не обладает никакими свойствами, относящимися к предметной области, и определяется одним из стандартных типов данных, то такое свойство называется конкретным свойством (Datatype). Именно эти свойства характерны для количественных наук, в которых подобные высказывания составляют подавляющее большинство. Примером

высказывания, содержащего конкретное свойство, является высказывание «частота имеет значение (равна) 17492.01». В публикациях, относящимся к количественным наукам, такого рода высказывания составляют большую часть текста. На рис.1 показан график зависимости количества высказываний от субъектов высказываний, относящихся к предметной области, для работы [16].

В нулевом приближении при представлении публикации в информационной системе имеет смысл ограничиться высказываниями с теми физическими сущностями, которые являются субъектами высказываний в большем числе высказываний в публикации. В количественной спектроскопии число этих сущностей достаточно велико, почти все они описаны в модели данных количественной спектроскопии [1].

Можно ввести количественную характеристику, относящуюся к публикации

$$F(A_i)= (Q(A_i)/ (\sum_{i=1}^{n} Q (A_i)))/(\max (Q(A_i)/ (\sum_{i=1}^{n} Q (A_i)))),$$

где A_i – термин или понятие, встречающиеся в высказываниях статьи в качестве субъекта, Q(A) – число высказываний, в которых A является субъектом, n – число терминов и понятий. Схема источников данных, извлеченных из статей, содержит понятия и термины для которых $F(A_i)$ близко к единице.



Рис. 1. Зависимость числа высказываний от субъектов количественной спектроскопии

Разнообразие молекул, для которых решались задачи, выделенные в работе [1], и методов, которыми они решались, достаточно большое. По этой причине в одной публикации могут быть приведены решения нескольких задач разными методами и для разных молекул или их изотопологов. При систематизации данных, извлеченных из публикаций, такое смешение создает много проблем. По этой причине в работе используется информационный объект, представляющий оригинальные данные публикации, относящиеся к одной молекуле, одной задаче спектроскопии и одному методу решения.

Определение 1. Все части опубликованного решения задачи количественной спектроскопии, дополненные названием молекулы, библиографической ссылкой и названием метода решения задачи (или ссылкой на описание метода) называются *первичным источником данных.*

Мы предполагаем, что пустые решения не публикуются. С другой стороны решения задач могут содержать данные измерений, которые со временем устаревают. Источник данных, содержание которого целиком отклонено экспертами будем называть ничтожным. Количество таких источников в современной спектроскопии незначительно.

Формализованный первичный источник данных содержит решение задачи и обладает свойствами (*isSolutionOf, hasMethod, isRelatedToSubstance* и *hasReference*) имеющими кардинальность равную 1. Важной характеристикой источника данных является независимость значений этих свойств от времени. Ключевым свойством в определении источника данных является *hasReference.* Оно тесно связано с определением информационного ресурса [17, 18], и значения свойства *hasReference* образуют подкласс класса «Информационный ресурс».

В количественной спектроскопии, наряду с журналами, монографиями, отчетами и трудами конференций, в последнее десятилетие появились публикации решений задач в Вебе. Необходимость публикации в Вебе обусловлена значительными их объемами (превышающими сотни Гб.) Примерами таких ресурсов являются спектральные данные, размещенные в Европе [19,20], России [21], США [22,23] и т.д.

Первичные источники данных, относящиеся к одной публикации, не имеют общих данных. Этот факт схематично представлен на рис.2а, где овалом обозначена публикация, а треугольниками - источники данных. В публикации по количественной спектроскопии может содержаться не один первичный источник данных.

Определение 2. Информационный объект, обладающий базовыми свойствами первичного источника данных, кардинальность любого из которых отличается от единицы, называется *составным источником данных.*

Примером составного источника данных является любой экспертный массив спектральных данных (например, Hitran [23]).

Первичный источник можно наделять дополнительными свойствами. Перечень и число этих свойств зависит от информационных задач, для решения которые используются такие свойства. Источник данных с дополнительными свойствами назовем источником информации.

Определение 3. Первичный источник данных, наделенный дополнительными свойствами, называется *первичным источником информации*, извлеченной из публикации.

Источник информации представляет собой набор свойств и их значений, относящихся к источнику данных. Для ряда информационных задач, например, задачи поиска достоверных решений задач количественной спектроскопии, можно выбрать свойства, значения которых вычисляются автоматически. Как правило, источник информации включает в себя некоторые высказывания из публикации, содержащей источник данных, который он описывает. Большая часть источника информации характеризует ту часть знания, которая содержится в публикации в неявном виде.

Перечень дополнительных свойств определяется исследователем исходя из информационных задач, которые ему необходимо решать. В нашей работе таких задач две. Это задача семантического поиска и задача автоматического построения экспертного массива данных. Заметим, что первичные источники информации, относящиеся к одной публикации, не содержат идентичных высказываний. Различие между публикацией и

первичным источником информации может быть существенно меньшим по сравнению с различием между публикацией и первичным источником данных. Различие обусловлено теми дополнительными свойствами решения задачи в публикации, которые вошли в определение того или иного источника информации. Например, такими дополнительными свойствами могут быть описание достоверности решения задачи, описание стандартных отклонений исходного источника данных от других источников данных и т.д.. Кроме того, высказывания, содержащиеся в первичном источнике информации, могут не содержаться в публикации. Это утверждение демонстрируется на рис.2b, на котором шестиугольником обозначен источник информации.

Для решения задач поиска и построения экспертного массива выбраны несколько групп свойств. Классифицируем эти группы в соответствии с онтологией верхнего уровня [24]. К группе индивидуальных (независимых) свойств отнесем свойства, значения которых не зависят от иных источников данных. К группе относительных свойств отнесем свойства, характеризующие пару источников данных. К группе континуантов отнесем свойства, значения которых не зависят от времени, а к группе оккурентов отнесем свойства, значения которых зависят от времени. Следуя работе [24] независимые свойства, значения которых не меняются со временем, назовем схемами, а зависящие – скриптами. Независящие от времени относительные свойства назовем описаниями, а зависящие – историями.

К схемам относятся свойства характеризующие:

1. физические величины (число уровней энергии, число вакуумных волновых чисел, и т.д);

2. интервалы изменения физических величин;

3. число переходов без квантовых чисел, число дубликатов, число переходов, не удовлетворяющих правилам отбора и т.д.

4. тип источников данных и информации.

К скриптам относится такое свойство как число признанных экспертами не достоверных переходов или состояний.

К описаниям относятся максимальное отклонение волновых чисел идентичных переходов в сравниваемой паре первичных источников данных, число идентичных колебательных полос, содержащихся в паре сравниваемых первичных источников данных, число переходов, для которых нарушен порядок следования и т.д.

К историям относятся свойства предыдущей группы в случае, когда сравниваются достоверные части источников данных с учетом отклоненных экспертами данных.

Источник информации является сложным информационным объектом. Он может содержать, как описания, так и истории. Наличие той или иной части обусловлено информационными задачами для решения которых он создается. В данной работе изучаются конкретные источники информации, всегда связанные с источником данных (другими словами кардинальность свойства *hasDataSource,* доменом которого является класс источников информации, равна 1).

На рис.2 показан случай, когда источник информации содержит высказывания из другой публикации.

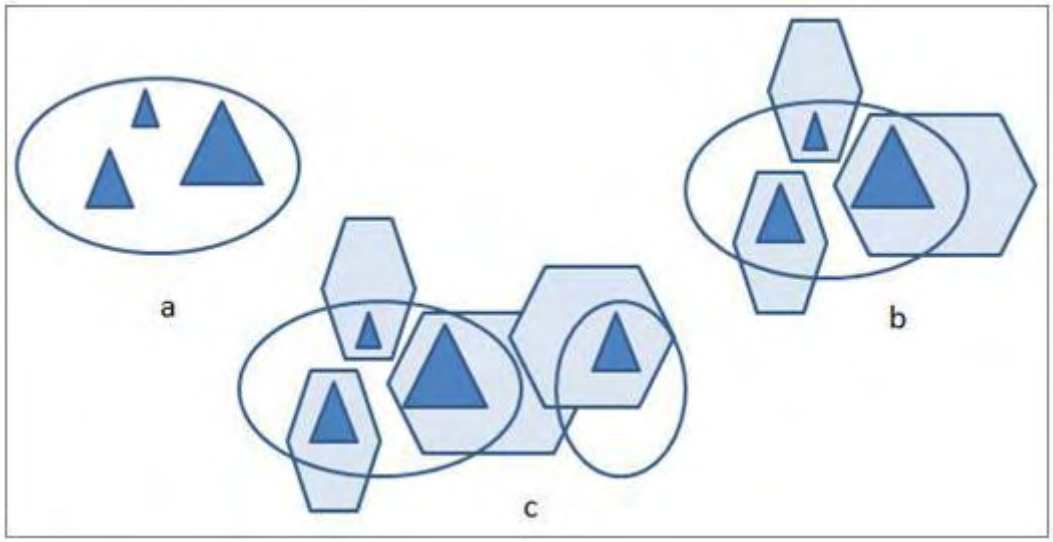


Рис.2. Соотношения между публикациями, источниками данных и источниками информации.

2. Базовая онтология источников информации по спектроскопии молекулы диоксида углерода

В статье [1] описаны данные, представляющие в выбранной модели количественной спектроскопии решения шести задач. Решения задач обладают свойствами. Эти свойства и их значения связаны с объектами и схемами молекулярной спектроскопии, например: физические величины, определенные в решениях; математические описания, характеризующие их значения; публикация этих решений. Выбор набора свойств определяется информационными задачами, для решения которых они необходимы.

Основными информационными задачами, в которых применяются свойства данных, являются задачи поиска и интеграции, как источников данных, так и источников информации.

Рассматривая свойства решений задач количественной спектроскопии, как основной ресурс для систематизации, мы опираемся на онтологию задач [25, 26]. В онтологии задач верхнего уровня [26] основными концептами являются цель решения задачи, предметные данные, описывающие экземпляр решения задачи, состояние решения задачи и знание о решении задачи. В этой главе основное внимание сосредоточено на создании прикладной онтологии источников информации о решении задач количественной спектроскопии.

В ИВС по количественной спектроскопии создано несколько версий прикладных онтологий по количественной спектроскопии. Они отличаются как наборами индивидов, так и таксономиями классов. Ниже описана последняя на данный момент версия №6. Названия всех классов начинаются с заглавной буквы. Названия всех свойств начинаются с маленькой буквы (в подавляющем большинстве они начинаются с has или is). Для их представления используется наклонный шрифт. Объектные свойства выделены жирным шрифтом.

2.1. Свойства и классы базовой онтологии источников информации количественной спектроскопии

За основу для построения онтологии задач принят подход, в котором задача является системой, для описания которой используется IPO (Input-Processing-Output) - модель. Так, к числу включенных в рассмотрение метаданных для входных и выходных данных относятся их интенсионалы и ряд атрибутов, характеризующих количественную сторону экстенсионала данных. В выбранной модели метаданные для входных данных представляют собой ссылки на URI ресурсы. Количественные значения, содержащиеся в метаданных, формируются динамически при загрузке файлов пользователя только для выходных данных задачи.

2.1.1. Классы базовой онтологии

При формировании класса в OWL DL [27] класс можно отнести к одному из 6 типов (D1 - задание класса идентификатором, D2 - задание класса перечислением всех элементов, D3 - задание класса ограничением на свойства, D4 - задание класса объединением классов, D5 - задание класса пересечением, D6 - задание класса дополнением).

Таблица 1.

Класс	**Суперкласс**	**Способ определения**	**Предметная область**
Method	Thing	D1	**General**
Task	Thing	D2	
InputData	Thing	D1	
OutputData=ResultOfTaskSolution	Thing	D1	
State	Thing	D2	
Process	Thing	D2	
Substance	Thing	D1	**Вещество**
SymmetryGroup	Thing	D2	
PhysicalState	Thing	D2	
PhysicalQuantity	Thing	D1	**Количественная спектроскопия**
DimensionalQuantity	PhysicalQuantity	D1	
Unit	PhysicalQuantity	D1	
QuantumNumbers	PhysicalQuantity	D1	
QuantumNumbersType	PhysicalQuantity	D1	
DataSource	Thing	D3	**Информационные**
Metadata=DataProperties	Thing	D1	

InputData_MD	Metadata	D3	**объекты**
OutputData_MD	Metadata	D3	
InformationSource	DataSource	D3	
DataSourcesPair	OutputData_MD	D1	
OrderingPair	DataSourcesPair	D1	
SDPair	DataSourcesPair	D1	

В Таб.1. жирным шрифтом выделены классы по описанию типа D2. Они содержат только перечисленные элементы. Другими словами, в онтологии рассматривается ограниченный круг задач количественной спектроскопии, каждая из которых характеризуется экземпляром класса **Task.** Решение каждой из таких задач характеризует физические характеристики, свойственные определенному физическому процессу или состоянию. В онтологии содержатся источники информации только о тех веществах, группа симметрии которых указана в классе **SymmetryGroup**. Число представлений квантовых чисел, используемых в источниках информации, конечно и исчерпывается в онтологии элементами класса **QuantumNumbersType.**

В этой онтологии можно выделить три группы классов:

Классы, содержащие объекты, относящиеся к предметной области «Вещество», в частности, молекулы воды и ее изотопологи (**Substance, PhysicalState, SymmetryGroup**).

Классы, содержащие математические модели объектов, используемые в молекулярной спектроскопии (**SymmetryGroup, Task, Method, InputData, OutputData**).

Классы, содержащие объекты, относящиеся к предметно области «Количественная спектроскопия», (**PhysicalQuantity, DimensionalQuantity, QuantumNumbersType, Unit, QuantumNumbers**)

Классы, содержащие информационные объекты (**Metadata, InformationSource, DataSource, DataSourcesPair, …**).

Приведем описание классов по группам.

1. Классы предметной области «Вещество».

Класс **Substance**содержит сущность «воздух» и химические элементы, набор молекул и их изотопомеров, характерных для атмосфер планет. Класс **PhysicalState** состоит из перечисления физических состояний вещества в исследуемой среде (изолированный атом и молекула, газовое состояние). Класс **SymmetryGroup** содержит элементы, соответствующие точечным группам, используемым при описании молекул. Класс **DataSourcesPair** содержит индивиды, характеризующие отношения пары источников данных.

2. Базовые классы предметной области «Количественная спектроскопия».

Класс **PhysicalQuantity** состоит из перечисления физических величин предметной области используемых при решении задач (уровень энергии, интенсивность, вакуумная частота, и т.д.).

Класс **DimensionalQuantity** описывает сущности, которые имеют единицы измерения. Он является подклассом **PhysicalQuantity** и является доменом для свойства **hasUnit.**

Класс **QuantumNumbersType** состоит из перечисления типов квантовых чисел, используемых для идентификации уровней энергии и переходов исследуемого вещества (нормальные моды, BT2, Швенке).

Класс **Unit** состоит из перечисления единиц измерения физических величин, используемых при решении задач T1-T7.

Класс **QuantumNumbers** состоит из индивидов каждый из которых характеризует колебательное состояние или колебательно-вращательную полосу молекулы.

3. Описание классов математических объектов, используемых в онтологии.

Класс **Task** состоит из перечисления названий задач предметной области.

Класс **Method** состоит из перечисления методов предметной области, используемых при решении задач.

4. Классы, содержащие информационные объекты.

Класс **Metadata** является базовым для классов содержащих метаданные по всем физическим величинам, используемым в данной онтологии.

Класс **InformationSource** является ключевым и содержит индивиды, описывающие результаты решений предметных задач. Он задаётся ограничением на свойство *hasOutputData_MD* exactly 1.

Класс **DataSource** содержит элементы, содержащие в себе результаты решения задач, описание вещества, методов решения задач и библиографическое описание работы, в которой опубликованы эти результаты.

Класс **OrderingPairRelation** содержит описания относительных некорректностей, связанных с нарушением упорядочения по значениям сравниваемых физических величин. Детали об экземплярах этого класса рассмотрены в пятой части статьи.

Класс **PairRelation** содержит все используемые парные описания в предметной области для которой создается прикладная онтология.

Заметим, что далее, для определенности, названия классов и свойств с окончанием _MD, относятся к классам, содержащим описания решений задач, или к свойствам, значения которых являются описаниями решений задач.

2.1.2. Свойства базовой онтологии

В OWL DL-онтологии определяются две группы свойств: объектные свойства и свойства типов данных.

Таблица 2. Объектные свойства базовой онтологии и их области определения и значений.

ObjectProperty	Domain	Range
hasMethod	Task	Method
hasInputData	Task	InputData
hasInputData	Task	OutputData=SolutionOfTask
isSolutionOf	DataSource or OutputData	**Task**
hasSubstance	DataSource or InputData or OutputData	Substance
hasSymmetryGroup	Substance	**SymmetryGroup**
hasPhysicalState	Substance	**PhysicalState**
isInteractingSubstance	Substance	Substance
isPhysicalState	**PhysicalState**	Substance
hasUnit	PhysicalQuantity	Unit
hasQuantumNumbersType	QuantumNumbers	**QuantumNumbersType**
hasDataSourceURI	InformationSource	DataSource
hasInputData_MD	InformationSource	InputData_MD
hasOutputData_MD	InformationSource	OutputData_MD

Опишем некоторые объектные свойства из Таб.2.

Объектное свойство *isSolutionOf* характеризует, к какой задаче относится источник данных или выходные данные. Объектное свойство *hasSubstance* применяется к входным и выходным данным задач класса **Task** и источникам данных. Источники информации представляют собой описания того или иного набора свойств конкретного источника данных. Свойство *hasDataSourceURI* указывает, к какому источнику данных относится это описание. Объектное свойство *hasInputData_MD* применяется к экземплярам класса *InformationSource* и его значение описывает свойства входных данных, использованных при решении задачи.

К свойствам типов данных относятся свойства, показанные в таблице 3.2.

Таблица 3. Свойства типов данных, используемые в прикладной онтологии

DatatypeProperty	Domain	Range
hasUncertainty	DimensionalQuantity	float
hasReference	DataSource	string
hasDOI	DataSource	string
hasURL	DataSource	string

Свойства типов данных имеют следующую семантику:

- hasUncertainty задаёт неопределенность в измерении физической величины;

- hasReference определяет библиографическую ссылку на публикацию, в которой опубликовано решение задачи;

- значение свойства hasDOI однозначно характеризует информационный ресурс;

- hasURL определяет адрес в вебе соответствующей публикации.

2.1.3. Индивиды базовых классов, определенных перечислением

Класс «Task» содержит индивиды, соответствующие задачам, описанным в работе [1] (T1, T2, T3, T4, T6, T5, T7, ET1).

Класс «PhysicalState» содержит три фазовых состояния (Gas, SingleAtom, SingleMolecule).

Классы «Process» и «State» содержат индивиды, соответствующие физическим процессам, в которых принимают участие вещества, спектральные свойства которых представляют интерес для пользователя.

Класс «QuantumNumbersType» содержит индивиды, характеризующие типы квантовых чисел (вариационные квантовые числа (BT2, VTT), нотации (HitranNotation, CDSDNotation), нормальные моды (NormalModes) и т.д.).

Экземпляры этих классов задаются однократно и присутствуют во всех версиях онтологий. Экземпляры практически всех классов базовой онтологии определяются вручную. В прикладных онтологиях подавляющее большинство индивидов формируется автоматически.

3. Классы и свойства прикладной онтологии задачи Т6

Описываемая в данном параграфе онтология ориентирована на решение задачи поиска достоверных источников данных количественной спектроскопии и систематизации источников данных по величине среднеквадратических отклонений в распределенной информационной системе. Здесь мы ограничились описанием свойств решений двух задач (Т2 и Т6) спектроскопии диоксида углерода. В задаче поиска достоверных источников данных предполагается, что достоверность решений определяется из проверки их соответствия правилам отбора, которые являются ограничениями, накладываемыми на квантовые числа.

В прикладной онтологии элементы практически всех классов создаются автоматически. Опишем некоторые из классов, которые определяются нами не в автоматическом режиме. Экземплярами классов TransitionQuantumNumbers_MD и VacuumWavenumbers_MD являются описания, соответственно, квантовых чисел и вакуумных волновых чисел относящихся к решениям задачи в источниках данных.

В прикладной онтологии информационных ресурсов, относящихся к задачам определения вакуумных волновых чисел, появляется ряд классов, связанных с понятием колебательно-вращательная полоса (ro-vibrational band), возникающим в моделях молекул, трактующих ее как набор частей совершающих колебательные и вращательные движения. Эти движения типизируются с помощью набора квантовых чисел, обязательно содержащих в себе все квантовые числа, относящиеся к описанию колебательного состояния.

Элемент класса RoVibrationalBand представляет полосу, встречающуюся в публикациях.

Элемент класса RoVibrationalBand_MD описывает свойства конкретной полосы из публикаций.

Элемент класса RoVibrationalBandQuantumNumbersList характеризует нотацию, примененную для описания полосы и набор квантовых чисел, связанный с понятием колебательно-вращательная полоса.

Класс Tn-IS содержит описания свойств всех физических величин, связанных с входными и выходными данными задачи Tn, (n = 2,6).

Таблица 4. Классы прикладной онтологии задачи Т6.

Класс	Суперкласс	Предметная область
TransitionQuantumNumbers_MD	T2-OutputData_MD or T6-OutputData_MD	**Количественная спектроскопия**
VacuumWavenumbers_MD	T2-OutputData_MD or T6-OutputData_MD	
EinsteinCoefficient_MD	T2-OutputData_MD or T6-OutputData_MD	

RoVibrationalBandQuantumNumbersList	PhysicalQuantity	
RoVibrationalBandQuantumNumbers	PhysicalQuantity	
RoVibrationalBand	PhysicalQuantity	
RoVibrationalBand_MD	PhysicalQuantity	
T6-IS	InformationSource	**Информационные объекты**
T6-InputData_MD	InputData_MD	
T6-OutputData_MD	OutputData_MD	
RoVibrational BandsPair	DataSourcePair	
SDRoVibrationalBandsPair	SDPair	

Элемент класса **SDRoVibrationalBand** описывает свойства двух идентичных полос в паре источников данных из разных публикаций, для которых вычисляется стандартное отклонение. К числу этих свойств относятся тип нотации, используемый для представления колебательно-вращательных полос, число переходов с тожественными наборами квантовых чисел в полосах, максимальное значение разности вакуумных волновых чисел идентичных переходов и величина стандартного отклонения сравниваемых полос.

Элемент класса **RoVibrational BandsPair** описывает все пары совпадающих полос, относящихся к сравниваемым источникам данных и указывает на число совпадающих полос.

Доменами всех объектных свойств этой прикладной онтологии, а также областями значений трех из них являются описания (части источников информации).

Таблица 5. Объектные свойства прикладной онтологии.

ObjectProperty	Domain	Range
hasRoVibrationalBandQuantumNumbersList	RoVibrationalBand_MD	RoVibrationalBandQuantumNumbersList
hasRoVibrationalBand_MD	TransitionsQuantumNumbers_MD	RoVibrationalBand_MD

hasQuantumNumbersOfBand	RoVibrationalBand_MD	RoVibrationalBand
hasVacuumWavenumbers_MD	OutputData_MD	VacuumWavenumbers_MD
hasEinsteinCoefficient_MD	OutputData_MD	EinsteinCoefficient_MD
has SDRoVibrational BandsPair	DataSourcesPair_MD	SDRoVibrationalBandsPair_MD
isMemberOf SDRoVibrationalBandsPair	SDRoVibrationalBandsPair_MD	RoVibrationalBand
hasSDMember	DataSourcesPair_MD	DataSource
hasSDRoVibrationalBandQuantumNumberList	SDRoVibrationalBandsPair_MD	RoVibrationalBandQuantumNumbersList

Конкретные свойства (Datatype) онтологии приведены в таблицах 6 и 7. В таб.5 содержатся свойства, которые не зависят от конкретной молекулы, для которой была решена задача. Перечень этих свойств неполный. Поясним некоторые свойства, относящиеся к квантовым числам. Они указывают на число достоверных (valid), уникальных (unique), или не полностью определенных (unassigned) переходов. Эти числа вычисляются по известным алгоритмам. Значение свойства *hasNumberOfRejectedTransitions* не вычисляется и может изменяться со временем. Это связано со следующими причинами. С одной стороны, квантовые числа в решении могут удовлетворять правилам отбора, но быть неправильно приписанными к переходу или состоянию. Эксперты указывают на неправильное отнесение. С другой стороны, по мере совершенства вычислений и способов измерений значение вакуумного волнового числа, интенсивности или других характеристик может не соответствовать точности требуемой для решения прикладных задач.

Таблица 6. Конкретные индивидуальные свойства, не зависящие от типа молекулы.

DatatypeProperty	Domain	Range
hasNumberOfRoVibrationalBands	RoVibrationalBand_MD	integer
hasEinsteinCoefficient	EinsteinCoefficient_MD	boolean
hasMaxVacuumWavenumberValue	VacuumWavenumbers_MD	float
hasMinVacuumWavenumberValue	VacuumWavenumbers_MD	float

hasNumberOfVacuumWavenumbers	VacuumWavenumbers_MD	integer
hasNumberOfAllValidIdentifications	TransitionQuantumNumbers_MD	integer
hasNumberOfAllInvalidIdentifications	TransitionQuantumNumbers_MD	integer
hasNumberOfNonuniqueTransitions	TransitionQuantumNumbers_MD	integer
hasNumberOfUniqueTransitions	TransitionQuantumNumbers_MD	integer
hasNumberOfDisorderedTansitions	DataSourcePair	integer
hasMaxDifferenceValueOfVacuumWavenumbersBandsPair	DataSourcePair	float
hasTotalNumberOfIdenticalTransitions	DataSourcePair	integer
hasTotalSDValue	DataSourcePair	float
hasSDValue	SDRoVibrationalBandPair	float

Наконец, необходимо ввести значительное число конкретных свойств, вычисление значений которых зависит от исследуемой молекулы, нотации квантовых чисел, используемой при ее описании, и физического процесса, спектральные свойства которого изучаются. В спектроскопии значения всех этих свойств вычисляются при проверке правил отбора для каждого перехода. Правила отбора являются следствиями математической модели молекулы, ориентированной на описание того или иного физического процесса. Поскольку молекул, исследуемых в количественной спектроскопии, существенно больше сотни, а нотация квантовых чисел, как правило, не одна, то количество свойств, относящихся к описанию числа переходов, является достаточно большим. Для типизации имен этих свойств выбрана следующая структура имени свойства

hasNumberOfInvalid(Valid)Transitions-XYZN.

Здесь X - принимает два значения (T,S), которые характеризуют переход и состояние, Y – принимает значения, связанные с индивидами класса Process (Ab-поглощение, Em-испускание, Ra-рамановское излучение и т.д.), Z – обозначает нотацию, использованную при описании молекулы (см. Таб.8), и N – номер правила отбора в реестре правил отбора (см. Таб.9).

Приведем пример. При вычислении значения свойства *hasNumberOfInvalidTransitions-TAbNM3* каждый переход проверяется на соответствие правилу отбора *TAbNM3*, то есть, если значение полного углового момента не изменилось в результате перехода, а симметрия ЭПСИЛОН изменилась, то правило отбора нарушается, и значение этого свойства увеличивается на 1.

Таблица 7. Конкретные индивидуальные свойства, зависящие от вещества, нотации для его описания и физических процессов (на примере молекулы диоксида углерода).

DatatypeProperty	Domain	Range
hasNumberOfInvalidTransitions-TAbNM_1	TransitionQuantumNumbers_MD	integer
hasNumberOfInvalidTransitions-TAbNM_2	TransitionQuantumNumbers_MD	integer
hasNumberOfInvalidTransitions-TAbNM_3	TransitionQuantumNumbers_MD	integer
hasNumberOfInvalidTransitions-TAbNM_4	TransitionQuantumNumbers_MD	integer
hasNumberOfInvalidTransitions-TAbNM_5	TransitionQuantumNumbers_MD	integer
hasNumberOfInvalidTransitions-TAbNM_6	TransitionQuantumNumbers_MD	integer

Таблица 8. Часть реестра нотаций для представления квантовых чисел переходов.

Нотации	Субъект	Молекулы	Квантовые числа
Нотации CDSD (NC)	T	$^{12}C^{16}O_2$, $^{12}C^{17}O_2$, $^{12}C^{18}O_2$, $^{13}C^{16}O_2$, $^{13}C^{17}O_2$, $^{13}C^{18}O_2$	P', n' J', ε' - P'', n'' J'', ε''
Нотации CDSD (NCB)	T	$^{12}C^{16}O_2$, $^{12}C^{17}O_2$, $^{12}C^{18}O_2$, $^{13}C^{16}O_2$, $^{13}C^{17}O_2$, $^{13}C^{18}O_2$	P', n' Br - P'', n'' J'', ε'' Значения принимаемые Br Q : Q = J' - J'' = 0 = ΔJ P : P = J' - J'' = -1 = ΔJ R : R = J' - J'' =+1 = ΔJ
Нотации Hitran	T	$^{12}C^{16}O_2$, $^{12}C^{17}O_2$,	(верхнее (') и нижнее ('') состояния) v_1', v_2', l_2', v_3', r' J', ε' - v_1'', v_2'', l_2'',v_3'', r'' J'', ε''

(NH)		$^{12}C^{18}O_2$, $^{13}C^{16}O_2$, $^{13}C^{17}O_2$, $^{13}C^{18}O_2$	***Колебательные квантовые числа*** v_1 - кратность возбуждения 1-го колебания, целое. (v_{1min}=0, v_{1max}=99) v_2 - кратность возбуждения 2-го колебания, целое. (v_{2min}=0, v_{2max}=99) v_3 - кратность возбуждения 3-го колебания, целое. (v_{3min}=0, v_{3max}=99) l_2 - колебательный угловой момент (l_{2min}=0, l_{2max}=99) r - номер компоненты Ферми-мультиплета, целое. (r_{min}=0, r_{max}=99) ***Вращательные квантовые числа*** J - полный угловой момент (J_{min}=0, J_{max}=999) ε - симметрия (e, f)
Нотации Hitran (NHB)	T	$^{12}C^{16}O_2$, $^{12}C^{17}O_2$, $^{12}C^{18}O_2$, $^{13}C^{16}O_2$, $^{13}C^{17}O_2$, $^{13}C^{18}O_2$	(верхнее (') и нижнее ('') состояния) v_1', v_2', l_2', v_3', r' Br - v_1", v_2", l_2",v_3", r" J", ε"

Таблица 9. Реестр правил отбора для переходов в нотации Нотации Hitran (Br) для молекулы диоксид углерода.

Субъект	Ab	NM	Номер правила	Правило	Молекулы
T	Ab	NM	1	Разрешенные переходы ΔJ = 0 или -1 или +1	$^{12}C^{16}O_2$, все изотопологи
T	Ab	NM	2	Разрешенные переходы Если ΔJ = 0, то симметрия должна измениться (e <-- f, f <-- e)	$^{12}C^{16}O_2$, все изотопологи
T	Ab	NM	3	Разрешенные переходы Если ΔJ =/= 0, то симметрия не изменяется (e <-- e f <-- f)	$^{12}C^{16}O_2$, все изотопологи
T	Ab	NM	4	Запрещенные переходы если l_2' =l_2" = 0, то независимо от J - Q - ветвь запрещена.	$^{12}C^{16}O_2$, все изотопологи

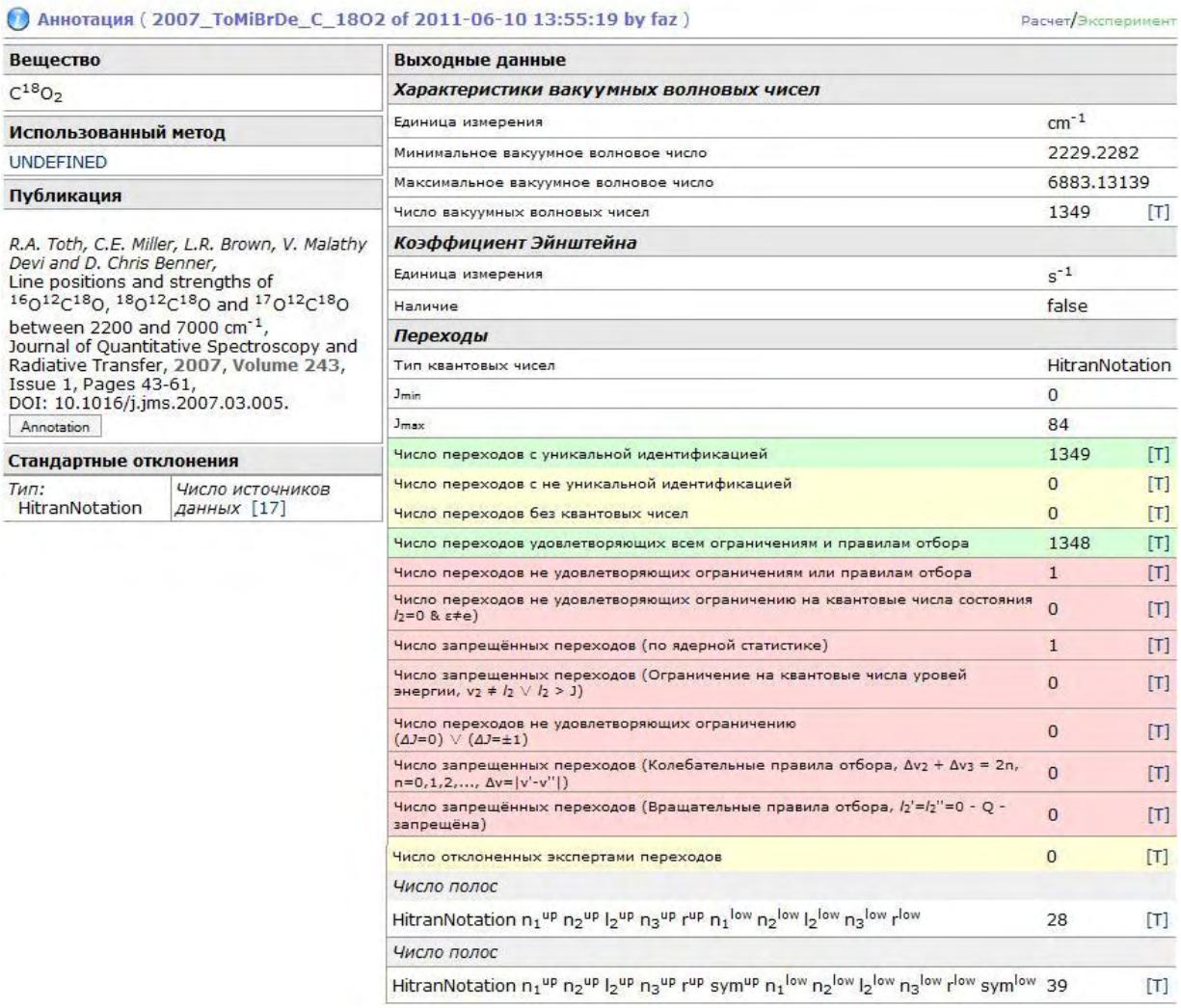
T	Ab	NM	5	$\Delta v_i = \lvert v_i' - v_i'' \rvert$, $\Delta v_2 + \Delta v_3 = 2n+1$, n=0,1,2,3, ...	$^{12}C^{16}O_2$, $^{12}C^{17}O_2$, $^{12}C^{18}O_2$, $^{13}C^{16}O_2$, $^{13}C^{17}O_2$, $^{13}C^{18}O_2$
T	Ab	NM	6	Правила отбора, следующие из ядерной статистики только для указанных в списке молекул. Запрещенные переходы для симметричных молекул $[(-1)^{v_3+v_2} = 1$ и $\varepsilon(-1)^J = -1]$ или $[(-1)^{v_3+v_2} = -1$ и $\varepsilon(-1)^J = 1]$ здесь $\varepsilon=1$ для s=e и $\varepsilon=-1$ для s=f.	$^{12}C^{16}O_2$, $^{12}C^{18}O_2$, $^{13}C^{16}O2$, $^{13}C^{18}O_2$

4. Представление элементов классов T2-IS и T6-IS

Класс T6-IS содержит описания свойств источников данных, содержащих результаты решения задачи T6. Элементы этого класса создаются по мере поступления новых источников данных или вычисления дополнительных свойств у существующих источников данных. Определение дополнительных свойств инициируется новыми информационными задачами, решение которых необходимо пользователям ИС. Например, к числу информационных задач относятся: задача поиска достоверных спектральных данных в заданном спектральном интервале в распределенной информационной системе, в узлах которой используются разные концептуальные модели данных; задача анализа составного источника данных [28] на предмет использования не опубликованных данных.

В этом параграфе рассмотрены примеры представления элемента этого класса, связанного с задачей поиска достоверных частей решения задачи T6. На рис. 3 показан пример визуализации свойств решения задачи T6. Опубликованный источник данных содержит две группы свойств. Индивидуальные свойства характеризуют вакуумные волновые числа, коэффициенты Эйнштейна, квантовые числа переходов и колебательно-вращательные полосы, присутствующие в источнике данных. Относительные свойства характеризуют пары источников.

Число утверждений, содержащих относительные свойства, может меняться со временем. Оно может уменьшаться по мере выбраковке экспертами переходов и увеличиваться при появлении новых источников данных.



Аннотация (2007_ToMiBrDe_C_18O2 of 2011-06-10 13:55:19 by faz) Расчет/Эксперимент

Вещество

$C^{18}O_2$

Использованный метод

UNDEFINED

Публикация

R.A. Toth, C.E. Miller, L.R. Brown, V. Malathy Devi and D. Chris Benner,
Line positions and strengths of $^{16}O^{12}C^{18}O$, $^{18}O^{12}C^{18}O$ and $^{17}O^{12}C^{18}O$ between 2200 and 7000 cm^{-1},
Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, **2007**, **Volume 243**, Issue 1, Pages 43-61,
DOI: 10.1016/j.jms.2007.03.005.
Annotation

Стандартные отклонения

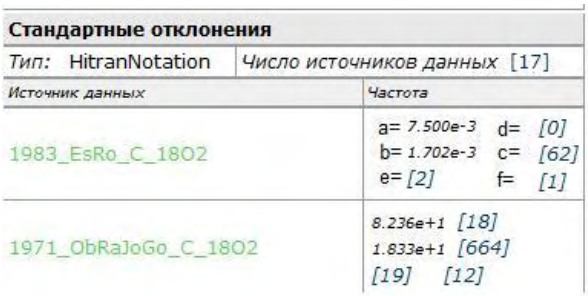
Тип: HitranNotation	*Число источников данных* [17]

Выходные данные

Характеристики вакуумных волновых чисел		
Единица измерения	cm^{-1}	
Минимальное вакуумное волновое число	2229.2282	
Максимальное вакуумное волновое число	6883.13139	
Число вакуумных волновых чисел	1349	[T]
Коэффициент Эйнштейна		
Единица измерения	s^{-1}	
Наличие	false	
Переходы		
Тип квантовых чисел	HitranNotation	
J_{min}	0	
J_{max}	84	
Число переходов с уникальной идентификацией	1349	[T]
Число переходов с не уникальной идентификацией	0	[T]
Число переходов без квантовых чисел	0	[T]
Число переходов удовлетворяющих всем ограничениям и правилам отбора	1348	[T]
Число переходов не удовлетворяющих ограничениям или правилам отбора	1	[T]
Число переходов не удовлетворяющих ограничению на квантовые числа состояния l_2=0 & ε≠e)	0	[T]
Число запрещённых переходов (по ядерной статистике)	1	[T]
Число запрещенных переходов (Ограничение на квантовые числа уровней энергии, $v_2 \neq l_2 \vee l_2 > J$)	0	[T]
Число переходов не удовлетворяющих ограничению $(\Delta J=0) \vee (\Delta J=\pm 1)$	0	[T]
Число запрещенных переходов (Колебательные правила отбора, $\Delta v_2 + \Delta v_3 = 2n$, n=0,1,2,..., $\Delta v=\lvert v'-v''\rvert$)	0	[T]
Число запрещённых переходов (Вращательные правила отбора, $l_2'=l_2''=0$ - Q - запрещёна)	0	[T]
Число отклоненных экспертами переходов	0	[T]
Число полос		
HitranNotation n_1^{up} n_2^{up} l_2^{up} n_3^{up} r^{up} n_1^{low} n_2^{low} l_2^{low} n_3^{low} r^{low}	28	[T]
Число полос		
HitranNotation n_1^{up} n_2^{up} l_2^{up} n_3^{up} r^{up} sym^{up} n_1^{low} n_2^{low} l_2^{low} n_3^{low} r^{low} sym^{low}	39	[T]

Рис. 3. Визуализация элемента класса T6-IS.

Относительные свойства, т.е. свойства которые относятся к паре источников информации, представлены на рис.3 в нижнем правом углу. Фрагмент этих свойств показан на рис.4. Рассмотрено 17 пар источников данных, таких, в которых содержатся идентичные переходы (переходы, описываемые одинаковыми наборами квантовых чисел).



Стандартные отклонения

Тип: HitranNotation	*Число источников данных* [17]
Источник данных	*Частота*
1983_EsRo_C_18O2	a= *7.500e-3* d= *[0]* b= *1.702e-3* c= *[62]* e= *[2]* f= *[1]*
1971_ObRaJoGo_C_18O2	*8.236e+1* *[18]* *1.833e+1* *[664]* *[19]* *[12]*

Рис.4. Часть визуализированных метаданных, относящихся к вычислению среднеквадратических значений

Здесь a – максимальная разность значений вакуумных волновых чисел идентичных переходов, b – суммарное стандартное отклонение по всем полосам, c - число вакуумных волновых чисел с совпавшими квантовыми числами, d – число несовпадений при сравнении порядка следования вакуумных частот, e (f) - число полос типа 1(2), совпавших в источниках данных.

Подобного рода визуализация ориентирована на интерпретацию свойств исследователем. При автоматизированной обработке свойств решений интерес представляют типы субъектно-предикатных структур, соответствующих элементам класса T6-IS. Эти структуры изменяются в зависимости от молекулы, для которой решается задача, выбранных нотаций и физических процессов изучаемых в количественной спектроскопии. Представление индивидов классов в виде кода OWL-онтологии можно найти на сайте SP@DIS [29]. Выделим две группы свойств. Значения индивидуальных свойств элемента класса T6-IS не зависят от наличия в этом классе каких-либо иных элементов. Значения относительных свойств зависят от некоторых элементов того же класса.

Отметим правила формирования имен индивидов, создаваемых в ИС автоматически. Рассмотрим имя индивида **V5_T6_71_2007_ToMiBrDe_C_18O2**. Оно содержит ряд условных обозначений: **V5** - номер версии онтологии, **T6** - задача, решение которой содержится в описываемом источнике данных, **71** – номер источника данных в базе данных, **2007** - год публикации решения, **ToMiBrDe** – аббревиатура фамилий первых 4 авторов статьи и **C_18O2** – символы, характеризующие исследованную молекулу, в нашем случае изотополог диоксида углерода C18O2.

4.1. Индивидуальные свойства элемента класса T6-IS

На рис.4 показана часть элемента класса T6-IS содержащая только индивидуальные свойства.

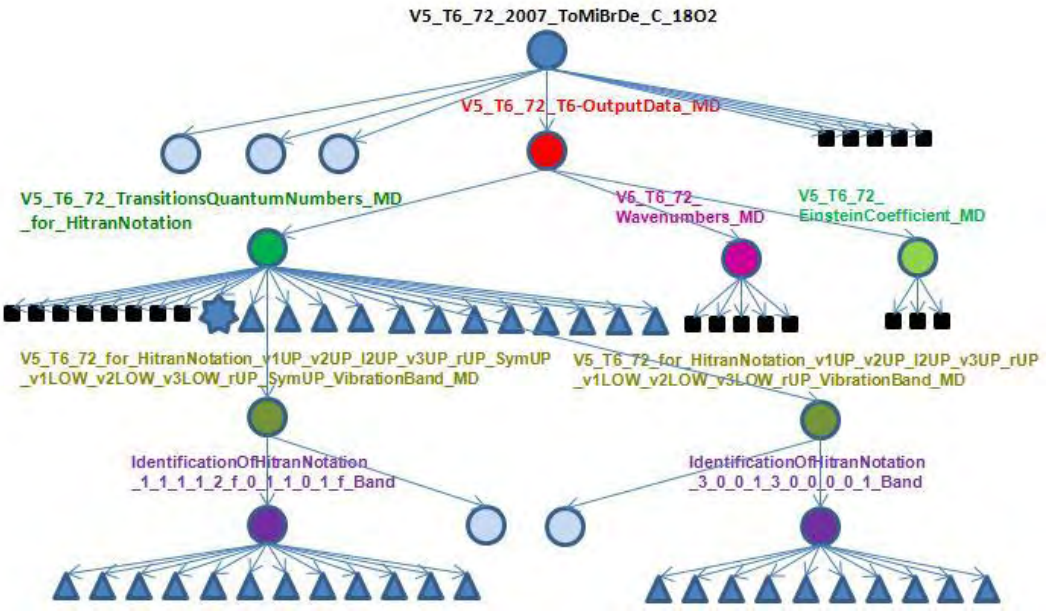


Рис.5. Субъектно-предикатная структура, включающая все индивидуальные свойства элемента класса T6-IS.

На рис.5 показана субъектно-предикатная структура, соответствующая части элемента, визуализированного на рис.3. Она состоит из высказываний и содержит только индивидуальные свойства источника данных. Стрелка соответствует свойству. Окружностями обозначены индивиды онтологии, а треугольники, квадраты и

восьмиугольники являются значениями конкретных свойств. Семиугольником выделено свойство (число переходов в источнике информации, отклоненных экспертами), значение которого может меняться со временем.

Треугольники описывают свойства, характерные только для исследуемой молекулы, применяемой к ней нотации и процесса, в котором участвует молекула.

Более детальное описание этой части элемента приведено на рис.6. На этом рисунке прямоугольники обозначают индивиды, а стрелки – свойства. Внутри каждого прямоугольника выписаны свойства и значения свойств, относящихся к данному индивиду. Заметим, что индивид A0 является элементом класса T6-IS, A1 – элементом класса OutputData_MD, A2 – элементом класса TransitionsQuantumNumbers_MD, A3 – элементом класса EinsteinCoefficient_MD, A4 - элементом класса Wavenumbers_MD, B1 B2 – элементами класса BandQuantumNumbersList.

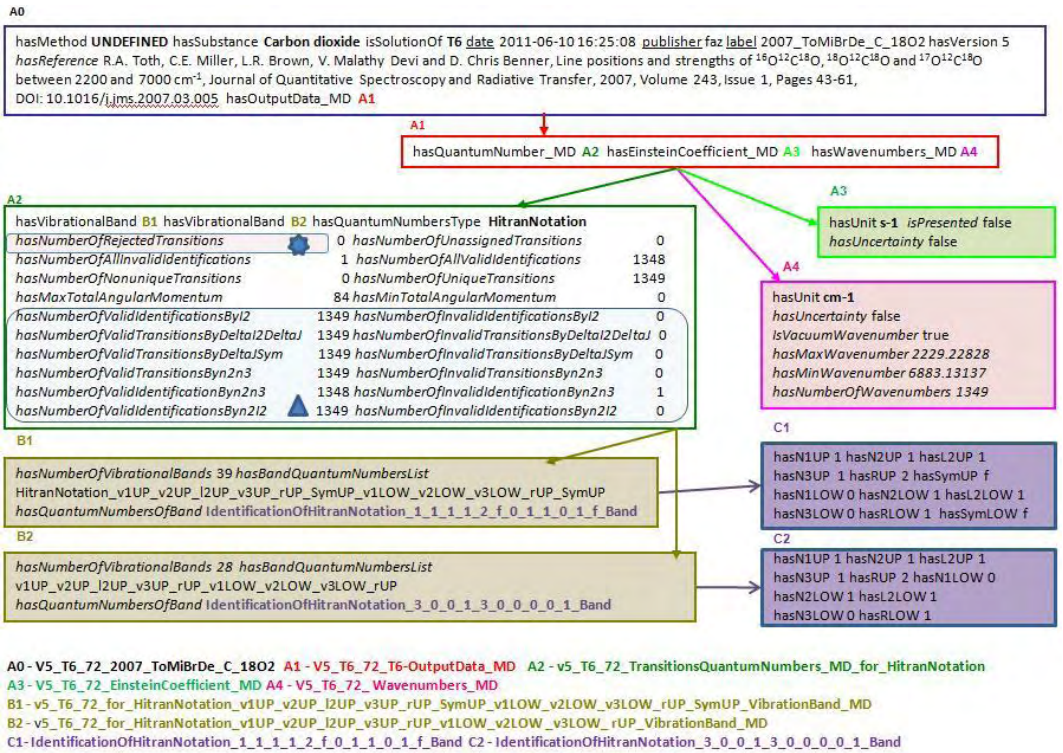


Рис. 6. Структура индивида v5-T6-72-2007_ToMiBrDe_C_18O2 (прикладная онтология версии 5).

4.2. Относительные свойства элемента класса T6-IS

В данной работе рассмотрены относительные свойства только пар элементов одного и того же класса. К числу конкретных свойств пар элементов отнесены свойства, характеризующие стандартные отклонения для двух решений задачи, максимальную разность между идентичными волновыми числами, нарушения порядка следования квантовых чисел при упорядочении численных значений физических величин. Как правило, стандартные отклонения в количественной спектроскопии вычисляются при сравнении расчетных данных и результатов измерений. Более детально процедуры вычислений значений этих свойств рассмотрены в пятой части статьи.

Рассмотрим пример субъектно-предикатной структуры, соответствующей молекуле диоксида углерода, для описания квантовых чисел которой используются нотации Hitran в описаниях спектров поглощения (см. рис.7). Пара источников данных 2007_ToMiBrDe и 1983_EsRo, содержащих вакуумные волновые числа, имеет две одинаково идентифицированные колебательно-вращательные полосы A1 и A2, каждая из которых может описываться двумя разными наборами квантовых чисел. Для каждой соответствующей пары вычислены стандартные отклонения. Полосы содержат часть волновых чисел, поэтому одновременно вычисляется значение свойства, характеризующего стандартное отклонение решений независимо от разбиения на полосы (свойство hasTotalSDValue).

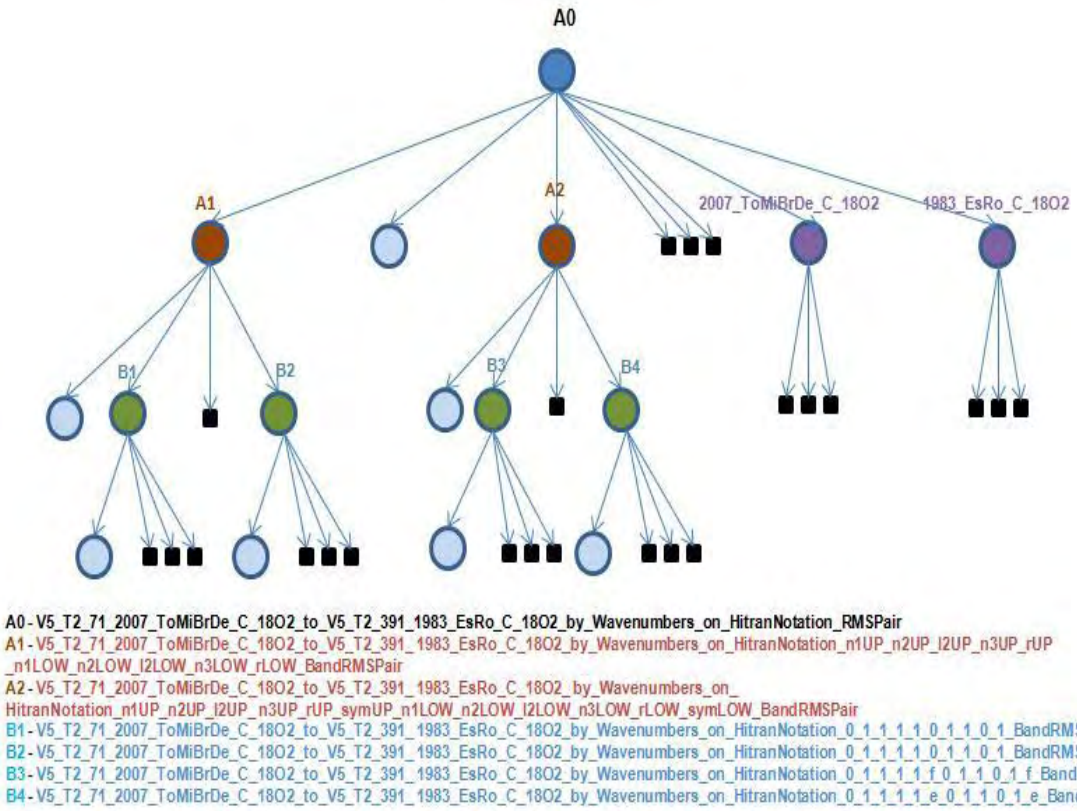


Рис.7. Субъектно-предикатная структура элемента класса RMSPair, включающая часть относительных свойств, связанных со стандартными отклонениями.

Детальное описание этой части элемента приведено на рис.8. Описание этого рисунка использует те же обозначения, что и на рис.6. Индивиды, показанные на рис.7 и 8, являются элементами классов. A0 является элементом класса RMSPair, A1 и A2 являются элементами класса BandRMSPair, B1, B2 – элементы класса RMSVibrationBand.

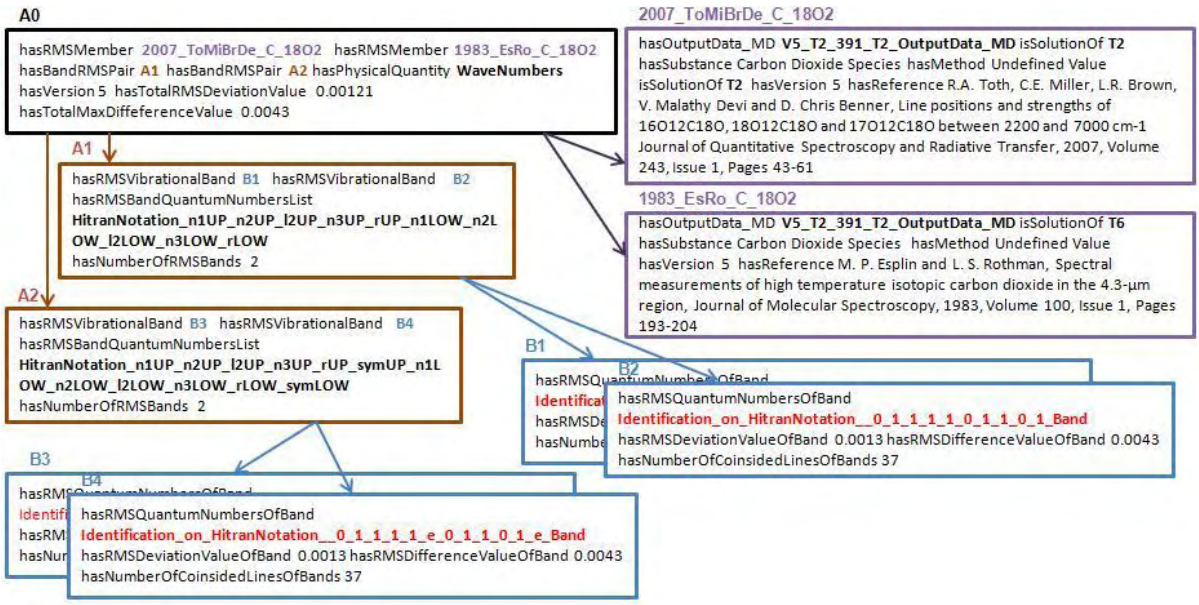


Рис. 8. Структура индивида
V5_T2_71_2007_ToMiBrDe_C_18O2_to_V5_T2_391_1983_EsRo_C_18O2
_by_Wavenumbers_on_HitranNotation_RMSPair (прикладная онтология версии 5).

Представленные на рис.5-8 структуры характеризуют в деталях представление описания свойств решения задачи Т6. Обратимся к рассмотрению аналогий между созданными в нашей работе источниками информации и библиографическими записями функциональные особенности которых описаны в [4,5].

В нашей работе моделью публикации является набор источников данных, содержащихся в статье. Источники информации содержат описание этих источников данных или, другими словами, свойств решений задач спектроскопии. Что общего между источниками информации и библиографическими записями и в чем их различие?

Библиографические записи содержат объекты трех групп. Общим является то, что эти объекты присутствуют и в источниках информации, но степень детализации описания этих объектов различна. В нашей работе для описания внешних атрибутов публикации используется редуцированный набор, как объектов, так и атрибутов объектов первой и второй группы. Более того некоторые объекты опущены, например, объект «организация». Но эти объекты пользователь может восстановить в соответствующих библиотечных системах, используя библиографическую ссылку источника данных. С другой стороны, уровень детализации таких объектов третьей группы как «предмет» и «концепция» в статической части источника информации существенно выше, чем в библиографическом описании, в котором эти объекты практически не атрибутированы [5]. Наконец, основным различием между источником информации и библиографической записью является зависимость значений некоторых свойств, используемых при конструировании источника информации, от времени, а также тот факт, что источник информации формируется в автоматическом режиме. Таким образом, между электронными библиотеками и информационными системами трехслойной архитектуры [30] (приведенная онтология является частью такой системы) существует тесная связь, как в архитектуре, так и в функциональности.

5. Реализация работы с индивидами в машине вывода FaCT++ [a5]

Для формализации знаний используются подходы, основанные на разных формальных логиках. Один из них, широко применяемый в настоящее время, основан на дескриптивной логике (ДЛ) [31]. Формирование подхода началось в 70-х годах, когда были зафиксированы синтаксис и фреймовая семантика. В конце 80-х ДЛ получают теоретико-множественную семантику и (синтактические) алгоритмы рассуждения, основанные на структурах формул. В 90-е годы появляются первые полные системы вывода для достаточно сложных ДЛ [32,33]. В это же время появляются различные *ad-hoc* стандартизации синтаксиса языка. В 2000-х были созданы системы вывода для все более и более выразительных ДЛ, и представление знаний, основанное на ДЛ, стандартизуется консорциумом W3C в языках для описания онтологий OWL/OWL 2 [34]. В настоящее время в Вебе большинство информационных ресурсов, содержащих знания, формализованы с помощью этих языков.

Объектами ДЛ являются классы, свойства (отношения) и индивиды. Моделью является пара непустой домен (множество) и функция интерпретации. Функция интерпретации отображает класс в подмножество домена, свойство – в бинарное отношение между элементами домена, индивид – в элемент домена. Сложные классы и отношения получаются из атомарных путем различных конструкторов (объединение, пересечение, дополнение и др.) Набор конструкторов определяет выразительную силу конкретной ДЛ.

База знаний (БЗ), или онтология – это множество аксиом ДЛ. Аксиома ограничивает множество возможных моделей. Различают аксиомы, описывающие свойства классов, отношений и индивидов. Простейшая аксиома классов утверждает, что некоторый (возможно, сложный) класс включается в другой класс. Другая аксиома устанавливает эквивалентность двух классов. Аксиомы отношений задают транзитивность, симметричность, функциональность и другие свойства различных отношений онтологии. Аксиомы индивидов позволяют указать идентичность или неравенство индивидов, задать отношение между индивидами. Исторически множество всех аксиом классов некоторой БЗ называют TBox, аксиомы индивидов – ABox, а аксиомы отношений – RBox. Набор возможных аксиом также определяет выразительную силу ДЛ.

Система вывода ДЛ позволяет решать некоторые задачи рассуждения в ДЛ. Основные задачи следующие:

1. Непротиворечивость БЗ: существует ли модель, удовлетворяющая всем аксиомам одновременно.

2. Выполнимость класса: существует ли модель БЗ, в которой данный класс интерпретируется непустым множеством.

3. Включение классов: верно ли что в любой модели БЗ интерпретация одного из классов (возможно, сложного) всегда включена (в теоретико-множественном смысле) в интерпретацию другого.

4. Проверка включения индивида: для данного индивида определить, является ли он элементом данного класса. Расширения этой задачи:

- а. Поиск множества элементов класса: определить все индивиды, которые включены в класс для любой модели БЗ.

- b. Поиск множества типов индивида: определить все классы, элементом которого он является.

5. Классификация: построить таксономию (граф отношения включения) для всех именованных классов БЗ.

Непротиворечивость БЗ проверяется всегда самым первым действием, потому что с противоречивой БЗ (у которой отсутствует модель) работать нельзя. Наиболее частая причина противоречивости – наличие индивида, который является членом невыполнимого класса. Проверка выполнимости класса обычно производится при необходимости проверить совместность каких-нибудь критериев. Приведем пример, относящийся к прикладной онтологии, описанной выше. Пусть класс **IS-SR** содержит публикации по диоксиду углерода и задачам Т2 и Т6 в которых все переходы удовлетворяют правилам отбора (если p есть значение свойства *hasNumberOfAllInvalidIdentification*, то это класс источников информации для которых p=0). Пусть класс IS-noSR содержит публикации, в которых хотя бы один переход не удовлетворяет правилам отбора. Введем класс **CanonicIS**, определяемый как класс, содержащий публикации, в которых все идентифицированные переходы удовлетворяют правилам отбора и ни один из них не отклонен экспертами (если q есть значение свойства *hasNumberOfRejectedTransitions*, то это класс источников информации для которых q=0).

EquivalentClass(**IS-SR**, p some int[>= 0, < 1])

EquivalentClass(**IS-noSR**, p some int[>= 1])

SubClassOf(**CanonicIS**, q only int[>=0, <1] and p only int[>=0, <1])

В такой онтологии уместно проверить, какие публикации, содержащие переходы, являются каноническими, путем проверки выполнимости конъюнкции **IS-SR** and **CanonicIS, IS-noSR** and **CanonicIS.**

Если переписать последнюю аксиому как SubClassOf(**CanonicIS**, q some int[>=0, <1] and p some int[>=0, <1]), то эту же задачу будет решать проверка включений **CanonicIS** [= **IS-SR** и **CanonicIS**[=**IS-noSR.**

Рассмотрим задачу классификации индивидов по категориям. Класс RoVibrationalBand содержит все полосы, данные о которых опубликованы и включены в ИВС. Полосы классифицируют по отношению к нижнему колебательному состоянию. Если нижнее колебательное состояние является основным, то говорят о холодных переходах. В свою очередь холодные переходы содержат два типа полос: фундаментальные и обертона. Код онтологии, описывающий такую классификацию, приведен ниже:

EquivalentClass(**RoVibrationalBand**, **Hot** or **Fundamental** or **Obertones**)

DisjointClasses(**Hot**, **Fundamental**, **Obertones**)

EquivalentClass(**HotTransition**, **RoVibrationalBand** and ***hasQuantumNumbersOfBand*** some **Hot**)

EquivalentClass(**ColdTransition**, **RoVibrationalBand** and ***hasQuantumNumbersOfBand*** some (**Fundamental** or **Obertones**))

Functional(***hasQuantumNumbersOfBand***)

Теперь любой индивид, являющийся элементом класса RoVibrationalBand, может попасть в одну из двух категорий переходов – горячий или холодный. Эта задача дает возможность выяснить, переходы какого типа содержатся в публикациях.

Для достаточно выразительных ДЛ (например, SROIQ) все эти задачи равнозначны [35] и сводятся одна к другой, скажем, к задаче проверки включения индивида (нескольким последовательным задачам в случае, например, задачи классификации). Действительно, БЗ непротиворечива, если некоторый произвольный индивид (не присутствующий в сигнатуре БЗ) является элементом максимального класса (представляющего собой весть домен); некий класс выполним, если добавление аксиомы о включении нового индивида в этот класс не делает БЗ противоречивой; и т.д.

На сегодняшний день существуют несколько систем вывода (для ДЛ такие системы называются ризонерами [reasoner]), позволяющими доказывать утверждения в самом выразительном разрешимом фрагменте стандарта OWL: OWL 2 DL. Среди этих систем можно выделить такие как FaCT++ [36], Hermit [37], RacerPro [38], Pellet [39]. Алгоритмы всех этих систем основываются на той или иной вариации табличного метода. Этот метод зарекомендовал себя хорошей производительностью и расширяемостью в области ДЛ, в большинстве случаев обеспечивая теоретически наилучшие сложностные оценки.

Сущность табличного метода [35] состоит в следующем. Известно, что у любого выполнимого класса существует модель. Табличный метод предлагает проверку существования модели путем построения структуры специального вида – таблицы. Таблица – размеченный граф специального вида, удовлетворяющий набору ограничений. Эти ограничения описывают семантику конкретной логики. При этом модель существует в том и только в том случае, если существует таблица, удовлетворяющая соответствующим ограничениям. Таблица представляет собой (возможно, бесконечный) граф, вершины которого помечены классами, а ребра – свойствами. Для каждого индивида из сигнатуры БЗ в таблице существует вершина, помеченная этим индивидом. При проверке класса на выполнимость одна из вершин графа помечается этим классом.

Ограничения на структуру графа зависят от выразительности ДЛ и служат способом фиксации семантики ДЛ. Так, например, если вершина помечена классом, который является конъюнкцией, то каждый конъюнкт тоже должен присутствовать в метке этой вершины. Другой пример: каждым индивидом должна быть помечена только одна вершина. Это ограничение фиксирует семантику индивида. Таблица для логики OWL 2 DL содержит около двух десятков ограничений [35]. Структура таблицы для этой логики достаточно регулярна: таблицу можно разбить на две части. Одна – произвольно связанный граф, соответствующий индивидам БЗ. Другая – деревья (возможно, бесконечные), имеющие корнями вершины этого графа.

Строить таблицу непосредственно в явном виде неудобно и не всегда возможно. Во-первых, таблица может быть бесконечной (в частности, выразительных способностей OWL 2 DL достаточно, чтобы построить выполнимый класс, который имеет только бесконечные модели). Во-вторых, ограничения таблицы имеют декларативный характер, что затрудняет ее конструирование. Поэтому вместо непосредственно таблицы системы вывода ДЛ по алгоритму, основанному на ограничениях таблицы, строят конечную структуру [35], называемую граф вывода (ГВ) (Completion Graph), по которой можно воссоздать модель. Чем сложнее логика (чем больше ее выразительная способность), тем больше разница между таблицей и ГВ.

Опишем реализацию табличного метода, используемую в системе вывода FaCT++, разработанную в работе [36] одним из авторов статьи. Для выразительных ДЛ, с которыми работает FaCT++, табличная структура (ГВ) представляет собой размеченный ориентированный граф специальной формы, вершины которого помечены концептами и/или индивидами, а дуги – свойствами. Вместо ограничений графа используются правила вывода, полученные из них. В частности, для конъюнкции правило имеет следующий вид: если некоторая вершина помечена конъюнкцией классов, но не все конъюнкты принадлежат метке этой вершины, то необходимо добавить недостающие конъюнкты к метке данной вершины. Аналогичным образом преобразуются в правила вывода и другие ограничения таблицы. Форма ГВ в целом отражает форму таблицы. Основу ее составляет произвольный граф, близко соответствующий таковому из таблицы. Вершины этого графа, в свою очередь, являются корнями конечных (и в этом отличие от таблицы) деревьев. Для того, чтобы была возможность представлять бесконечные модели, используется так называемый механизм блокировки.

В силу особенностей OWL 2 DL, единственная возможность построения бесконечных моделей – это многократное повторение фрагмента одного из деревьев, “растущих” из центрального графа. Поэтому, табличный алгоритм, используемый в FaCT++, распознает точки повторения шаблона, и завершает процедуру построения графа в данном листе, помечая его статус как заблокрованный. Никакие правила расширения не применяются в заблокированных вершинах.

Еще одна особенность ГВ для языка OWL 2 DL – наличие различимых вершин. В силу наличия в этом языке считающих кванторов, возникает необходимость склеивать разные вершины друг с другом и помечать некоторые вершины как различные в момент создания. В FaCT++ склейка вершин производится как копирование всей информации одной из склеиваемых вершин (копия) в другую (мастер), и разметка копии как заблокированной мастером. Для учета различных вершин используется множество списков вершин. В каждом списке находятся вершины, которые нельзя склеивать.

Замечания по реализации. В ГВ, который строит FaCT++, вершины графа, также как и ребра, представляются отдельными программными объектами. Среди их свойств можно выделить метки (множества классов и отношений, соответственно), указатель на блокирующий объект (если таковой имеется) и множество вершин, различных с данной. Перед проверкой выполнимости класса ГВ инициализируется следующим образом. Для каждого индивида строится соответствующая вершина в графе, плюс еще одна (безымянная) вершина для проверяемого класса. Все эти вершины помечаются индивидами; безымянная вершина помечается проверяемым классом.

Помимо этого, осуществляются действия, предпринимаемые по наличию соответствующих аксиом в БЗ:

- SameAs(i1,...,in): все вершины, соответствующие индивидам из аксиомы, склеиваются в одну. В дальнейшем они считаются синонимами и не различаются алгоритмом.
- SameAs(i1,...,in): все вершины, соответствующие индивидам из аксиомы, склеиваются в одну. В дальнейшем они считаются синонимами и не различаются алгоритмом.
- DifferentFrom(i1,...,in): все вершины, соответствующие индивидам, помечаются в графе как различные.
- ClassAssertion(C,i): вершина, соответствующая индивиду из аксиомы, помечается соответствующим классом.
- RelatedIndividuals(R,i,j): между индивидами из аксиомы в графе проводится ребро, помеченное отношением, поименованным в аксиоме.

После такой инициализации выполнение табличного алгоритма происходит стандартным способом: для всех возможных правил проверяется, нет ли вершины, в которой это правило применимо. Если такая вершина находится, правило срабатывает и граф вывода расширяется соответствующим образом.

Интересно, что два индивида, не идентичные в силу аксиомы SameAs, тем не менее могут оказаться идентичными. Этот факт может быть выведен с помощью системы вывода.

Для примера, рассмотрим следующую БЗ.

ObjectPropertyAssertion (R, o, i1);

ObjectPropertyAssertion (R, o, i2);

Functional(R)

Здесь индивид o связан отношением R с индивидами i1 и i2. Но отношение R функционально: оно ведет только к одной точке. Значит, эта точка будет помечена и i1 и i2. То есть, эти индивиды одинаковы.

Заключение

В статье рассмотрена предметная область «Источник информации» и построены базовая и прикладная онтологии источников информации о решениях прямой и обратной задачи определения характеристик переходов изолированной молекулы. Эти онтологии ориентированы на задачу поиска достоверных публикаций о вакуумных волновых числах. В работе достоверность публикации определяется по ряду формальных критериев, к числу которых относятся, в частности, правила отбора. Для молекулы диоксида углерода приведен реестр нотаций и правил отбора. Источник информации характеризуется двумя основными наборами свойств. Индивидуальные свойства характеризуют только публикацию, с которой он связан. Относительные свойства описывают некоторые отношения между источником данных некоторой публикации и всеми источниками данных из других публикаций, относящихся к рассматриваемой молекуле.

Проведено сравнение введенного понятия «источник информации» с понятием «библиографическая запись» [5]. Источник информации обобщает понятие «библиографическая запись» в части включения относительных свойств и свойств зависящих от времени. Источник информации, ориентированный на описание деталей предметной области, существенно детальнее описывает такие объекты библиографической записи как «предмет» и «концепт».

Дано краткое описание задач, которые решаются при работе машины вывода, используемой нами при работе с описанными онтологиями. Сжато описан табличный метод, применяемый в машине вывода FACT++.

Дальнейшее развитие работы направлено на систематизацию реестра правил отбора для атмосферных молекул и реестра нотаций квантовых чисел. Отдельно упомянем о необходимости более детального анализа относительных свойств. В первую очередь, таких как нарушения порядка следования квантовых чисел выявляемого при сравнении упорядоченных по значению вакуумных волновых чисел при сравнении источников

данных. Наконец, интерес представляет статистика достоверных и доверительных источников данных (соответственно, публикаций).

Авторы (Привезенцев А., Фазлиев А.) благодарны Российскому фонду фундаментальных исследований за частичное финансирование работы в рамках гранта (11-07-00660-а).

ЛИТЕРАТУРА

1. Лаврентьев Н.А. Базы знаний для описания информационных ресурсов в молекулярной спектроскопии 2. Модель данных в количественной спектроскопии / Лаврентьев Н.А., Привезенцев А.И., Фазлиев А.З. // Электронные библиотеки, 2011, т. 14, в.2. [Электронный ресурс] – http://elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2011/part2

2. Российский коммуникативный формат представления классификационных данных (российская версия UNIMARC Classification Format). [Электронный ресурс] – http://www.rusmarc.ru/commun/index.html

3. MARC 21 Format for Bibliographic Data. [Электронный ресурс] – http://www.loc.gov/marc/bibliographic

4. Функциональные требования к библиографическим записям : окончат. отчет / Рос. библ. ассоц., Рос. гос. б-ка ; пер. с англ. [В. В. Арефьев] ; науч. ред. пер.: Т. А. Бахтурина, Н. Н. Каспарова, Н. Ю. Кулыгина. – Москва : РГБ, 2006. – [150] с.

5. Functional Requirements for Bibliographic Records, UBCIM Publications – New Series Vol 19, Final Report, 1998. [Электронный ресурс] – www.ifla.org/files/cataloguing/frbr/frbr.pdf

6. Лукашевич Н.В., Тезаурусы в задачах информационного поиска, М.: Из-во МГУ, 2011, 512С.

7. Oberle, D. Semantic management of middleware, Berlin: Springer, 2006. 268 pp.

8. Privezentsev A. Computed Knowledge Base for Description of Information Resources of Water Spectroscopy / Privezentsev A., Fazliev A., Tsarkov D., Tennyson J. // Proc. of the 7th International Workshop on OWL: Experiences and Directions (OWLED 2010), San Francisco, California, USA, June 21-22, 2010. Edited by Evren Sirin, Kendall Clark, CEUR-WS Proc. Vol-614, [Электронный ресурс] – http://ceur-ws.org/Vol-614/ owled2010_submission_6.pdf

9. Lavrentiev N.A. Complete set of published spectral data on CO2 Molecule / Lavrentiev N.A., Privesentsev A.I., Fazliev A.Z., Filippov N.N. // Abstracts of the 22-nd Colloquium on High Resolution Molecular Spectroscopy, 2011, p.353.

10. Voronina S.S. Systematization of the published spectroscopic parameters of ammonia / Voronina S.S., Yurchenko S.N., Fazliev A.Z. // Abstracts of the 22-nd Colloquium on High Resolution Molecular Spectroscopy, 2011, p.163

11. Козодоев А.В. Систематизация опубликованных параметров спектральных линий молекул метана, силана и германа / Козодоев А.В., Вельмужова И.А., Сенников П.Г., Фазлиев А.З., Филиппов Н.Н., Григорович Н.М. // Сборник тезисов Международного симпозиума «Атмосферная радиация и динамика» (МСАРД – 2011) Санкт – Петербург, с.102-103.

12. Половцева Е.Р. Информационная система для решения задач молекулярной спектроскопии. 5. Колебательно-вращательные переходы и уровни энергии молекулы H2S / Половцева Е.Р., Лаврентьев Н.А., Воронина С.С., Науменко О.В., Фазлиев А.З. // Оптика атм. и океана. 2011, Т.24, №10, с. 898-905

13. Козодоев А.В. Аннотирование информационных ресурсов в распределенной информационной системе "Молекулярная спектроскопия" / Козодоев А.В., Привезенцев А.И. Фазлиев А.З. // Электронные библиотеки, 2006, т. 9, в.3. [Электронный ресурс]: – http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2006/ part3/KPF

14. Зиновьев А.А. Основы логической теории знаний. М.: Наука, 1967. 260 с.

15. OWL Web Ontology Language Semantics and Abstract Syntax W3C Recommendation 10 February 2004. [Электронный ресурс] – http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-semantics-20040210/

16. Naus H. Cavity -Ring-Down Spectroscopy on Water Vapor in the Range 555-604 nm / Naus H., Ubachs W., Levelt P. F., Polyansky O. L., Zobov N. F. and Tennyson J. // J. Mol. Spectrosc., 2001, v.205, p.117-121.

17. Sollins K. Functional Requirements for Uniform Resource Names / Sollins K., Masinter L. // RFC 1737, 1994. [Электронный ресурс] – http://tools.ietf.org/html/rfc1737

18. Berners-Lee T. URI Generic Syntax / Berners-Lee T., Fielding R., Masinter L. // RFC 3986, 2005. [Электронный ресурс] – http://tools.ietf.org/html/rfc3986

19. Dubernet M.L. Virtual atomic and molecular data centre / Dubernet M.L., Boudon V., Culhane L. et al. // J. Quant. Spectrosc. & Rad. Transfer. 2010. v. 111, No 15. p. 2151-2159.

20. Jacquinet-Husson N. The GEISA spectroscopic database: current and future archive for earth and planetary atmosphere studies / Jacquinet-Husson N., Scott N.A., Chedin A. et al. // J. Quant. Spectrosc. & Rad. Transfer. 2008. v. 109. No 6. p. 1043-1059.

21. Tashkun S.A. CDSD-4000: High-Temperature Spectroscopic CO2 Databank / Tashkun S.A. and Perevalov V.I. // The 11th HITRAN Database Conference, June 16 – June 18, 2010, Cambridge, 2010, p. 10.

22. Toth R.A., Spectroscopic database of CO2 line parameters: 4300–7000 cm-1 / Toth R.A., Brown L.R., Miller C.E., Devi V. Malathy and Benner D.Chris // J. Quant. Spectrosc. & Rad. Transfer.2008, v. 109, No 6, p. 906-921.

23. Rothman L.S. The HITRAN 2008 molecular spectroscopic database / Rothman L.S., Gordon I.E., Barbe A. et al. // J. Quant. Spectrosc. & Rad.Transfer. 2009. v. 110, No 9. p. 533-572.

24. Sowa J.F. Knowledge representation: logical, philosophical and computational foundations / Sowa J.F. – Pacific Grove, CA: Brooks Cole, 2000. 594 p.

25. Van Welie, M. An Ontology for Task World Models / M. van Welie, G. C. van der Veer, A. Eliens // 5th International Eurographics Workshop on Design Specification and Verification of Interactive Systems – Abingdon, 3-5 june 1998. – 14pp.

26. Chandrasekaran, B. Ontology of tasks and methods / B. Chandrasekaran, J. R. Josephson, V. R. Benjamins // Banff Knowledge Acquisition Workshop. –1998. [Электронный ресурс]: http://www.cse.ohio-state.edu/~chandra/Ontology-of-Tasks-Methods.PDF. – 25 pp.

27. OWL Web Ontology Language Reference, W3C Recommendation 10 February 2004 [Электронный ресурс]: http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-ref-20040210/

28. Лаврентьев Н.А. Сравнение спектральных массивов данных HITRAN и GEISA с учетом ограничения на опубликование спектральных данных / Лаврентьев Н.А., Макогон М.М., А.З.Фазлиев // Оптика атм. и океана. 2011. т.24. №4. с.279-292.

29. ИВС W@DIS, [Электронный ресурс] – http://wadis.iao.ru.

30. Ахлёстин А.Ю. Информационная система трехслойной архитектуры / Ахлёстин А.Ю., Лаврентьев Н.А., Привезенцев А.И. Фазлиев А.З. // Труды семинара «Наукоемкое программное обеспечение». 2011. Новосибирск, с.38-43.

31. The Description Logic Handbook: Theory, Implementation, and Applications / Baader F., Calvanese D., McGuinness D., Nardi D., Patel-Schneider P. (eds.) // Cambridge Univer- sity Press, second edn. (2007).

32. Haarslev,V. Consistency testing: The RACE experience / Haarslev,V.,Moller,R. // In: Proceedings, Automated Reasoning with Analytic. pp. 57–61. Springer-Verlag, 2000.

33. Horrocks I. DL systems comparison / Horrocks I.,Patel-Schneider,P.F. // In: Proc. 1998 Int. Workshop on Description Logics (DL'98). vol. 11, pp. 55–57, 1998.

34. OWL Working Group, W.: OWL 2 Web Ontology Language: Document Overview. W3C Recommendation (27 October 2009), [Электронный ресурс] – http://www.w3.org/TR/owl2-overview/

35. Horrocks I. The even more irresistible SROIQ / Horrocks I., Kutz O., Sattler U. // In: Proc. 10th Int. Conf. on Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR'06). pp. 57–67. AAAI Press, 2006.

36. Tsarkov D. FaCT++ description logic reasoner: System description / Tsarkov, D., Horrocks I. // In: Proc. 3rd Int. Joint Conf. on Automated Reasoning (IJCAR'06). LNCS, vol. 4130, pp. 292–297. Springer, 2006.

37. HermiT Reasoner, [Электронный ресурс] – http://www.hermit-reasoner.com

38. Haarslev V. The RacerPro knowledge representation and reasoning system / Haarslev V., Hidde K., Moller R.,Wessel M. // Semantic Web, 2012, accepted for publication.

39. Sirin E., Pellet: A practical OWL-DL reasoner / Sirin E., Parsia B., Grau B.C., Kalyanpur A., Katz Y. // J. of Web Semantics 5(2), 51–53, 2007.

Computed knowledge base for description of information resources of molecular spectroscopy. 3. Basic and applied ontologies.

Privezentsev A.I., Tsarkov D.V., Fazliev A.Z.

Russian Digital Libraries, 2012, v.15, issue 2

http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/eng/journal/2012/part2/PTF

Abstract

This paper examines in details the results of the work has done in Ref [1]. The solution properties of "Quantitative spectroscopy" domain tasks article are described. OWL DL language is used for the presentation of the properties of tasks' solutions. An applied information sources' ontology on the solutions of direct and inverse tasks on the determination of vacuum wavenumbers in molecular spectroscopy of carbon dioxide and its isotopologues is demonstrated as an example. It is shown that the creation of the information sources characterizing tasks solutions' properties allows one to classify the solutions of quantitative spectroscopy tasks and to organize semantic search of valid data in publications. A short description of peculiarities of the table method used in FACT++ inference engine is presented.

Базы знаний для описания информационных ресурсов в молекулярной спектроскопии. 5. Качество экспертных данных

Ахлёстин А.Ю., Лаврентьев Н.А., Привезенцев А.И., Фазлиев А.З.

Электронные библиотеки, т.16, в.4, 2013
http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2013/part4/AKLPF

Аннотация

Показано, что доверие к контенту информационных ресурсов можно оценивать с помощью критерия опубликования и разделять ресурсы на доверяемую и сомнительную части. Задача оценки доверия состоит их четырех подзадач: (1) построения мультимножеств физических величин, содержащихся в первичных источниках данных, (2) согласования значений физических величин, (3) формирования количественных ограничений для критерия опубликования в разных интервалах изменения физических величин и (4) декомпозиции экспертных данных. Кратко описаны критерии достоверности спектральных данных и ограничения необходимые для решения задач согласования данных. Представлено табличное представление результатов согласования. На примере вакуумных волновых чисел описаны ограничения характерные для критерия опубликования. Оценки доверия, полученные из решения задачи декомпозиции, представлены в форме OWL-онтологий. Построение онтологической базы знаний подобного типа для виртуальных центров данных в дисциплинах с большими объемами данных измерений обеспечит автоматический выбор информационных ресурсов с высокой степенью доверия.

Ключевые слова: спектроскопия, согласование данных, доверие к контенту ресурсов, критерий опубликования.

Введение

Параметры спектральных линий применяются в разных предметных областях: оптике атмосферы, атмосферной радиации, астрономии и т.д. Потребность в таких данных постоянно растет, и увеличивается число производителей экспертных данных [1-11]. Более жесткими становятся требования к качеству данных: их точности, полноте и согласованности, достоверности и доверию. Показано, что для ряда прикладных задач существующие экспертные данные не адекватны требованиям, предъявляемым к ним, т.к. содержат в себе устаревшие, сомнительные и не полные наборы данных [12].

Экспертные информационные ресурсы количественной спектроскопии должны обеспечивать низкий порог адекватной передачи знаний о спектрах в прикладные науки. Последнее является важным в силу того, что исследователи прикладных наук не обладают знаниями необходимой глубины для понимания всех сторон спектроскопических данных, и их выбор строится чаще на доверии, а не на собственной проверке достоверности данных. По этой причине исследователи должны иметь информацию о том, каким критериям достоверности и доверия удовлетворяют экспертные данные.

В нашей работе анализ качества экспертных спектральных данных сосредоточен на проверке их достоверности и оценке доверия по критерию опубликования [12]. Такой анализ является частью решения задачи оценки доверия экспертных информационных ресурсов по критерию опубликования. Эта задача разбивается на четыре подзадачи: (1)

задачу построения мультимножеств значений физических величин, содержащихся в первичных источниках данных, (2) задачу согласования значений физических величин, (3) задачу формирования количественных ограничений для критерия опубликования в разных интервалах изменения физических величин и (4) задачу декомпозиции экспертных данных. Решение этих подзадач представлено в ИС W@DIS [13] в двух представлениях: табличном для исследователей и онтологическом для программных агентов.

Данная работа состоит из двух частей. В первой части работы рассмотрены критерии, по которым осуществляется согласование, и описаны интерфейсы пользователя для просмотра решений задачи согласования значений физических величин в спектроскопии. Мультимножества значений физических величин можно разделить на наборы канонических частей источников данных [14]. Для строгого решения задачи оценки доверия к экспертным ресурсам необходим полный набор опубликованных и достоверных значений физических величин и их согласование. В настоящее время достигнуты полнота и согласование спектральных данных для изотопологов молекулы воды [15-17], сероводорода [18] и монооксида углерода [19]. В ИС W@DIS размещены спектральные характеристики молекул аммония [20], диоксида углерода [21], закиси азота, карбонил сульфида [22] и фосфина [23], опубликованные более чем в 20 журналах за период 80 лет. С определенной осторожностью можно утверждать о полноте собранных нами данных. Онтология информационных ресурсов по количественной спектроскопии [24] описывает состояние дел с достоверностью и согласованностью ресурсов по перечисленным выше молекулам.

Во второй части работы сформулированы задачи об ограничениях в критерии опубликования и декомпозиции, описан табличный интерфейс для просмотра решения задачи декомпозиции, а также T-box и A-box онтологической базы знаний, содержащие оценки доверия к экспертным ресурсам о спектральных характеристиках ряда молекул. Структура программного обеспечения для решения задачи декомпозиции описана в [25]. В работе [12] был предложен критерий опубликования для оценки доверия к экспертным данным в количественной спектроскопии. В этой работе количественные ограничения ai для критерия опубликования в шести интервалах, относящихся к диапазону 0-30000 $см^{-1}$, являлись параметрами подгонки. Они подбирались таким образом, чтобы процент сомнительных переходов в экспертных данных не превышал 10% при условии, что изменение величины a_i проводилось кратно десяти. В данной работе выбор величин a_iопределялся близостью к разрешающей способности измерительной аппаратуры для 12 интервалов от радио-частот до рентгеновского излучения. В этой части работы описана структура индивида, характеризующего результаты оценки доверия, дан пример формирования класса **DecompositionNearInfraredRangeDescription**, и приведена статистика сомнительных волновых чисел для шести изотопологов молекулы диоксида углерода.

При создании онтологий использовался традиционный методологический подход, согласно которому существующие модели данных и метаданных исследуемых предметных областей ассимилируются в создаваемые онтологии. При этом, эти модели анализируются и расширяются (или редуцируются) до необходимого уровня грануляции соответствующей предметной области.

1. Предметные задачи молекулярной спектроскопии

Большую часть информационных ресурсов в спектроскопии представляют решения шести задач [26]. На рис.1 схематически показаны такие решения, объединенные в группы, и

процедуры с помощью которых они получаются. Прежде всего, выделены группы решений, связанные с измерениями и вычислениями. Результатом измерений являются мультимножества физических величин, характеризующих состояния и переходы молекул. Прямые и обратные связи на рис.1 показывают, что процесс получения всех четырех типов массивов данных является итерационным. Связано это с тем обстоятельством, что квантовые числа, однозначно описывающие состояния и переходы, не являются измеримыми величинами. Они появляются в результате расчетов, для проведения которых используются параметры, определяемые из измерений. Правило Ридберга-Ритца позволяет находить эталонные переходы, используя для этого уровни энергии, вычисляемые из мультимножества вакуумных волновых чисел.

Мультимножества измеренных уровней энергии, волновых чисел и параметров спектральных линий применяются для вычисления характеристик эталонных и предсказанных переходов и состояний, а также экспертных данных. Значения физических величин, входящие в мультимножества, составляют основную часть в публикациях, относящихся к молекулярной спектроскопии. Согласованность этих значений, их достоверность и доверие к ним лежат в основании качества всех информационных ресурсов молекулярной спектроскопии.

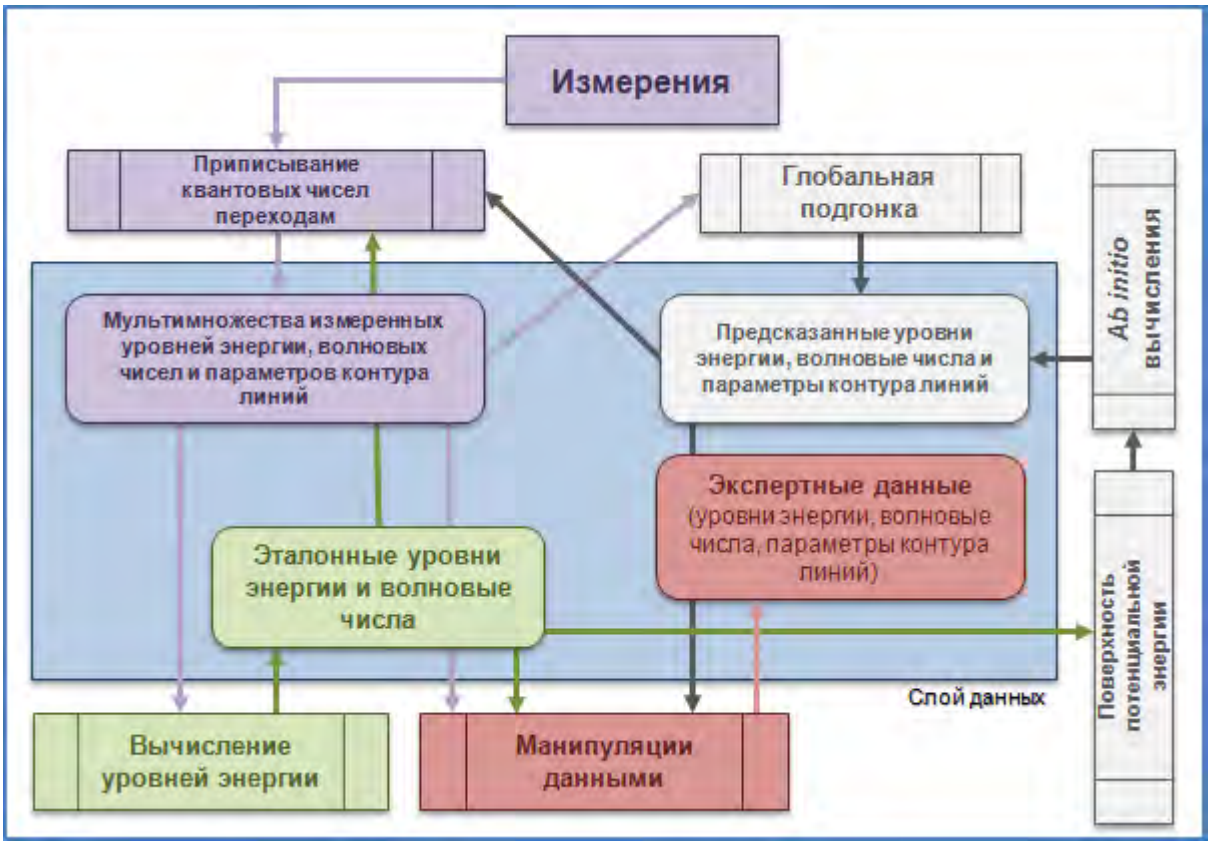


Рис. 1. Схематичное представление отношений между приложениями и связанными с ними входными и выходными данными.

Среди четырех видов данных необходимо выделить экспертные данные. Для выделения есть две причины. Во-первых, экспертные данные подготавливаются для прикладных предметных областей, число которых превышает несколько десятков, и каждая из которых имеет свои требования к качеству данных. Во-вторых, экспертные данные получаются в результате неформальных манипуляций данными, при которых квалификация и пристрастие экспертов играют существенную роль. По этой причине, при

исследовании качества экспертных данных необходимо использовать критерии доверия в их различной форме. Ниже для этой цели используется критерий опубликования [12].

2. Качество контента информационных ресурсов количественной спектроскопии

В рамках подхода Semantic Web (SW) контент информационных ресурсов включает в себя данные, информацию и знания. Эти термины в литературе трактуются достаточно широко. Мы будем следовать складывающейся терминологии SW, используя вместо них термины «данные», «связанные данные» и «онтология». В SW интерпретация терминов «данные», «связанные данные» и «онтология» тесно связана с семантикой формальных языков XML, RDF и OWL. Более того, такой интерпретацией обусловлено использование терминов «слой данных и приложений», «информационный слой» и «слой знаний», введенных в eScience [27] для описания инфраструктуры информационных ресурсов. В частности, ИС W@DIS, описанию ресурсов которой посвящена наша работа, имеет подобную трехслойную архитектуру [25, 28].

В этой работе рассматривается качество экстенсионала данных. Основной акцент сделан на исследовании доверия и достоверности экстенсионала данных. Здесь под достоверностью понимается соответствие данных формальным ограничениям (критериям), следующим из математических моделей молекул и условий согласования идентичных канонических частей источников спектральных данных. Критерий опубликования применяется к каноническим частям экспертных источников данных и позволяет выделить в них сомнительные данные, которые могут быть неопубликованными данными или данными не согласованными с первичными данными. Исследователи прикладных предметных областей, использующие экспертные спектральные данные, должны проверять сомнительные данные по критериям соответствующих предметных областей.

2.1. Достоверность спектральных данных

Для решения задач глобальной подгонки, вычисления эталонных уровней энергии и построения экспертных данных необходимо выделить достоверные данные в мультимножестве измеренных данных. Рассмотрим две группы критериев, определяющих достоверность спектральных данных. Первая группа включает в себя критерии, следующие из выбора математических и физических моделей молекул. Вторая группа критериев связана с ограничениями, обусловленными процедурами согласования результатов измерений и вычислений характеристик идентичных состояний и переходов.

Экспертные и первичные источники спектральных данных содержат характеристики переходов и состояний молекул. Они могут содержать переходы и состояния, характеристики которых не удовлетворяют формальным ограничениям, следующим из моделей молекул. По этой причине их разделяют на две части: каноническую и не каноническую. Каноническая часть содержит переходы (состояния), обладающие полным набором квантовых чисел, удовлетворяющем правилам отбора (ограничениям на квантовые числа состояния), и не содержит переходов (состояний) с одинаковым набором квантовых чисел. Ниже, рассматривая экспертные и первичные данные, будем иметь в виду только их каноническую часть. В ИС W@DIS мультимножество измеренных переходов (состояний) формируется из канонических частей первичных источников данных, а мультимножество предсказанных переходов (состояний) может содержать неканоническую часть.

Канонические части измеренных данных необходимо согласовывать между собой. В спектроскопии объективными причинами рассогласования данных являются различия в точности измерений, обусловленными физическими причинами, в частности, калибровкой аппаратуры, и неоднозначность процедуры приписывания квантовых чисел. Такого рода рассогласования можно избежать перекалибровкой данных и переприписыванием квантовых чисел. Оставшиеся рассогласованные данные, как правило, исключаются экспертами из канонической части. Количественные ограничения, используемые при согласовании, различны для разных областей изменения значений физических величин.

2.2. Доверие к экспертным информационным ресурсам

В литературе много интерпретаций понятия «доверие» [29-34], и, соответственно, много критериев по которым оно оценивается. Общим для большинства интерпретаций является то, что критерии доверия представляют собой частично формализованные ограничения. Предложенный в [12] критерий опубликования относится к группе критериев оценки доверия к контенту информационных ресурсов [33, 34], и позволяет выделять сомнительную часть контента. Применение критерия опубликования сводится к проверке совпадения значений идентичных параметров спектральных линий экспертного массива данных с опубликованными первичными данными в рамках заданной точности.

С первых дней развития Semantic Web (SW) понятие «доверие» является центральным в этом подходе. Оно указывает его цель – получения пользователем сети Интернет достоверных информационных ресурсов, обладающих высокой степенью доверия. Исследователь, работая с ресурсами, имеет возможность проверять достоверность ресурсов в рамках своей компетенции. Более того его профессиональные навыки и опыт позволяют ему принимать решения в тех случаях, когда у него для оценок имеются частично формализованные критерии для проверок, а оценки требуют ресурсы, обладающие неопределенностью. Подход SW ориентирован не только на исследователей, но и на агентов которые должны решать такие задачи. «В SW, где контент представлен в онтологиях и аксиомах, как компьютеру решить какому из источников доверять, если все они противоречат друг другу.» [33].

Наряду с оценкой доверия к ресурсам на основе знаний об их производителях, о создателях агентов и технологий их создания в последние несколько лет появились работы [33,34] о доверии к контексту ресурсов. В них выделены 19 факторов, влияющих на доверие к контенту. Эти факторы можно разбить на две группы. В первую группу входят факторы, не зависящие от социальных факторов или личности исследователя, такие, как соответствие информационного ресурса его назначению, качество контента и его частей, наличие альтернативных ресурсов, непредвзятость, ограниченность ресурсов, наличие подобных ресурсов, детализация, возраст, корректность представления, новизна и отсутствие жульничества. Ко второй группе относятся популярность, авторитетность и рекомендуемость ресурсов, собственный опыт и способность проведения экспертизы, побуждения и способность пользователя к компромиссу.

Экспертные данные в количественной спектроскопии удовлетворяют ряду факторов доверия. Они популярны, авторитетны, рекомендуемы специалистами в прикладных областях, они производятся несколькими группами экспертов, обладают корректным представлением и не содержат намеренно размещенной некорректной информации. Однако существует факторы, заставляющие сомневаться в корректности части данных. Доля сомнительных данных в значительной степени зависит от декларации назначения конкретных экспертных данных. Как правило, эксперты не определяют строго области применимости спектральных данных. В наиболее популярных ресурсах [2, 7, 8]

незначительные части ресурсов не достоверны, происхождение части данных неизвестно (как правило, они не опубликованы), возраст некоторых сомнительных данных значителен, и механизмы обратной связи пользователей с экспертами практически отсутствуют. Перечисленные недостатки указывают на актуальность оценок доверия экспертным данным в количественной спектроскопии.

3. Достоверность ресурсов по количественной спектроскопии

3.1. Критерии достоверности источников данных

В спектроскопии к числу ограничений, определяющих каноническую часть источников данных, следующих из математической модели молекул, относятся ограничения на квантовые числа состояний и переходов, так называемые ограничения на квантовые числа состояний и правила отбора. Эти ограничения проверяются в ИС W@DIS при импорте данных и формировании источника данных. Другими ограничениями, определяющими каноническую часть источника данных, являются требования отсутствия дубликатов состояний и переходов и отсутствие переходов и состояний, характеризуемых неполным набором квантовых чисел.

3.1. Критерии достоверности источников данных

3.1.1. Правила отбора и ограничения на состояния

Правила отбора и ограничения на квантовые числа состояний представляют собой линейные зависимости между квантовыми числами описываемые равенствами и неравенствами. Примеры правил отбора и их систематизация приведены в [24] (см. Таблица 9. Реестр правил отбора …).

3.2. Критерии согласования данных в парах первичных источников данных

Переходы и состояния в спектроскопии описываются наборами значений физических величин. Квантовые числа однозначно характеризуют переходы и состояния молекулы, но не являются измеримыми величинами. Остальные физические величины могут быть извлечены из данных измерений. Если квантовые числа переходов одинаковы, то такие переходы называют идентичными. При сравнении источников данных рассматриваются пары идентичных переходов или состояний из их канонических частей. Для согласования данных необходимо достичь выполнения неравенств на максимальную разность физических величин и среднеквадратических отклонений, а также нулевых значений показателей схожести.

3.2.1. Максимальная разность значений физических величин при сравнении пары источников данных

Значения измеренных физических величин идентичных переходов могут различаться. Если для каждой пары идентичных переходов определить разности физических величин F_i, а затем найти максимальные разности ΔF_{i}, то ΔF_{i} могут использоваться как индикатор необходимости согласования. Приведем пример. Современные измерения положений центров линий в инфракрасном диапазоне проводятся с точностью до 0.001 см-1. Если положить, что критическим значением разности волновых чисел является 0.035 $см^{-1}$, то

идентичные переходы с $\Delta F_i > 0.035$ не согласованы, и причиной может быть некорректное приписывание квантовых чисел. На практике используют также другое критическое значение ΔF_i при превышении которого можно утверждать, что рассогласование не достижимо путем изменения квантовых чисел. Следовательно, величина ΔF_i позволяет выделять наиболее грубые ошибки в приписывании квантовых чисел.

3.2.2. Среднеквадратическое отклонение

В спектроскопии используется среднеквадратическое отклонение для сравнения двух источников данных, ни один из которых нельзя считать «эталоном». Списки переходов в источниках данных можно представить в виде векторов

$A_1=(x^1_{qn1}, x^1_{qn2}, \ldots, x^1_{qnm})$ и $A_2=(x^2_{qn1}, x^2_{qn2}, \ldots, x^2_{qnm})$,

где x^i_{qnj} – значения физических величин (например, вакуумных волновых чисел), а qn_j – соответствующие им квантовые числа, m - число идентичных переходов. Формула для вычисления среднеквадратического отклонения имеет вид:

$$RMSD(A_1, A_2)=(\sum^{qnm}_{i=qn1}(x^1_i - x^2_i)^2/m)^{1/2}. \quad (1)$$

В некоторых представлениях квантовые числа можно разбить на две группы. Одна группа называется колебательными квантовыми числами, а другая – колебательно-вращательными квантовыми числами. Ниже такое разделение представлено в виде

$qn=(qn_{vib}, qn_{v\text{-}r})$.

При описании переходов вводят понятие «колебательная полоса спектральных линий» которому соответствует набор спектральных линий с разными наборами колебательно-вращательных квантовых чисел, но с фиксированными значениями колебательных квантовых чисел . В количественной спектроскопии часто используют формулу для расчета, в которой среднеквадратическое значение рассчитывается для каждой колебательной полосы. В этом случае в формуле (1) суммирование ведется только по колебательно-вращательным квантовым числам выбранной полосы. Для описания такого отклонения используется термин «среднеквадратическое отклонение по колебательной полосе», которое определяется формулой

$$RMSD(A_1(qn_{vib}, qn_{v\text{-}r}), A_2(qn_{vib}, qn_{v\text{-}r}))\ (qn_{vib}=const) = (\sum^{k}_{i=1}(x^1_i - x^2_i)^2/k)^{1/2}. \quad (2)$$

В формуле (2) k представляет число идентичных вращательных переходов полосы. Введенное выше среднеквадратическое отклонение, заданное формулой (1), будем называть отклонением по всем полосам или интегральным среднеквадратическим отклонением.

3.2.3. Сравнение упорядочений

При анализе решений задач спектроскопии можно добиться требуемой малости значений разности физических величин идентичных переходов и требуемых значений среднеквадратических отклонений. Однако этого бывает недостаточно для согласования решений задач спектроскопии.

Пусть есть два набора A_1(a1i,qi) и A_2 (a2i,qi) значений физических величин (вакуумных волновых чисел, интенсивностей, и т.д.) и соответствующих им квантовых чисел. При этом положим, что набору квантовых чисел в A1 соответствует тождественный ему набор квантовых чисел в A2. Упорядочим последовательности значений физической величины по возрастанию. Припишем порядок возрастания, относящийся к физической величине, квантовым числам. В общем случае порядок следования квантовых чисел в двух наборах может быть различным. Например, сравнение двух экспертных массивов [2,8] показывает, что он нарушается для более 700 переходов в случае молекулы воды. Заметим, что эти массивы имеют более тридцати тысяч идентичных переходов.

Количественная оценка разупорядочения квантовых чисел в паре источников данных может определяться разными способами. В нашей работе определены и вычисляются три таких показателя. Показателем схожести A00 называется минимальное число перестановок переходов в одном из источников данных, необходимое для совпадения порядка следования квантовых чисел в нем с порядком следования квантовых чисел в другом источнике данных. Показателем схожести A01 первого источника данных со вторым источником данных называется число исключённых переходов из обоих источников данных в соответствии с алгоритмом, описанным в Приложении.

На Рис.2 представлено графическое сравнение упорядочений квантовых чисел. Оно состоит из трёх цветных полос. Средняя полоса представляет собой правильный порядок следования квантовых чисел в одном из двух сравниваемых источников данных. Верхняя и нижняя полосы соответствуют источникам данных, библиографические ссылки на которые размещены сверху и снизу полос, соответственно.

Предположим, что порядок следования квантовых чисел правильный в работе 1985_CaFlMaCh. Сравниваемые источники данных имеют 18 идентичных переходов. Каждому переходу, идентифицируемому квантовыми числами, соответствует определенный цвет. Цветовое представление верхней полосы формируется следующим образом. Упорядочим переходы в источнике данных 2006_NaSnTaSh по значениям волновых чисел. Припишем переходам этого источника данных цвета, которые соответствуют цветам источника данных 1985_CaFlMaCh. Значение величины A10 указывает, какое минимальное число переходов надо удалить в верхней и средней полосе, чтобы порядок цветов соответствовал естественному порядку.

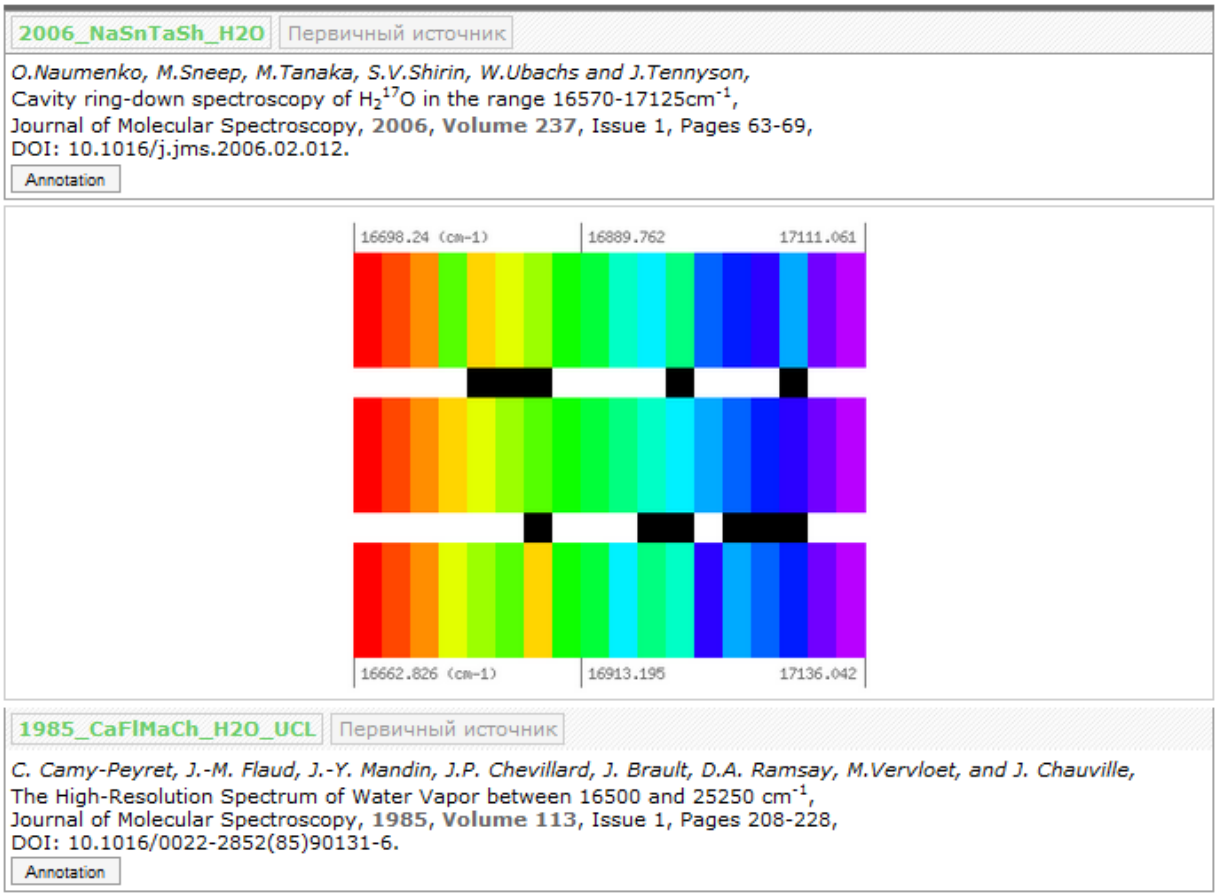


Рис.2. Визуализация сравнения упорядоченных по значению вакуумных волновых чисел.

На рис.2 значение A_{10} равно 5. Черные прямоугольники между верхней и нижней полосой указывают на конкретные переходы, которые следует удалить.

Аналогичным образом, если считать правильным порядок следования квантовых чисел в 2006_NaSnTaSh, то можно посчитать величину A01. Нижняя полоса представляет упорядоченный по значению вакуумных волновых чисел источник данных 1985_CaFlMaCh, в котором переходам приписан цвет, соответствующий порядку их следования в источнике данных 2006_NaSnTaSh.

3.3. Табличное представление результатов согласования

При импорте данных в ИС W@DIS вычисляются все показатели, характеризующие согласование данных. Эти показатели связаны со свойствами, описанными в онтологии информационных ресурсов [24]. В настоящее время нет программного обеспечения, позволяющего проводить вычисления в рамках OWL-онтологий. Согласование данных исследователями, применяющими спектральные данные в прикладных предметных областях, основывается на разных количественных ограничениях на величины максимальной разности, среднеквадратичного отклонения и показателей схожести. В информационной системе учет особенностей прикладных областей приводит к созданию онтологий пользователей, о которых пойдет речь в шестой части этой серии статей. Здесь мы приведем описание интерфейсов для просмотра результатов согласования данных, в которых эти ограничения можно задавать пользователям, и в табличном виде получать результаты согласования при заданных значениях ограничений.

Подобное табличное представление показано на рис. 3 и 4. Оно удобно при детальном анализе качества данных и на этапе выбраковки некачественных данных, но требует значительного времени для анализа. Более того, табличное представление среднеквадратических отклонений по отдельным полосам является громоздким и необозримым, и оно не реализовано в ИС W@DIS.

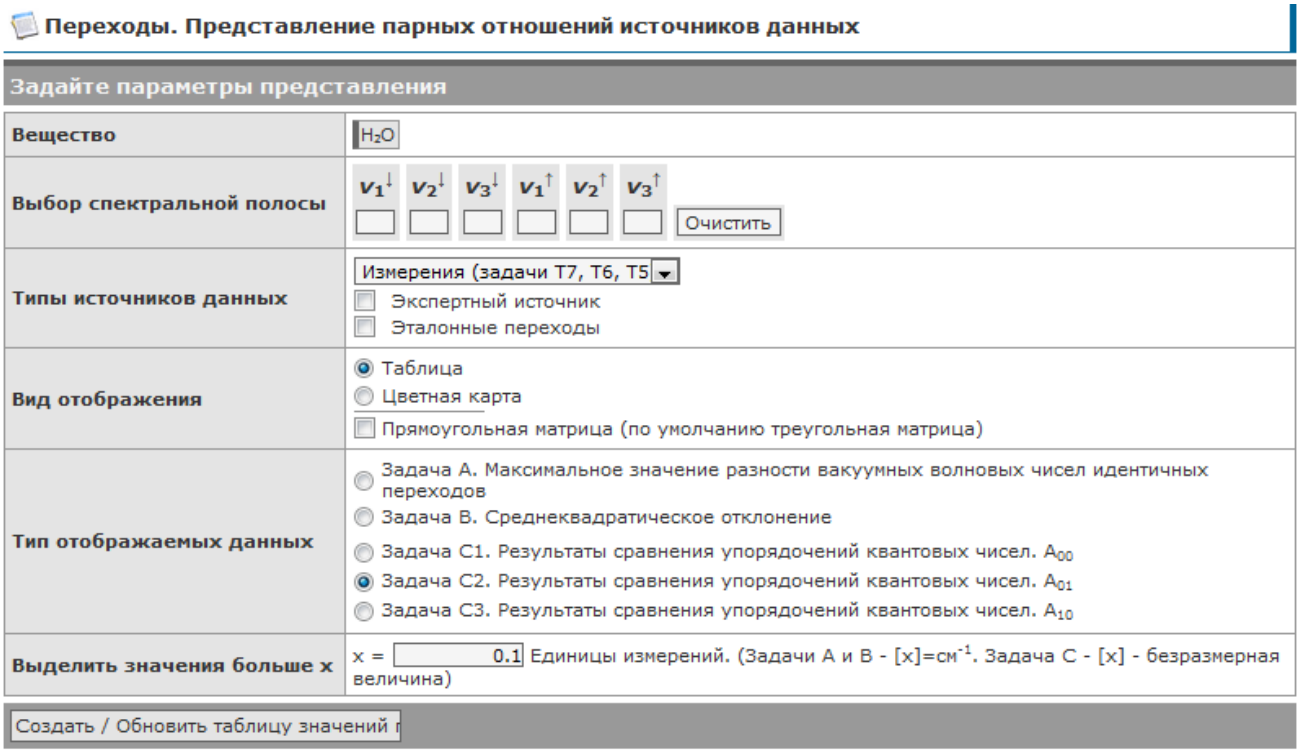


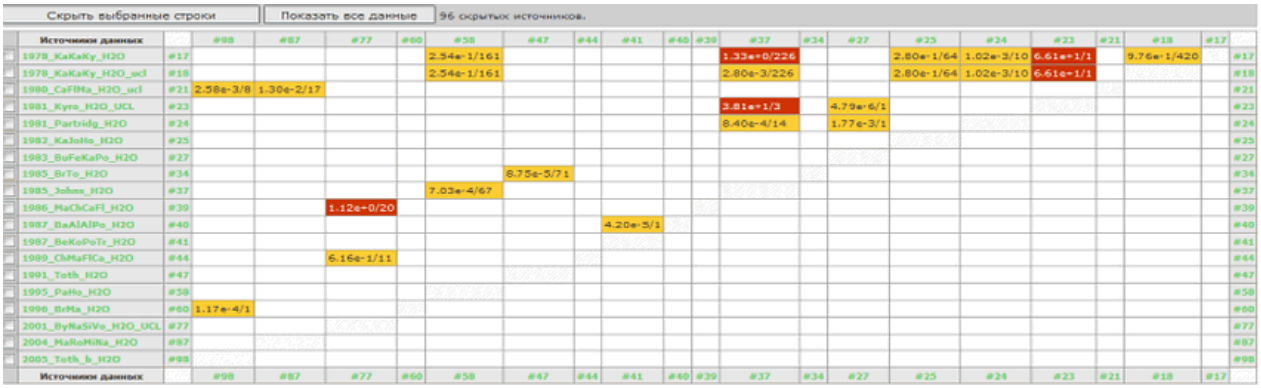
Рис. 3.А). Интерфейс для задания типа бинарного отношения, определяемого задачей (A, B, C), и параметров, характеризующие представление данных.

На рис.3А показан интерфейс для выбора молекулы, источников данных определенного типа, способа представления и результатов согласования по определенной задаче. Параметром x можно задать критическое значение, при превышении которого выделяются пары источников данных, не удовлетворяющие такому ограничению. Представление результатов для трех задач показаны ниже на рис.3Б-Г. Если исследователю необходим просмотр результатов согласования данных для отдельной спектральной полосы, он может достичь этого выбором соответствующей полосы в представленном интерфейсе.

Из анализа результатов согласования, представленных на этих рисунках, следует, что данные могут быть согласованы по одним показателям, но не согласованы по другим. Например, источники данных 1980_CaFlMa и 2004_MaRoMiNa согласованы по максимальной разности волновых чисел и интегральному среднеквадратическому отклонению, но имеют слабое разупорядочение квантовых чисел. Источники 1978_KaKaKy и 1995_PaHo согласованы по показателю схожести и среднеквадратическому отклонению, но не согласованы по максимальной разности. Источники 1986_MaChCaFl и 2001_ByNaSiVo не согласованы по максимальной разности и среднеквадратическому отклонению, но согласованы по показателю схожести.



3.Б) Максимальное значение разности вакуумных волновых чисел идентичных переходов



3.В) Интегральное среднеквадратическое отклонение

Источники данных		#98	#87	#77	#60	#58	#47	#44	#41	#40	#39	#37	#34	#27	#25	#24	#23	#21	#18	#17	
1978_KaKaKy_H2O	#17					0/161						1/226			0/64	0/10	0/1		1/420		#17
1978_KaKaKy_H2O_ucl	#18					0/161						0/226			0/64	0/10	0/1				#18
1980_CaFlMa_H2O_ucl	#21	0/8	1/17																		#21
1981_Kyro_H2O_UCL	#23											1/3		0/1							#23
1981_Partridg_H2O	#24											0/14		0/1							#24
1982_KaJoHo_H2O	#25																				#25
1983_BuFeKaPo_H2O	#27																				#27
1985_BrTo_H2O	#34						0/71														#34
1985_Johns_H2O	#37					0/67															#37
1986_MaChCaFl_H2O	#39			0/20																	#39
1987_BaAlAlPo_H2O	#40								0/1												#40
1987_BeKoPoTr_H2O	#41																				#41
1989_ChMaFlCa_H2O	#44			0/11																	#44
1991_Toth_H2O	#47																				#47
1995_PaHo_H2O	#58																				#58
1996_BrMa_H2O	#60	0/1																			#60
2001_ByNaSiVo_H2O_UCL	#77																				#77
2004_MaRoMiNa_H2O	#87																				#87
2005_Toth_b_H2O	#98																				#98
Источники данных		#98	#87	#77	#60	#58	#47	#44	#41	#40	#39	#37	#34	#27	#25	#24	#23	#21	#18	#17	

3.Г) Результаты сравнения упорядочений (коэффициент A01)

Рис.3. Фрагмент таблицы, представляющий не согласованные пары первичных источников измеренных данных, относящихся к основному изотопологу молекулы воды.

На Рис.3 приводятся результаты согласования 21 источника данных по величине максимальной разности волновых чисел, среднеквадратичному отклонению и показателю схожести. В этом фрагменте таблицы только 12 источников данных содержат переходы, для которых можно найти идентичные, хотя бы в одном из оставшихся 11 источников. В

таблице приведены аббревиатуры публикаций, располагающиеся в таблице в хронологическом порядке, и в соответствующей ячейке таблицы приведено отношение двух чисел. Числитель отношения указывает значение бинарного отношения, а знаменатель – число идентичных переходов в этих источниках данных. Источники данных, не содержащие идентичных переходов с другими публикациями, в таблице не приведены. Жёлтый цвет ячейки таблицы означает, что соответствие между идентичными переходами удовлетворяет заданному критерию, а красный цвет – не удовлетворяет критерию.

Для решения некоторых задач анализа качества данных можно ограничиться качественным просмотром результатов согласования данных. В этом случае из таблиц удаляются количественные характеристики, и вводят цветовое разделение на пары, удовлетворяющие количественным критериям и неудовлетворяющие им. Представленная на Рис.4 таблица содержит значительное число несогласованных вакуумных волновых чисел в источниках данных и является симметричной относительно диагонали.

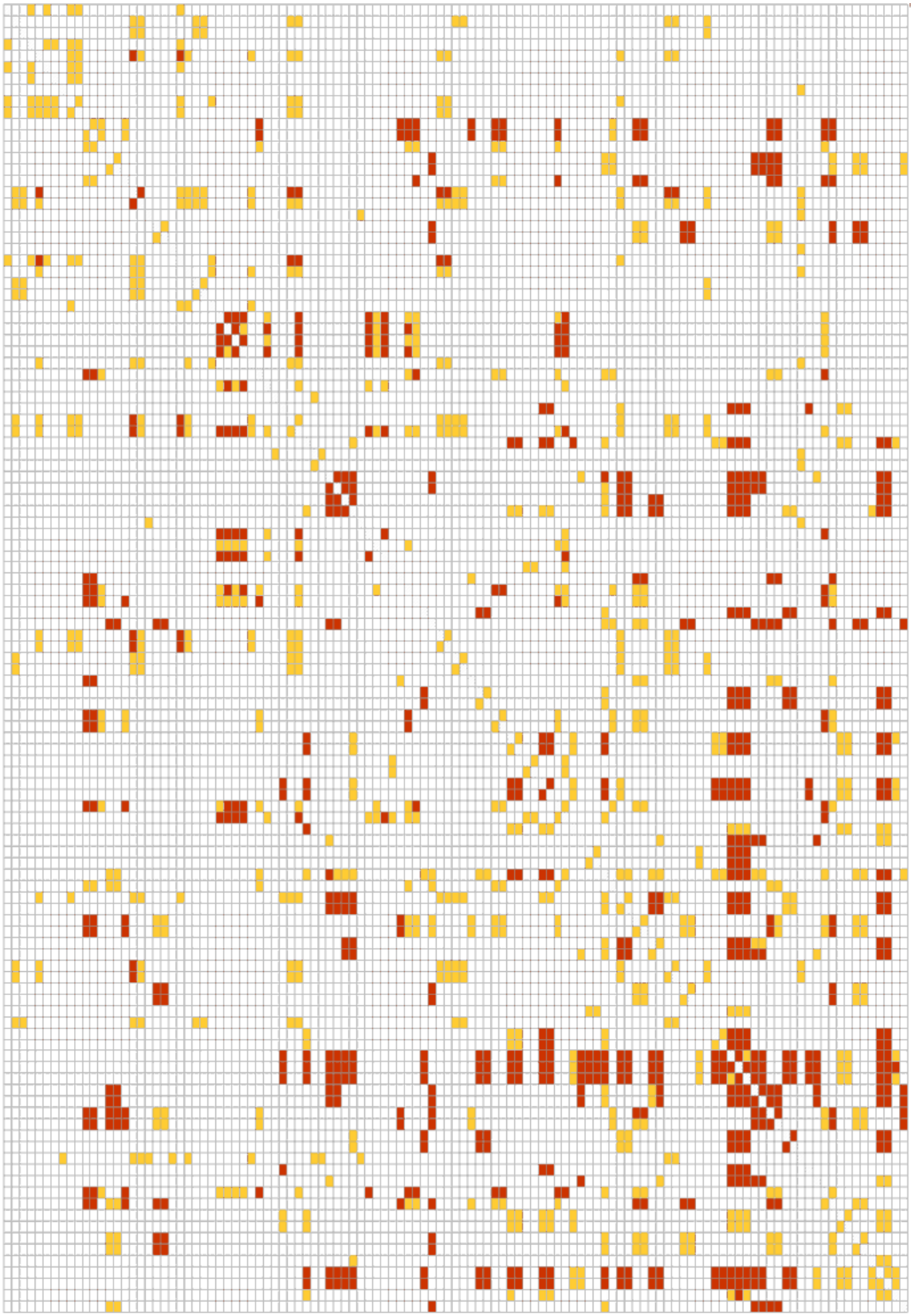
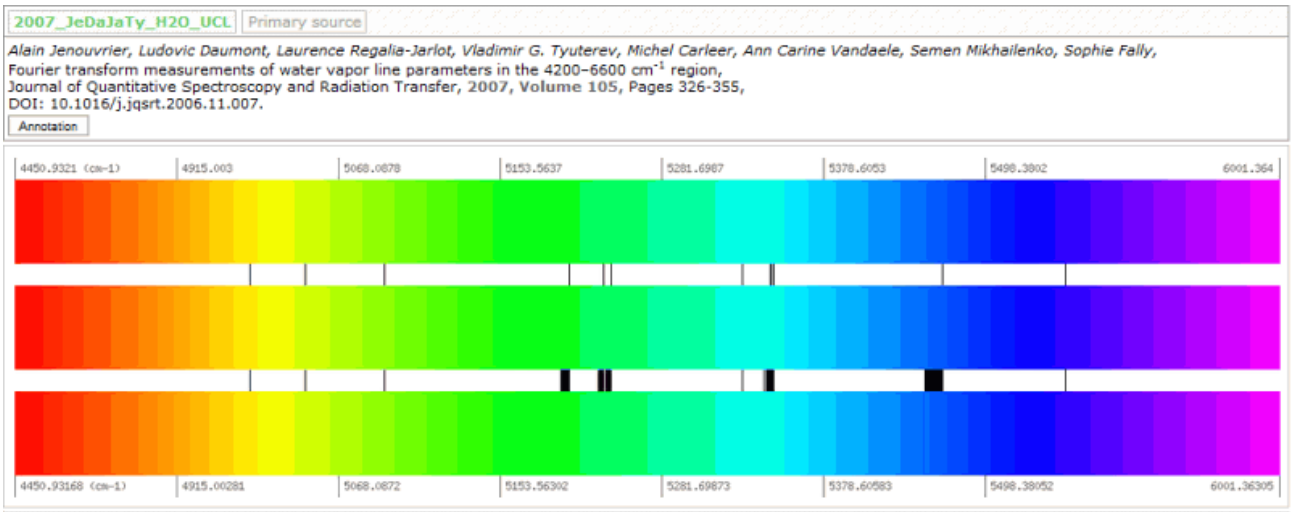


Рис.4. Цветная карта для анализа среднеквадратических отклонений для первичных экспериментальных источников информации по молекуле CO2. (Обозначения: - интегральное среднеквадратическое отклонение меньше 0.01 см-1, - среднеквадратическое отклонение больше 0.01 см-1).

С каждой цветной ячейкой таблицы связан рисунок, обеспечивающий исследователя более детальной информацией о значениях величин, определяющих согласование источников данных.



Comparison of the Data Sources

The Number of Transitions in Identical Ro-Vibrational Bands	$\Delta\omega_{max}$	Vacuum Wavenumbers RMSD	A_{00}	A_{01}	A_{10}
1212	1.12e+1	7.62e-1	82	54	14

Comparison of the Data Sources on Separated Ro-Vibrational Bands

v_1'	v_2'	v_3'	v_1''	v_2''	v_3''	The Number of Transitions in Identical Ro-Vibrational Bands	$\Delta\omega_{max}$	Vacuum Wavenumbers RMSD	A_{00}	A_{01}	A_{10}
0	1	1	0	0	0	471	1.12e+1	1.12e+0	58	24	9
1	1	0	0	0	0	381	7.83e+0	5.36e-1	21	16	2
0	2	1	0	1	0	173	1.05e-2	1.19e-3	1	8	2
0	3	0	0	0	0	154	3.70e-3	5.90e-4	0	4	0
1	2	0	0	1	0	33	1.50e-3	5.90e-4	2	2	1

Рис.5. Детальная информация о величинах, характеризующих пару источников данных (2007_JeDaJaTy, 2005_Toth).

На рисунке явно выделено в каких участках спектра наблюдается нарушения порядка следования переходов, и для каждой пары идентичных полос указаны значения ??max, RMSD и показатели схожести. Рассогласование данных по максимальной разности и RMSD присуще только двум полосам из пяти.

Наконец отметим две наши работы [35, 36] в которых представлены в графическом виде результаты рассогласования в виде графов цвет дуг которых определяет согласованность или не согласованность пар источников данных.

4. Оценка доверия к экспертным данным по критерию опубликования

Задача оценки доверия к экспертным данным состоит в следующем: Пусть физическая величина PQ характеризует состояние или переход в физической системе, а уникальность состояний или переходов определяется фактором qn_i. Пусть имеется множество выбранных экспертами значений физической величины $A = \{PQ(p^i, qn_i)\}$, в котором все

qni уникальны. Пусть $M(p^i_j, qn_j)$ - мультимножество всех опубликованных измеренных значений PQ, содержащее только достоверные значения, а $T(p^i_j, qn_j)$ – мультимножество опубликованных расчетных значений PQ. Пусть на интервале изменения значений PQ из A погрешности измерения Di, разные в силу специфики принципов функционирования приборов (или существуют иные причины дифференциации по величине значений PQ для определения допустимой критерием опубликования величины отклонения экспертных значений PQ от идентичные значений PQ из $M(p^i_j, qn_j)$ и $T(p^i_j, qn_j)$). Найти число значений PQ из A, удовлетворяющих (E) и не удовлетворяющих (F) критерию опубликования и области изменения их значений в каждом из интервалов изменения PQ, характеризуемым Di при условии, что процедура выбора значений экспертами не является явной и контролируемой.

В этом параграфе рассмотрены две задачи: задача формирования количественных ограничений для критерия опубликовании в разных интервалах изменения физических величин и задача декомпозиции экспертных данных. На примере молекулы диоксида углерода описано табличное и онтологическое представление результатов решения задачи декомпозиции.

4.1. Формирование количественных ограничений для критерия опубликования в количественной спектроскопии

Различают два вида критериев опубликования: строгий и слабый. Строгий критерий опубликования требует, при сравнении идентичных переходов экспертного и первичного массива данных, равенства значений физических величин. Слабый критерий основан на проверке неравенства $| p_{expert} - p_{primary}| < p_0$, где p_{expert} , $p_{primary}$ - значения идентичных физических величин (экспертной и первичной), а p_0 – допустимая критерием величина отклонения. В спектроскопии используется слабый критерий опубликования. Более того, число p_0 зависит от области изменения значений физической величины, по которой осуществляется декомпозиция информационных ресурсов.

В этой работе рассмотрена декомпозиция только по вакуумным волновым числам для которых использованы отклонения значения которых в радио-частотном интервале 10^{-6}, в микроволновом – 10^{-5} , в дальнем ИК, в длинноволновом ИК и в среднем ИК – $5*10^{-3}$, в коротковолновом – $5*10^{-2}$, в ближнем ИК и видимом – $5*10^{-3}$.

4.2. Декомпозиции экспертных данных

Экспертные данные в количественной спектроскопии содержат физические величины, характеризующие переходы и состояния, и библиографические ссылки, указывающие, из каких публикаций извлечены значения этих величин. Переходы в количественной спектроскопии описываются набором физических характеристик. К их числу относятся квантовые числа, вакуумные волновые числа, интенсивности, уровни энергии и параметры контура спектральной линии.

Для решения задачи декомпозиции используются входные данные, к числу которых относятся мультимножества опубликованных первичных экспериментальных и теоретических данных. Оценки доверия к экспертным данным включает в себя результаты декомпозиции по каждой физической величине или по всем физическим величинам, удовлетворяющим критериям опубликования для каждой из них. Ниже рассмотрены результат декомпозиции для одной физической величины – вакуумных волновых чисел.

Значимыми для декомпозиции экспертного массива данных являются полнота и согласованность мультимножеств физических величин и величины Dj. Полнота предполагает присутствие в мультимножестве всех опубликованных канонических первичных данных, но допускается случай, когда в нем не присутствуют первичные источники, являющиеся частями включенного в него первичного источника. Параметром, характеризующим количественную характеристику полноты, является список всех первичных источников, использованных при декомпозиции. Согласованность данных определяется количественными характеристиками, описывающими бинарные отношения между идентичными частями источников данных измерений, входящих в мультимножество. При декомпозиции используются не согласованные между собой вычисленные данные, объём которых составляет несколько миллионов записей для каждой из молекул. Для согласования первичных измеренных данных выбраны бинарные отношения между идентичными переходами и колебательно-вращательными полосами. Согласование идентичных переходов определяется по двум типам характеристик: максимально допустимой разнице между значениями идентичных переходов в экспертном массиве и показателям разупорядочения квантовых чисел в сравниваемых данных. Согласование между колебательно-вращательными полосами определяется допустимой величиной их интегрального среднеквадратического отклонения и среднеквадратического отклонения по отдельным колебательно-вращательным полосам. Учитывая тот факт, что большая часть первичных измеренных данных в количественной спектроскопии не согласована (исключение составляют мультимножества переходов, относящиеся к нескольким изотопологам воды [15-17]), на практике применяются оба варианта декомпозиции – декомпозиции по согласованному и несогласованному мультимножествам переходов.

Представление результатов декомпозиции (E, F) в форме, допускающей разделение на расчетные и измеренные данные, позволяет качественно характеризовать доверие. В подавляющем большинстве случаев в количественной спектроскопии доверие к измеренным характеристикам переходов существенно больше, чем к вычисленным.

Приведем два примера оценки доверия экспертных массивов данных из [2,8]. Для изотополога воды $H_2{}^{18}O$ из 9753 переходов, содержащихся в экспертных данных, только 80% переходов совпадает с первичными данными измерений, 33% совпадает с данными вычислений и 85% совпадает с данными измерений и расчетов. Для изотополога диоксида углерода $^{13}CO_2$ из 49777 экспертных переходов только 18% совпадает с измеренными данными и 99% совпадает с данными расчетов. Несмотря на то, что у изотополога диоксида углерода совпадение с первичными данными более полное, доверие к экспертному массиву данных для молекулы $H_2{}^{18}O$ может быть существенно большим.

4.3. Представления оценок доверия к информационным ресурсам

Результаты решения задачи D1 оценки доверия к информационным ресурсам в онтологии информационных ресурсов представлены индивидами класса DecompositionInformationSource (в этой работе используется терминология онтологии версии 6). Декомпозиция осуществляется тремя способами: по экспериментальным первичным данным, по теоретическим первичным данным и по экспериментальным и первичным данным. Этот принцип не зависит от того, по какой физической величине производится проверка критерия опубликования. Проверка критерия опубликования для вакуумных волновых чисел, выполненная в данной работе, использует разбиение интервала изменения волновых чисел (от 0 до 100000 $см^{-1}$) на 12 интервалов, с каждым из которых связана предельная точность, определяющая предел применимости критерия опубликования при проверке экспертного массива.

4.3.1. Табличное представление оценки доверия

Для полной оценки качества экспертных данных по критерию опубликования приведем результаты наших исследований на примере молекулы диоксида углерода. Таблица, отображенная на Рис.6, содержит результаты декомпозиции экспертных данных, относящихся к основному изотопологу молекулы диоксида углерода CO2. Она является часть описания свойств экспертного источника данных. В верхней части таблицы размещены интервалы изменения значений вакуумных волновых чисел молекулы. Имеющиеся в настоящее время данные относятся к интервалам от дальнего до ближнего инфракрасного диапазона. Декомпозиция проведена тремя способами: по теоретическим данным, по экспериментальным данным и по совокупности теоретических и экспериментальных данных. При разложении по первым двум способам предоставляется информация по каждому первичному источнику данных, с которым экспертные данные имеют идентичные переходы, удовлетворяющие критерию опубликованию и интервал изменения волновых чисел этих доверяемых чисел.

Декомпозиция экспертного источника данных

Нотация квантовых чисел: HitranNotation — Просмотреть результаты декомпозиции

Тип декомпозиции.	*Вакуумные волновые числа*												
	Радио	*Микро-волновой*	*Дальний ИК*	*Длинно-волновой ИК*	*Средний ИК*	*Коротко-волновой ИК*	*Ближний ИК*	*Видимый*	*Ближний УФ*	*Средний УФ*	*Дальний УФ*	*Рентгеновский*	*Все диапазоны*
Декомпозиция по расчетным данным	Интервал [630.0, 1250.0). Точность сравнения 0.005. Единицы измерения [1/см].												
2003_TaPeTeBy_a_CO2			*436.123 629.983 [2730]*	*630.007 1110.727 [7905]*	*1801.972 3299.927 [9536]*	*3300.370 6988.655 [15439]*	*7248.072 8309.764 [1025]*						*436.123 8309.764 [36635]*
1965_GoMc_CO2			*585.718 628.931 [28]*	*630.482 754.655 [187]*									*585.718 754.655 [215]*
Сомнительные волновые числа			*593.844 612.242 [13]*	*649.453 801.156 [52]*	*1955.339 2396.667 [84]*	*3476.214 6851.044 [46]*	*7416.308 9531.635 [69]*						*593.844 9531.635 [264]*
Декомпозиция по данным измерений													
2007_Horneman_CO2			*593.660 628.931 [42]*	*630.482 749.841 [224]*									*593.660 749.841 [266]*
1983_JoKaHo_CO2			*584.123 629.233 [56]*	*630.482 752.832 [302]*									*584.123 752.832 [358]*
Сомнительные волновые числа			*352.066 629.991 [7592]*	*630.007 1197.483 [19286]*	*1418.392 3299.983 [25151]*	*3300.075 6999.862 [46782]*	*7000.026 12783.875 [9059]*						*352.066 12783.875 [107870]*
Декомпозиция по данным измерений и расчетов													
Сомнительные волновые числа			*593.844 612.242 [13]*	*649.453 801.156 [52]*	*1955.339 2396.667 [84]*	*3476.214 6821.572 [26]*	*7416.308 9531.301 [27]*						*593.844 9531.301 [202]*

Рис. 6. Табличное представление результатов декомпозиции экспертных данных по молекуле CO2, извлеченных из работы [8].

Размещенная в ячейки таблицы колонка чисел описывает нижнюю и верхнюю границы изменения доверительных волновых чисел в указанном интервале, а в квадратных скобках помещено число доверительных волновых чисел. Данное число является также гиперссылкой на таблицу, изображенную на рис. 7 в которой в явном виде показаны доверительные волновые и числа и разность их величин. Для каждого из способов декомпозиции в строках «Сомнительные волновые числа» представлены интервалы изменения волновых чисел и их число. Число в квадратных скобках также является гиперссылкой на таблицу, содержащую сомнительные волновые числа полученные при соответствующем способе декомпозиции.



Рис.7. Табличное представление идентичных переходов, удовлетворяющих критерию опубликования в ближнем ИК диапазоне.

Таблица 1 содержит результаты декомпозиции экспертных данных из работы [8] для всех изотопологов этой молекулы. В ней результаты исследования представлены в колонках (от радиочастотного диапазона до видимого диапазона). Экспертные источники данных характеризуются аббревиатурой и библиографической ссылкой. В первой колонке указаны изотопологи воды. Последующие колонки содержат числа, описывающие проценты содержания в указанном диапазоне сомнительных волновых чисел. Отметим, что до сих пор не проведен анализ полноты для данных о изотопологов молекулы CO2 и не опубликованы результаты согласования согласование данных.

Таблица 1. Результаты декомпозиции экспертных данных [8] для 6 изотопологов диоксида углерода.

Интервал декомпозиции	Вакуумные волновые числа						
	Микроволновой	Дальний ИК	Длинноволновой ИК	Средний ИК	Коротковолновой ИК	Ближний ИК	Все диапазоны
$^{12}C^{16}O_2$	128170						
Сомнительные данные		13	53	84	26	27	202
$^{12}C^{16}O^{17}O$	19264						
Сомнительные данные		38	187	29	926	0	1180
$^{12}C^{16}O^{18}O$	79958						
Сомнительные данные	7	79	944	214	433	0	1677
$^{13}C^{16}O_2$	49777						
Сомнительные данные		0	0	81	41	1	123
$^{13}C^{16}O^{17}O$	2953						
Сомнительные данные		127	364	590	0		1089
$^{12}C^{17}O^{18}O$	821						

Сомнительные данные		6	59	90	0		155

В серых полях таблицы указано число сомнительных переходов в соответствующем диапазоне. Числа напротив химических формул молекул соответствуют числу переходов в экспертных данных.

4.3.2. Онтологическое представление оценки доверия

Разбиение интервала изменения волновых чисел (от 0 до 100000 $см^{-1}$) на 12 интервалов приводит к необходимости создания 17 классов в онтологии, описывающей доверие к вакуумным волновым числам, содержащихся в экспертных информационных ресурсах. Четыре класса связаны со способами декомпозиции (пример класса DescriptionUnderExperimentalPrimaryInformationSource Decomposition) и тринадцать классов с интервалами декомпозиции (пример класса DecompositionInFarInfraredRangeDescription). Два класса TrustedDescription и DistrustedDescription содержат элементы, описывающие число доверяемых и сомнительных вакуумных волновых чисел и интервалы изменения этих волновых чисел.

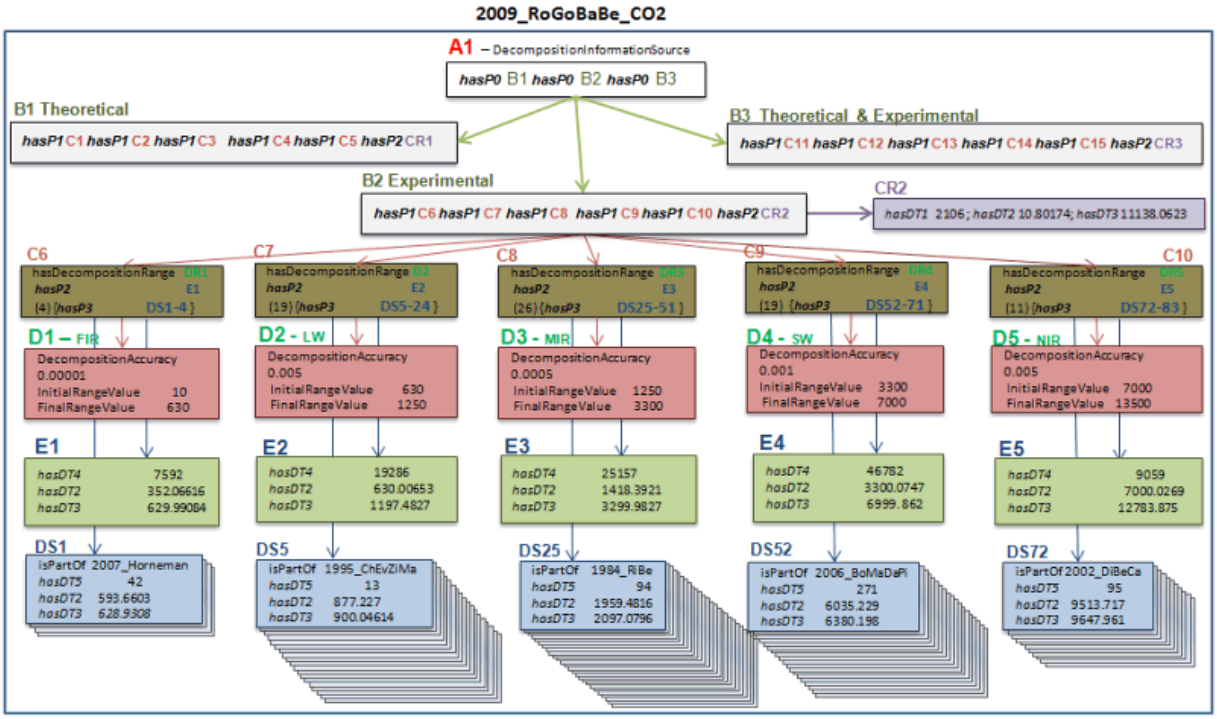


Рис.8. Структура индивида, характеризующего оценку доверия к экспертным данным по молекуле CO_2.

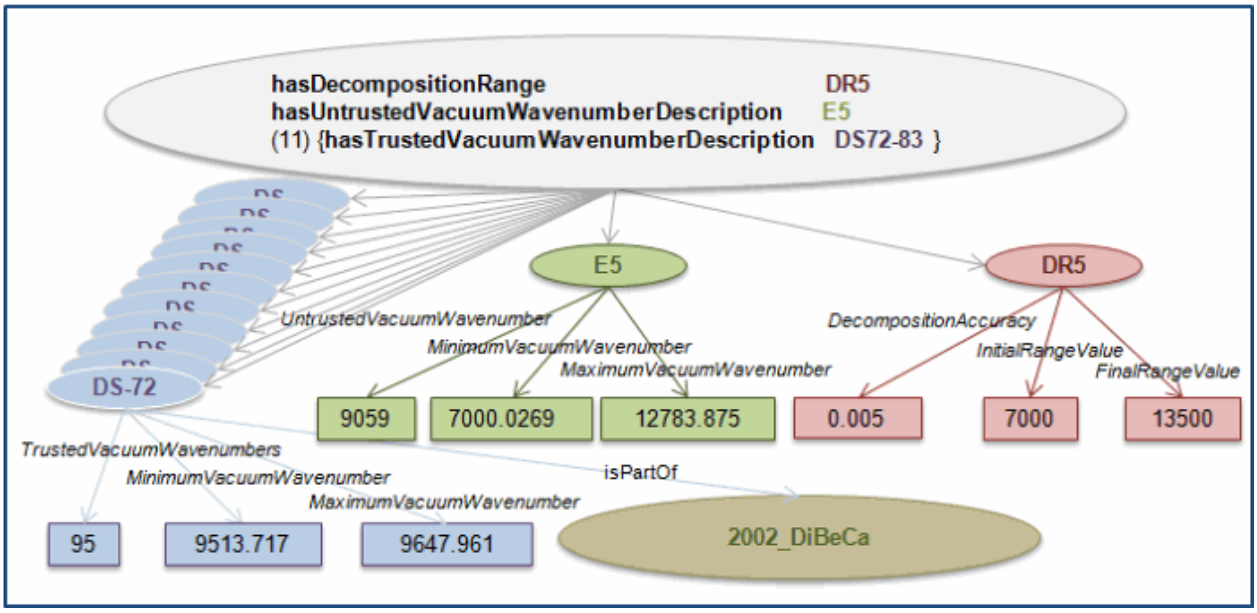


Рис. 9. Фрагмент рис.7, показывающий в деталях структуру индивида класса **DecompositionNearInfraredRangeDescription** (C10).

Структура индивида этого класса представлена на рис.9. Этот индивид обладает тремя объектными свойствами, значениями которых являются индивиды DR, E, DS, описывающие интервал декомпозиции, сомнительные и доверительные характеристики экспертных данных в этом диапазоне, соответственно. Доверительные характеристики отнесены к каждому из первичных источников данных, которые имеют идентичные переходы с экспертными данными, и волновые числа этих переходов удовлетворяют ограничению заданному критерием опубликования в этом диапазоне. На рис. 9 представлены свойства только одного из индивидов DS, а свойства индивида 2002_DiBeCa не показаны. Последний индивид является источником информации, описывающим свойства решения задачи T6, опубликованного в работе [24], используя при этом 100 аксиом.

Принимая во внимание остальные индивиды, характеризующие доверительные переходы экспертных данных, а также подобные индивиды, соответствующие другим интервалам декомпозиции и разложениям по разным комбинациям первичных источников данных получаем детальное описание доверительной части переходов по вакуумным волновым числам.

Рассмотрим вопрос, относящийся к качеству данных, связанный с критерием опубликования. Какие волновые числа в экспертных данных в ближнем инфракрасном диапазоне являются доверяемыми и какие волновые числа являются сомнительными при декомпозиции по измеренным и предсказанным данным? Класс **DecompositionNearInfraredRangeDescription** определен с помощью ограничений на значения свойств (используется манчестерский синтаксис для онтологии версии 6) и они приведены ниже.

(hasTrustedDescription **some** TrustedVacuumWavenumberDescription

or

hasUntrustedDescription **some** UntrustedVacuumWavenumberDescription)

and

(hasDecompositionRange value NearInfraredDecompositionRange)

Подобные ограничения используются для определения остальных 20 классов прикладной онтологии.

Онтология, описывающая оценку доверия к экспертным информационным ресурсам (см. http://wadis.saga.iao.ru/ saga2/meta/get/V5_CO2_Expert_T6_DecompositionFor_global.owl), обладает выразительностью ALCHOIN(D).

5. Заключение

В работе исследовано качество экспертных спектральных ресурсов, относящихся к молекуле диоксида углерода. Исследование опирается на первичные данные, извлеченные из более чем 700 источников, размещенные в ИС W@DIS [13] и обеспеченные семантическими аннотациями. Аннотации содержат информацию о достоверности и степени согласования спектральных данных и доступны для пользователей в форме OWL-онтологий и через пользовательские интерфейсы.

Для оценки доверия к экспертным ресурсам используется критерий опубликования с ограничениями, количественные значения которых приведены для ряда интервалов изменения вакуумных волновых чисел. Описаны интерфейсы для просмотра пользователями части семантических аннотаций, представляющих пользователям информацию о доверяемых и сомнительных вакуумных волновых числах. Оценка доверия к экспертным ресурсам выполнена для экспертных значений вакуумных волновых чисел [8]. Показано, что подавляющее число волновых чисел из экспертных данных по молекуле диоксида углерода и ее изотопологов взято из расчетных данных для основного изотополога число сомнительных данных составляет 10^{-3}%. Число сомнительных данных для других изотопологов существенно выше ($^{12}C^{16}O^{17}O$ – 6%, $^{12}C^{16}O^{18}O$ – 2%, $^{13}C^{16}O_2$ – 0.2%, $^{13}C^{16}O^{17}O$ – 37% и $_{12}C_{17}O_{18}O$ – 18%).

Планируется применить вычисленную онтологическую базу знаний для построения экспертной системы для оценки информационных ресурсов и семантического поиска информационных ресурсов в количественной спектроскопии и Виртуальном центре атомных и молекулярных данных [5]. Такая база знаний, с одной стороны, позволяет проводить анализ сторонних для нас экспертных данных по ряду молекул, а с другой - формировать для экспертов согласованные с опубликованными данными экспертные данные, предоставляя экспертам количественные оценки достоверности и доверия таких данных.

Данная статья является пятой частью серии статей об онтологической базе знаний в молекулярной спектроскопии [14, 24, 25, 37].

Авторы благодарны Российскому фонду фундаментальных исследований за финансовую поддержку работы (гранты 11-07-00660-а и 13-07-00411) и Лаврентьеву Ф.А. за помощь в подготовке и импорте опубликованных первичных данных, содержащих спектральные характеристики молекулы диоксида углерода и ее изотопологов.

Литература

1. Richard C., New section of the HITRAN database: Collision-induced absorption (CIA) / Richard C., Gordon I.E., Rothman L.S., Abel M., Frommhold L., Gustafsson M., Hartmann J.-M., Hermans C., Lafferty W.J., Orton G.S., Smith K.M., Tran H. // Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, Volume 113, Issue 11, July 2012, Pages 1276–1285.

2. Jacquinet-Husson N., The 2009 edition of the GEISA spectroscopic database / Jacquinet-Husson N., Crepeau L., Armante R., Boutammine C., Chedin A., Scott N.A., Crevoisier C., Capelle V., Boone C., Poulet-Crovisier N., Barbe A., Campargue A., Chris Benner D., Benilan Y., Bezard B., Boudon V., Brown L.R., Coudert L.H., Coustenis A., Dana V., Devi V.M., Fally S., Fayt A., Flaud J.-M., Goldman A., Herman M., Harris G.J., Jacquemart D., Jolly A., Kleiner I., Kleinbohl A., Kwabia-Tchana F., Lavrentieva N., Lacome N., Li-Hong Xu, Lyulin O.M., Mandin J.-Y., Maki A., Mikhailenko S., Miller C.E., Mishina T., Moazzen-Ahmadi N., Muller H.S.P., Nikitin A., Orphal J., Perevalov V., Perrin A., Petkie D.T., Predoi-Cross A., Rinsland C.P., Remedios J.J., Rotger M., Smith M.A.H., Sung K., Tennyson J., Toth R.A., Vandaele A.-C., J. Vander Auwera // Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, Volume 112, Issue 15, October 2011, Pages 2395-2445.

3. Chance K., An improved high-resolution solar reference spectrum for earth's atmosphere measurements in the ultraviolet, visible, and near infrared / Chance K., Kurucz R.L. // Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, Volume 111, Issue 9, June 2010, Pages 1289–1295.

4. Hase F., The ACE-FTS atlas of the infrared solar spectrum / Hase F., Wallace L., McLeod S.D., Harrison J.J., Bernath P.F. // Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, Volume 111, Issue 4, March 2010, Pages 521–528.

5. Dubernet M.L., Virtual atomic and molecular data centre / Dubernet M.L., Boudon V., Culhane J.L., Dimitrijevic M.S., Fazliev A.Z., Joblin C., Kupka F., Leto G., Le Sidaner P., Loboda P.A., Mason H.E., Mason N.J., Mendoza C., Mulas G., Millar T.J., Nunez L.A., Perevalov V.I., Piskunov N., Ralchenko Y., Rixon G., Rothman L.S., Roueff E., Ryabchikova T.A., Ryabtsev A., Sahal-Brechot S., Schmitt B., Schlemmer S., Tennyson J., Tyuterev V.G., Walton N.A., Wakelam V. and Zeippen C.J. // Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, 2010, Volume 111, Issue 15, Pages 2151-2159.

6. Cami, J., SPECTRAFACTORY.NET: A database of molecular model spectra / Van Malderen, R., Markwick, A.J. // Astrophysical Journal, Supplement Series, Volume 187, Issue 2, 2010, Pages 409-415 DOI: 10.1088/0067-0049/187/2/409.

7. Rothman L.S., HITEMP, the high-temperature molecular spectroscopic database / Rothman L.S., Gordon I.E., Barber R.J., Dothe H., Gamache R.R., Goldman A., Perevalov V.I., Tashkun S.A., Tennyson J. // Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, Volume 111, Issue 15, October 2010, Pages 2139-2150.

8. Rothman L.S., The HITRAN 2008 molecular spectroscopic database / Gordon I.E., Barbe A., Benner D.Chris, Bernath P.F., Birk M., Boudon V., Brown L.R., Campargue A., Champion J.-P., Chance K., Coudert L.H., Dana V., Devi V.M., Fally S., Flaud J.-M., Gamache R.R., Goldman A., Jacquemart D., I. // Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiation Transfer, 2009, Volume 110, Issue 9, Pages 533-572.

9. Toth R.A., Spectroscopic database of CO2 line parameters: 4300–7000 cm-1 / Toth R.A., Brown L.R., Miller C.E., Malathy Devi V. and Benner D.Chris // Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiation Transfer, 2008, Volume 109, Issue 6, Pages 906-921.

10. Tran H., Tran H., Model, software and database for line-mixing effects in the ?3 and ?4 bands of CH4 and tests using laboratory and planetary measurements—II: H2 (and He) broadening and the atmospheres of Jupiter and Saturn / Tran H., Flaud P.-M., Fouchet T., Gabard T., Hartmann J.-M. // Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, Volume 101, Issue 2, September 2006, Pages 306–324.

11. Tran H., Model, software and database for line-mixing effects in the ?3 and ?4 bands of CH4 and tests using laboratory and planetary measurements—I: N2 (and air) broadenings and the earth atmosphere / Tran H., Flaud P.-M., Gabard T., Hase F., von Clarmann T., Camy-Peyret C., Payan S., Hartmann J.-M., , Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, Volume 101, Issue 2, September 2006, Pages 284–305.

12. Лаврентьев Н.А., Сравнение спектральных массивов данных HITRAN и GEISA с учетом ограничения на опубликование спектральных данных / Лаврентьев Н.А., Макогон М.М., Фазлиев А.З. // Оптика атм. и океана. 2011. Т.24. №4. С.279-292.

13. Информационная система W@DIS, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://wadis.saga.iao.ru

14. Лаврентьев Н.А., Базы знаний для описания информационных ресурсов в молекулярной спектроскопии 2. Модель данных в количественной спектроскопии / Лаврентьев Н.А., Привезенцев А.И. Фазлиев А.З. // Электронные библиотеки, 2011, т. 14, в.2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2011/part2

15. Tennyson J., IUPAC Critical Evaluation of the Rotational-Vibrational Spectra of Water Vapor. Part I. Energy Levels and Transition Wavenumbers for H217O and H218O / Tennyson J., Bernath P.F., Brown L.R., Campargue A., Carleer M. R., Csaszar A.G., Gamache R.R., Hodges J.T., Jenouvrier A., Naumenko O.V., Polyansky O.L., Rothman L.S., Toth R.A., Vandaele A.C., Zobov N.F., Daumont L., Furtenbacher T., Fazliev A., Gordon I.E., Mikhailenko S.N., Shirin S.V. // Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, 2009, v.110, no.9-10, p.573-596.

16. Tennyson J., IUPAC Critical Evaluation of the Rotational-Vibrational Spectra of Water Vapor. Part II. Energy Levels and Transition Wavenumbers for HD16O, HD17O, and HD18O / Tennyson J., Bernath P.F., Brown L.R., Campargue A., Carleer M. R., Csaszar A.G., Daumont L., Gamache R.R., Hodges J.T., Naumenko O.V., Polyansky O.L., Rothman L.S., Toth R.A., Vandaele A.C., Zobov N.F., Fall S., Furtenbacher T., Fazliev A., Gordon I.E., Shui-Ming Hu, Mikhailenko S.N., Voronin B.A. // Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, 2010, v.111, no.15, p. 2160-2184.

17. Tennyson J., IUPAC Critical Evaluation of the Rotational-Vibrational Spectra of Water Vapor. Part III. Energy Levels and Transition Wavenumbers for H216O / Tennyson J., Bernath P.F., Brown L.R., Campargue A., Csaszar A.G., Daumont L., Gamache R.R., Hodges J.T., Naumenko O.V., Polyansky O.L., Rothman L.S., Vandaele A.C., Zobov N.F., Al Derzi A.R., Fabrie C., Fazliev A., Furtenbacher T., Gordon I.E., Lodi L., Mizus I. // Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, 2013, v.117, no., p.29-58.

18. Половцева Е.Р., Информационная система для решения задач молекулярной спектроскопии. 5. Колебательно-вращательные переходы и уровни энергии молекулы H2S / Половцева Е.Р., Лаврентьев Н.А., Воронина С.С., Науменко О.В., Фазлиев А.З. // Оптика атм. и океана. 2011, Т.24, №10, с. 898-905.

19. Tashkun S.A., Critical evaluation of measured pure-rotation and rotation-vibration line positions and an experimental dataset of energy levels of 12C16O in X1?+ state / Tashkun S.A., Velichko T.I. and Mikhailenko S.N. // Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, Volume 111, Issue 9, June 2010, Pages 1106-1116,

20. Voronina S.S., Systematization of the published spectroscopic parameters of ammonia / Voronina S.S., Yurchenko S.N. and Fazliev A.Z. // Abstracts of the 22-nd Colloquium on High Resolution Molecular Spectroscopy, 2011, p.163.

21. Lavrentiev N.A., Complete set of published spectral data on CO2 molecule / Lavrentiev N.A., Privesentsev A.I., Filippov N.N., and Fazliev A.Z. // Abstracts of the 22-nd Colloquium on High Resolution Molecular Spectroscopy, Dijon, 2011, p.353.

22. Voronina S.S., Systematization of Published Spectral Data on N2O and OCS molecules and Isotopologues / Voronina S.S., Privezentsev A.I., and Fazliev A.Z.,. Abstracts of the 23-nd Colloquium on High Resolution Molecular Spectroscopy, Budapest, 2013.

23. Akhlestin A.Y., Systematization of published data on phosphine isotopologoues / Akhlestin A.Y., Voronina S.S., Privesentsev A.I., Fazliev A.Z. // Proc. of SPIE. 18-th Inter. Symp. on Atmos. and Ocean Optics. Atmos. Physics. Irkutsk, Rus. Federation, 2-6 July 2012. V.8696. P.8696-38.

24. Привезенцев А.И., Базы знаний для описания информационных ресурсов в молекулярной спектроскопии 3. Базовая и прикладная онтологии / Привезенцев А.И., Царьков Д.В., Фазлиев А.З. // Электронные библиотеки, 2012, т. 15, в.2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2012/part2

25. Ахлёстин А.Ю., Базы знаний для описания информационных ресурсов в молекулярной спектроскопии 4. Программное обеспечение / Ахлёстин А.Ю., Козодоев А.В., Лаврентьев Н.А., Привезенцев А.И., Фазлиев А.З., , Электронные библиотеки, 2012, т. 15, в.3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://elbib.ru/ index.phtml? page=elbib/ rus/journal/2012/part3/AKLPF

26. Bykov A.D., Distributed information system on atmospheric spectroscopy / Bykov A.D., Fazliev A.Z., Filippov N.N., Kozodoev A.V., Privezentsev A.I., Sinitsa L.N., Tonkov M.V., Tretyakov M.Yu. // Geophysical Research Abstracts, Vol. 9, 01906, 2007 SRef-ID: 1607-7962/gra/EGU2007-A-01906.

27. De Roure D., A Future e-Science Infrastructure / De Roure D., Jennings N., Shadbolt N. // Report commissioned for EPSRC/DTI Core e-Science Programme. 2001. 78p.

28. Ахлёстин А.Ю., Информационная система трехслойной архитектуры / Ахлёстин А.Ю., Лаврентьев Н.А., Привезенцев А.И., Фазлиев А.З. // Труды семинара «Наукоемкое программное обеспечение» 2011, Новосибирск, с.38-43.

29. Crolek T. Matthew, The Six Quests for the Electronic Grail: Current Approaches to Information Quality in WWW Resources // Extrait de la Revue Informatique et Statistique dans les Sciences humaines, XXXII, 1 a 4, 1996. C.I.P.L. - Universite de Liege - Tous droits reserves.

30. Bizer C., Using Context- and Content-Based Trust Policies on the Semantic Web / Bizer C., Oldakowski R. // WWW 2004, May 17-22, 2004, New York, NY USA.

31. O'Hara K., Trust Strategies for the Semantic Web / O'Hara K., Alani H., Kalfoglou Y. and Shadbolt N. // Workshop on Trust, Security, and Reputation on the Semantic Web, 3rd International (ISWC'04), Hiroshima, Japan, 07 - 11 Nov 2004. (2004).

32. Sabater J. Review on Computational Trust and Reputation Models / Sabater J. and Sierra C. // Artificial Intelligence Review, (2005) v.24, p.33–60.

33. Artz D., A survey of trust in computer science and the Semantic Web / Artz D., Gil Y. // Web Semantics: Science, Services and Agents, on the World Wide Web,(2007) 58–71.

34. Gil Y., Towards content trust of web resources / Gil Y., Artz D. // Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web, (2007) 227–239.

35. Апанович З.В., Визуализация парных отношений источников данных в количественной спектроскопии / Апанович З.В., Винокуров П.С., Ахлёстин А.Ю., Привезенцев А.И., Фазлиев А.З. // Материалы 15 Всероссийской конференции «Интернет и современное общество», С-Петербург, 10-12 октября 2012, 2012, с. 7-15.

36. Апанович З.В., Цифровая библиотека научных статей по количественной спектроскопии / Апанович З.В., Винокуров П.С., Ахлёстин А.Ю., Привезенцев А.И., Фазлиев А.З. // Труды 14ой Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» - RCDL’2012, Переславль, с.53-59.

37. Привезенцев А.И., Базы знаний для описания информационных ресурсов в молекулярной спектроскопии. 1. Основные понятия / Привезенцев А.И., Фазлиев А.З. // Электронные библиотеки, т.14, в.1, 2011
http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2011/part1

Приложение 1. Алгоритмы расчета показателей (схожести) разупорядочения A00 и A01.

Показатели разупорядочения количественно описывают разупорядочение. Таких показателей в данной работе три. Каждый из них связан с задачей упорядочения физических величин (в спектроскопии такими величинами могут быть вакуумные волновые числа, интенсивности и т.д., которые связаны с переходами), относящихся к состояниям или переходам физической системы. Значения этих величин измеряются с некоторой точностью, а переходы и состояния идентифицируются наборами чисел (квантовых чисел в спектроскопии).

Рассмотрим два спектральных массива (X,Y), содержащих уникальные идентичные переходы, характеризуемые значениями волновых чисел и квантовыми числами. Упорядочим массивы X и Y по значениям волновых чисел. Одинаково идентифицированные переходы массивов X и Y, в силу ошибок измерений и некорректного приписывания квантовых чисел, могут располагаться в разном порядке. Такая ситуация называется относительным разупорядочением. Она возникает при сравнении массивов содержащих идентичные величины.

Выше введены показатели разупорядочения A_{00}, A_{10} и A_{01}. Здесь сформулированы задачи по вычислению показателей разупорядочения и приведены алгоритмы их решения.

Пусть даны два множества X, Y элементами которых являются переходы. В каждом множестве все переходы уникальны и каждый элемент описывается значением физической величины и квантовыми числами (x_i, k_i) и (y_i, k_i). Пусть элементы X перенумерованы в порядке возрастания x и элементам приписаны порядковые номера (x_i, k_i, i). В элементах множества Y зафиксируем номера номер квантовых чисел соответствующий номеру квантовых чисел в последовательности (x_i, k_i, i) и припишем к элементам Y порядковый номер (y_j, k^i_j, j). Т.к. в последовательностях могут быть сделаны ошибки измерений или некорректные отнесения, то порядки следования квантовых чисел в этих последовательностях могут быть разными.

Отсюда следуют две задачи.

Задача 1. Найти минимальное число перестановок (A_{00}) в последовательности элементов множества Y в результате которых в последовательностях (x_i, k_i, i) и (y_j, k_j, j) порядок следования k_i, и k_j будет одинаковым.

Задача 2. Пусть последовательно, начиная с первого элемента упорядоченной последовательности множества X, сравниваются квантовые числа упорядоченных по значению физических величин множеств X и Y. Если квантовые числа первых двух членов последовательности не совпадают, то их обеих последовательностей удаляют первый член последовательности Y и ему идентичный переход в X. Процедура удаления повторяется до тех пор, пока квантовые числа переходов не совпадут. При совпадении квантовых чисел совпавшие члены последовательностей оставляются в последовательностях, и подобная процедура проводится со вторым членом оставшейся последовательности элементов множества X. Найти число минимальное число (A_{01}) таких удалений которое необходимо сделать в последовательностях X и Y, чтобы члены последовательностей с одинаковыми номерами содержали одинаковые квантовые числа?

Отметим, что показатели разупорядочения неотрицательны и из $A_{00} = 0$ следует $A_{01}=0$ (обратное не верно).

Описание приведенных ниже алгоритмов дано в псевдосинтаксисе языка скриптов PHP.

Алгоритм решения задачи 1.

#Массив сначала отсортированный по физической величине wY с порядковым числом при сортировке idY,

#а затем отсортированный по физической величине wX с порядковым числом при сортировке idX

rowsXY = array(idX1:(idX1,idY1,qnsX1,wX1,wY1), ... ,

idXn:(idXn,idYn,qnsXn,wXn,wYn));

#Число элементов массива rowsXY,/p>

n=count(rowsXY); A00=0;

#Цикл прохода по всем элементам массива rowsXY

for(i=1;i<=n;i++) {(idXi,idYi,qnsXi,wXi,wYi) = rowsXY[i];

#Установить диапазон просмотра перестановок для текущей пары

#Диапазон просмотра перестановок вперед

if(idXi < idYi) {start=idXi;stop=idYi;

#Диапазон просмотра перестановок назад

} elseif(idXi > idYi) {start=idYi;stop=idXi-1;} else {continue;}

#Цикл прохода по диапазону перестановок

for(j=start+1;j<=stop;j++) {(idXj,idYj,qnsXj,wXj,wYj) = rowsXY[j];

#Диапазон просмотра перестановок вперед

if(idXi < idYi) {if(idYi > idYj) {A00+=1;}

#Диапазон просмотра перестановок назад

} elseif(idXi > idYi) {if(idYi < idYj) {A00+=1;}}}}

Алгоритм решения задачи 2.

#Ассоциативный массив отсортированный по физической величине wX

rowsX = array(1:(qnsX1,wX1), ... , n:(qnsXn,wXn));

```
#Ассоциативный массив отсортированный по физической величине wY

rowsY = array(1:(qnsY1,wY1), ... , n:(qnsYn,wYn));

#Число элементов массива rowsX

n=count(rowsX);

#Ассоциативный массив исключённых индексов из массива rowsX

exX = array();

#Ассоциативный массив исключённых индексов из массива rowsY

exY = array();

#Ассоциативный массив исключённых переходов из первого источника информации
идентичный исключенным переходам второго источника

D = array();

#Цикл прохода по всем элементам массива rowsX

for(i=1;i<=n;i++) {

#Если индекс исключен, то перейти на следующую итерацию цикла rowsX

if (in_array(i, exX)) {continue;}(qnsXi, wXi) = rowsX[i];

#Установить индекс просмотра массива rowsY от текущего индекса просмотра массива
rowsX

j=i;

#Найти следующий, не исключенный индекс массива rowsY

while(in_array(j, exY)) {j+=1;}

#Цикл прохода по всем элементам массива rowsY от j и до конца массива

while(j<=n) {(qnsYj, wYj) = rowsY[j];

#Если квантовые числа совпадают, то переход к следующей итерации

if (qnsXi==qnsYj){exY[] = j;break;} else {

#Установить индекс просмотра вложенного цикла по массиву rowsX от следующего
значения главного индекса просмотра массива rowsX

k=i+1;

#Вложенный цикл прохода по всем элементам массива rowsX от k и до конца массива
```

```
while(k<=n) {

#Если индекс исключен, то перейти на следующую итерацию вложенного цикла rowsX

if (in_array(k, exX)) {k+=1;continue;} (qnsXk, wXk) = rowsX[k];

#Если квантовые числа совпадают, то заносим индексы в списки исключения и
записываем найденную пару в массив исключенных переходов

if (qnsXk==qnsYj){exX[] = k;exY[] = j;D[k] = (qnsXk, (wXk, wYj));break;} else {k+=1;}}

j+=1;}}}

A01 = count(D)
```

Об авторах

Ахлёстин Алексей Юрьевич – программист Центра интергированных информационных систем Института оптики атмосферы им. В.Зуева СО РАН, e-mail: lexa@iao.ru

Лаврентьев Николай Александрович – научный сотрудник Центра интергированных информационных систем Института оптики атмосферы им. В.Зуева СО РАН, e-mail: lnick@iao.ru

Привезенцев Алексей Иванович – к.т.н., научный сотрудник Центра интегрированных информационных систем Института оптики атмосферы им. В.Зуева СО РАН, e-mail: remake@iao.ru

Фазлиев Александр Зарипович – к.ф.-м.н., заведующий Центром интегрированных информационных систем Института оптики атмосферы им. В.Зуева СО РАН.

Computed knowledge base for descrbing information resources in molecular spectroscopy. 5. Expert data quality

Akhlyostin A.Yu., Lavrentiev N.A., Privezentsev A.I., Fazliev A.Z.

Abstract

It is shown that trust in the content of information resources can be assessed by means of a publishing criterion, with the information recourses being of the trusted and distrusted type. The task of assessment of trust consists of four subtasks: (1) building multisets of physical quantities available in primary data sources, (2) alignment of values of physical quantities, (3) formulation of quantitative restrictions for publishing criterion in different ranges of change of physical quantities, and (4) decomposition of expert data. Spectral data publishing criteria and restrictions required for solving data alignment tasks are outlined. Alignment results have been tabulated. Using vacuum wavenumbers as an example, restrictions inherent in publishing criteria are formulated. The assessment of the content trust obtained from solutions to the tasks of decomposition f expert data are presented as the OWL-ontologies. Building knowledge bases of this kind at virtual data centers intended for data intensive science will provide realization of an automatic selection of spectroscopic information resources exhibiting a high degree of trust.

Key words: quantitative spectroscopy, data alignment, content trust, publishing criterion.

Provided for non-commercial research and educational use only.
Not for reproduction or distribution or commercial use.



This article was originally published in a journal published by Elsevier, and the attached copy is provided by Elsevier for the author's benefit and for the benefit of the author's institution, for non-commercial research and educational use including without limitation use in instruction at your institution, sending it to specific colleagues that you know, and providing a copy to your institution's administrator.

All other uses, reproduction and distribution, including without limitation commercial reprints, selling or licensing copies or access, or posting on open internet sites, your personal or institution's website or repository, are prohibited. For exceptions, permission may be sought for such use through Elsevier's permissions site at:

http://www.elsevier.com/locate/permissionusematerial

ELSEVIER

Spectrochimica Acta Part B 62 (2007) 169–176

SPECTROCHIMICA ACTA PART B

www.elsevier.com/locate/sab

Using the van der Waals broadening of the spectral atomic lines to measure the gas temperature of an argon microwave plasma at atmospheric pressure

C. Yubero [a], M.S. Dimitrijević [b], M.C. García [a], M.D. Calzada [a,*]

[a] *Grupo de Espectroscopía de Plasmas, Edificio A. Einstein (C-2), Campus de Rabanales, Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba, Spain*
[b] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade, Serbia*

Received 13 November 2006; accepted 17 February 2007
Available online 24 February 2007

Abstract

The ro-vibrational emission spectra of the molecular species are usually used to measure the gas temperature of a discharge at atmospheric pressure. However, under some experimental conditions, it is difficult to detect them. In order to overcome this difficulty and obtain the temperature, there are methods based on the relation between the gas temperature and the van der Waals broadening of argon atomic spectral lines with a Stark contribution negligible. In this work, we propose a method based on this relation but for lines with a Stark broadening comparable with the van der Waals one.
© 2007 Elsevier B.V. All rights reserved.

Keywords: Plasma spectroscopy; Microwave discharges; Atmospheric pressure; Gas temperature; Atomic spectral lines

1. Introduction

In the last 10 years, applications of microwave-induced discharges (MWDs) have increased in different scientific and technological fields (gas detoxification, surface treatment, chemical analysis, etc.) [1–6]. In order to comprehend the possible advantages of this kind of plasmas for applied purposes such as analytical determination or contaminant gas destruction, it is necessary to know the factors that mainly determine the ability of the discharge to induce some microscopic processes (kinetic discharge). This ability depends on the available energy in the plasma, mainly in the form of kinetic energy of the electrons and the discharge heavy particles (such as atoms and ions), measurable by means of the electron temperature T_e and gas temperature T_g. On the other hand, it is important to know the value of the electron density (n_e), since the electrons transfer the energy from the electromagnetic field to the plasma by collisions with the rest of the particles that constitute it. Optical emission spectroscopy is widely used as a plasma diagnostic means, since it is easy to implement and does not require an expensive equipment. Plasma parameters (T_e, T_g and n_e) can be readily determined from the intensity, broadening and shift of the spectral lines [7,8].

The gas temperature in plasmas is usually measured from the analysis of the rotational spectrum for molecular species present in the discharge, such as the OH species [9,10], N_2^+ [11], CN [12] or C_2 [13]. These species stem from the water traces present as impurities in the carrier gas (OH) or when the plasma is in contact with the air impurities (N_2^+, CN and C_2). However, for microwave plasmas, it is not always easy to detect the spectra of the molecular species. In such cases, the gas temperature can be determined from the Doppler and van der Waals broadenings of emitted atomic spectral lines, which are related to the plasma gas temperature.

There are many authors who analyzed the possibility of using van der Waals broadening of the neutral-argon lines to determine the gas temperature [10,14,15], using for this intention atomic lines with a low effective quantum number of the transition upper level, so that the Stark broadening contribution was negligible. In this work, we propose the use of atomic lines with a high effective quantum number to measure the gas temperature from their van der Waals broadening in an argon surface-wave-sustained discharge (SWD) at atmospheric pressure. For such

* Corresponding author. Tel.: +34 957 211026; fax: +34 957 218627.
E-mail address: fa1cazal@uco.es (M.D. Calzada).
URL: http://www.uco.es/grupos/gep (M.D. Calzada).

0584-8547/$ - see front matter © 2007 Elsevier B.V. All rights reserved.
doi:10.1016/j.sab.2007.02.008

Author's personal copy

lines, used in the proposed method, the Stark broadening is comparable with the van der Waals one.

In order to validate this method, the values of the gas temperature inferred from the atomic lines with those ones obtained from the analysis of the OH molecular specie spectrum, were compared.

2. Broadening of argon atomic spectral lines

In plasmas generated at pressures higher than 100 Torr the profile of the spectral lines can be fitted to a Voigt function, characterized by its full-width at half-maximum (FWHM) w_V, resulting from the convolution of a Gaussian function (w_G) with a Lorentzian function (w_L) [16]. Under such pressure conditions, the whole line broadening is mainly governed by collisional processes perturbing emitters (atoms and molecules). The Lorentzian part of the spectral profiles is due to the dipolar interaction between excited atoms and the induced dipole from the neutral perturbers (the van der Waals effect, w_W), and to the collisions of the emitter atom with the surrounding charged particles (the Stark effect, w_S). On the other hand, there are two more effects that origin the profile Gaussian part: (i) the Doppler broadening (w_D) appearing when the emitter atoms have a continuous velocity distribution depending on their temperature, and (ii) the Instrumental broadening (w_I) which only depends on the device used for the plasma radiation registration. Other effects influencing on the broadening of the lines emitted by plasma (such as self-absorption, Zeeman effect of fine structure of the lines) were negligible under our experimental conditions. Effectively, the influence of self-absorption was negligible because the characteristic length of the plasma along the observation direction was less than 1 mm [17] and both Zeeman [18] and fine structure effects [19] can be neglected in the case of lines emitted by SWD at atmospheric pressure [10,11].

2.1. Van der Waals broadening

The Hindmarsh expression [20], resulting from the Lindholm–Foley theory (see e.g. [21]) based on the impact approximation of the classical Fourier integral theory, is the most frequently used to calculate the van der Waals broadening. This expression can be written as:

$$\gamma = N\bar{v}\sigma_b(\bar{v}) = 2\pi N\bar{v}\int_0^\infty \rho[1-\cos\eta(\rho)]\mathrm{d}\rho \quad (\mathrm{rad/s}) \tag{1}$$

where N is the density of the argon atoms in the ground state, $\bar{v}$ is the average velocity of the perturbing particles given by Eq. (2), $\sigma_b(\bar{v})$ is the effective section and $\eta(\rho)$, given by Eq. (3), is the phase shift produced by a collision, between the radiating and the perturbing atom, with an impact parameter equal to ρ.

$$\bar{v} = \left(kT_g/\pi\mu\right)^{1/2} \tag{2}$$

$$\eta(\rho) = \frac{2}{\hbar\bar{v}}\int_\rho^\infty \frac{r\Delta V(r)}{(r^2-\rho^2)^{1/2}}\mathrm{d}R \tag{3}$$

In Eq. (2), μ is the reduced emitter–perturber mass, T_g is the gas temperature and k is the Boltzmann constant; in Eq. (3), $\hbar$ is the Planck constant and $\Delta V(r)$ is the interaction potential. Hindmarsh et al. [20] took the Lennard–Jones expression for the interaction energy of two atoms at a distance r as:

$$\Delta V \approx \frac{C_{12}}{r^{12}} - \frac{C_6}{r^6} \tag{4}$$

For this potential, the phase shift $\eta(\rho)$ can be obtained in the form:

$$\eta(\rho) = \frac{63\pi}{256\bar{v}}\frac{C'_{12}}{\rho^{11}} - \frac{3\pi}{8}\frac{1}{\bar{v}}\frac{C'_6}{\rho^5} = \beta x^{-11} - x^{-5} \tag{5}$$

with:

$$x = \rho\left(\frac{3\pi}{8}\frac{1}{\bar{v}}|C'_6|\right)^{-\frac{1}{5}} \tag{6}$$

$$\beta = 0.536\bar{v}^{6/5}C'_{12}/|C'^{11/5}_6| \tag{7}$$

where $C_{12} = \hbar C'_{12}$ and $C_6 = \hbar C'_6$.

So, γ can be expressed as:

$$\gamma = 4\pi(3\pi/8)^{2/5}\bar{v}^{3/5}|C'_6|^{2/5}B(\beta)N \tag{8}$$

with:

$$B(\beta) = \int_0^\infty x\sin^2\frac{1}{2}(\beta x^{-11} - x^{-5})\mathrm{d}x \tag{9}$$

But, in the plasmas studied in this work, the collisions among neutral particles are mainly influenced by the van der Waals force, with an interaction potential of:

$$\Delta V \approx -\frac{C'_6}{r^6} \tag{10}$$

The C'_6 coefficient in Eq. (10), may be expressed as:

$$C_6 = e^2\alpha a_0^2 <\bar{R}^2> \tag{11}$$

a_0 being the Bohr radius, α the atomic polarizability of the argon neutral perturber (equal to 16.54×10^{-25} cm^{-3}) and $<\bar{R}^2> = <\bar{R}^2_U> - <\bar{R}^2_L>$ is the difference of the square radius of the emitting atom in the upper and lower levels. In the Coulomb approximation, this value can be calculated by applying:

$$<\bar{R}^2_i> = \frac{1}{2}n^{*2}\left[5n^{*2} + 1 - 3l(l+1)\right] \tag{12}$$

with i = U and L

for $<\bar{R}^2_U>$ and $<\bar{R}^2_L>$, where l is the electron orbital quantum number. In this expression, n^{*2} is obtained from the hydrogenic approximation as

$$n^{*2} = \frac{E_H}{E_{IP} - E_j} \tag{13}$$

Author's personal copy

Here, E_{IP} is the ionization energy of the argon atom, E_H is the ionization energy of hydrogen atom and E_j is the excitation energy of the considered energy level of argon atom.

Thus, for the plasmas studied it is possible to simplify the Hindmarsh expressions (Eqs. (4)–(7)) for a Lennard–Jones potential, considering $C'_{12}=0$ and the corresponding van der Waals broadening in rad/s becomes:

$$2\gamma \approx 1.54\left(\alpha<\bar{R}^2>\right)^{2/5}\left(\frac{T_g}{\mu}\right)^{3/10} N \tag{14}$$

where N can be obtained from the equation of the ideal gas.

Taking into account that:

$$w_W = \frac{\lambda^2 10^{-9}}{2\pi c} 2\gamma \tag{15}$$

the van der Waals broadening (full-width at half-intensity maximum) in cm can be expressed as:

$$w_W = 8.18\times 10^{-26}\lambda^2\left(\alpha<\bar{R}^2>\right)^{2/5}\left(\frac{T_g}{\mu}\right)^{3/10} N \tag{16}$$

with λ in nm, α in cm^{-3} and N in cm^{-3}.

This expression has been used by other authors such as the ones appearing in the review of Konjević [22] and the study of Ranson and Chapelle [23] for the determination of n_e from the van der Waals broadening of atomic lines.

2.2. Stark broadening

The total Stark broadening for a spectral line is produced by the collisions between the emitter and the charged particles surrounding it (electrons and ions). This total broadening may be obtained from the electron impact and ion quasistatic width, which has the expression (see e.g. [6] or [8]).

$$w_S(n_e,T_e) \cong 2w_e(T_e)\left[1 + gA(T_e)n_e^{1/4}10^{-4}\right] n_e 10^{-16} \tag{17}$$

The w_e parameter is the half-width at half-intensity maximum due to collisions with electrons, A is the ion broadening parameter and represents the fraction broadening due to ions (assuming the perturbing ions to be singly ionized), being both parameters at electron density equal to 10^{16} cm^{-3} and $g=1.75$ $(1-0.75R)$ with R Debye shielding parameter. Studies of Stark broadening for atomic and singly charged ion lines were carried out by Griem and co-workers [24,25].

New calculations for neutral atom lines were extended by other authors, such as Dimitrijević and Konjević [26,27] and Christova et al. [28] from Sahal–Bréchol theory [29]. It was shown that if the impact approximation for both ionic and electronic contributions to the Stark broadening of the atomic lines is valid the Eq. (17) can be written as

$$w_S(n_e,T_e) \cong 2[w_e(T_e) + w_i(T_e)]n_e 10^{-16} \tag{18}$$

observing a linear dependence on electron density ($w_S \propto n_e$), and both parameters, w_e and w_i, given at electron density equal to 10^{16} cm^{-3}.

In both expressions (17) and (18), the linear dependence of the Stark broadening on the electron density can be considered. Effectively, in the expression (17) the ion contribution $[gA(T_e)n_e^{1/4}10^{-4}]$ is negligible and on the other hand, in Eq. (18) this linear dependence is always done.

2.3. Doppler and Instrumental broadenings

The emitter atoms have a continuous velocity distribution which depends on their temperature. This velocity distribution can be approximated by a Maxwellian function when the plasma is in local thermodynamic equilibrium (LTE). This effect provides a Gaussian profile of the line with a broadening characterized by the width:

$$w_D = 7.16\times 10^{-7}\lambda\left(\frac{T_g}{M}\right)^{1/2} \tag{19}$$

where T_g is the gas temperature (in K), M is the atomic mass of the emitter (in amu) and λ is the wavelength (in nm).

Moreover, the experimental device induces another broadening on the line profile, which only depends on the width of the slits of the monochromator and the dispersion of its diffraction system. In the case studied in this work, due to the experimental device used in the recording of the spectral line, the instrumental profile can be considered to be closer to a Gaussian function with an instrumental width equal to 0.0280 ± 0.0003 nm corresponding to a slit of 50 μm.

3. Experimental setup

The plasma column was created in a quartz tube with one of its ends opened to the air. The inner and outer diameter dimensions of the discharge tube were 1 and 4 mm, respectively. The inner diameter value was chosen so that the plasma could occupy almost the whole cross section of the discharge tube; in this way, the effect of radial contraction appearing in plasmas generated at a pressure of over 10 Torr [30] was prevented.

The microwave (2.45 GHz) power used for the creation and maintenance of the plasma was supplied in a continuous mode by a GMP 12 kT/t SAIREM generator. This power was coupled to the plasma by means of a *surfaguide* exciting device [31] (see Fig. 1). A stub system was also used in order to optimize the impedance matching between the discharge and the surfaguide, ensuring that the reflected power was less than 5% of the incident power. In this way, the electromagnetic field sustaining the discharge was provided by a traveling surface wave linked to the plasma–dielectric interface. The power flux of this surface wave, and hence the electron density decreases longitudinally as the wave propagates away from the launcher (surfaguide) transferring its energy to the plasma to an axial position. In this position, the electron density will be equal to the critical value, n_c, determining the end of the plasma [32].

The gas supporting the discharge was argon with a purity of about 99.999% at a flow of 0.25 slm (standard liter per minute)

Author's personal copy

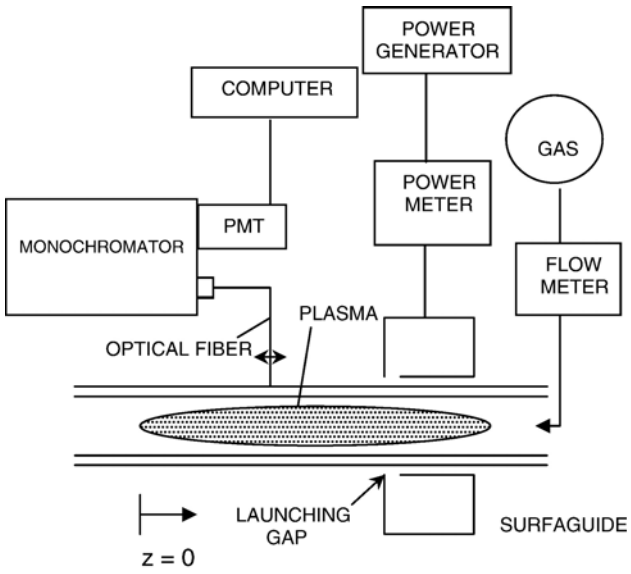


Fig. 1. Experimental setup.

controlled by an IB 31 HI-TEC flow controller. Water was present in the plasma as impurity and its molecules were likely dissociated producing the OH molecular species and H atoms, whose spectra were used to measure the gas temperature and the electron density, respectively.

The optical system used for the spectroscopic measurements consisted of a Jobin-Yvon Horiba 1000 M monochromator (Czerny-Turner type), with 1 m of focal distance and a holographic diffraction grating of 2 400 lines/mm. A Hamamatsu R928P photomultiplier with a spectral output interval of 200–750 mm was used as the detector.

The radiation emitted by the plasma was picked up across the column by an vertical optical fiber and guided to the entrance slit of the monochromator. In these experiments, slits of 50 μm width were used and the spectra were taken at positions z=4, 6, 8, 10 and 12 cm measured from the end of the plasma column.

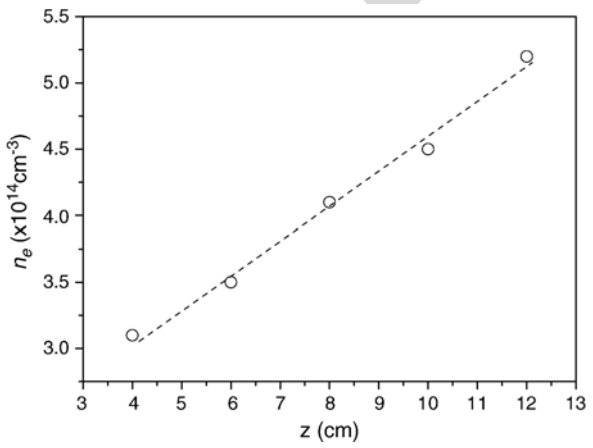


Fig. 2. The axial profile of the electron density obtained along the plasma column from H_β line.

Table 1
Values of the gas temperature along the plasma column obtained from the rovibrational spectra of the OH species

z (cm)	T_g (K)
4	1390±105
6	1490±110
8	1330±110
10	1300±120
12	1520±110

The argon-emitted lines which were deconvoluted by using a commercial process of deconvolution (Microcal Origin®), based on the Leverberg–Marquardt nonlinear algorithm for minimum squares.

4. Results and discussion

4.1. Axial distribution of electron density and gas temperature

The Stark broadening of the H_β line of atomic Hydrogen Balmer series is the most popular approach to determine the electron density in plasmas for several reasons. First, because this is a line suffering practically non self-absorption; second, the Stark broadening of this line is very strong; and third, this line is slightly affected by the ion dynamics effects. Thus, the density values obtained from this line are used as reference values to check the ones given by the use of other lines or other diagnosis methods for this plasma parameter. There are different expressions connecting the Stark broadening of H_β line to the electron density. In the present work, we have used the tables given by Gigosos–Cardeñoso (GC model) [33] obtained from a model that takes into account the ion dynamic effects on the spectral line profiles. Fig. 2 shows the axial profile of the electron density obtained along the plasma column. These values increase linearly from 3.1×10^{14} cm^{-3} to 5.2×10^{14} cm^{-3} at the positions z=4 cm and z=12 cm, respectively. This effect, typical in argon SWD at both low and high pressures, has been already studied by other authors [32,34].

The band corresponding to the $A^2\Sigma^+\rightarrow X^2\Pi$ transition for the OH molecular species is frequently used to determine the

Table 2
Spectral lines and their parameters used in this work

λ (nm)	E_p (eV)	g_p	A_{pq} (10^8 s^{-1})	Transition
714.70	13.2790	3	0.00650	4p′→4s
696.54	13.3239	3	0.06700	4p′→4s
430.01	14.5018	5	0.00394	5p→4s
425.93	14.7338	1	0.04150	5p′→4s′
641.63	14.8345	5	0.01210	6s→4p
675.3	14.7383	5	0.02010	4d→4p
603.21	15.1261	9	0.02460	5d→4p
549.58	15.3265	9	0.01760	6d→4p
522.12	15.4451	9	0.00920	7d→4p

E_p is the excitation energy of the upper level in the transition, g_p is the statistic weight of the transition upper level and A_{pq} is the Einstein coefficient.

Personal copy

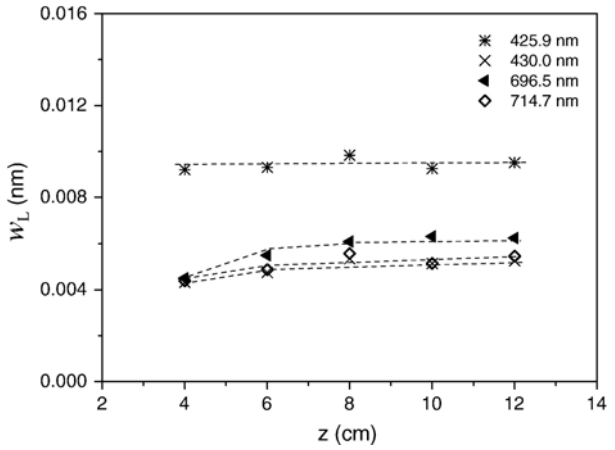


Fig. 3. Dependence of the Lorentzian width for the np→4s transitions on the axial position.

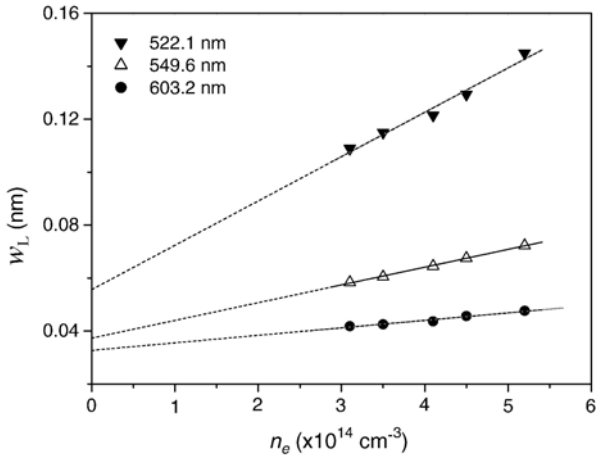


Fig. 5. The Lorentzian widths of the 522.1, 549.6 and 603.2 nm lines versus the electron density values along the plasma column.

gas temperature [9,10], in particular the Q_1 branch between 306 and 320 nm. The temperature value is obtained, at each axial position, from the relation:

$$\log\left(\frac{I\lambda}{A}\right) = -\frac{0.625}{T_g}E(\mathrm{cm}^{-1}) + Cte \qquad (20)$$

where I is the line intensity maximum, λ is the wavelength (nm), A is the spontaneous transition probability and E is the rotational-state energy.

The values of gas temperature obtained from this method are shown in Table 1. We observe that the gas temperature is almost constant along the plasma column at a value of 1380±120 K. It can be because the linear absorbed power density (W/cm) is observed to decrease slowly along the plasma column at atmospheric pressure [35]. Moreover, the constant gas temperature value along the plasma column has also been reported by several authors under similar experimental conditions [34,36].

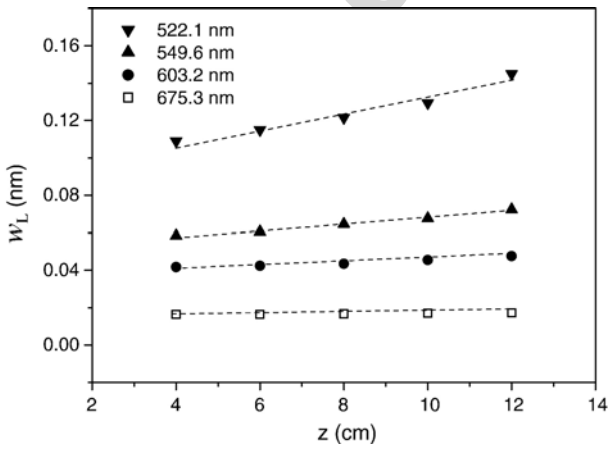


Fig. 4. Dependence of the Lorentzian width for the nd→4p transitions on the axial position.

4.2. Gas temperature from the van der Waals broadening

Table 2 shows the lines and their characteristic parameters used to obtain the gas temperature. Axial variation of the Lorentzian broadening values for these lines with the z-position (electron density) is presented in Figs. 3 and 4). In these figures, we distinguished two groups of lines: (i) np→4s lines with n=4 and 5 (Fig. 3) and (ii) nd→4p lines with n=4, 5 and 6 (Fig. 4). In Figs. 3 and 4, it can be observed that all np→4s lines have a Lorentzian width not depending on the axial position, unlike some nd→4p lines.

Under our experimental conditions, the Lorentzian width is due to the Stark and the van der Waals broadenings, w_S and w_W, respectively. Considering that the Stark broadening can be approximated to a Lorentzian function, the total Lorentzian width of a spectral line can be written as follows:

$$w_L(T_e,T_g,n_e) = w_S(T_e,n_e) + w_W(T_g) \qquad (21)$$

In an argon surface-wave plasma at atmospheric pressure, the axial profile of T_g can be considered constant [37] and so, the van der Waals broadening too. Moreover, the Stark broadening has a negligible dependence on T_e in the interval 5000–6500 K for this plasma type [37]. Taking into account

Table 3
Values of the T_g from the origin ordinate (van der Waals broadening) obtained from the dependence of the Lorentzian width of the spectral lines on electron density

Ar I lines (nm)	Origin ordinate (nm)	T_g (K)
603.2	0.032±0.002	1070±110
549.6	0.037±0.002	1100±100
522.1	0.055±0.004	800±100 (with asymmetry)
	0.040±0.003 (new value)	1260±150 (without asymmetry)

For the 522.1 nm line, values with and without asymmetry are shown.

these considerations, the expression (21) can be approximated as:

$$w_L(T_e,T_g,n_e) \approx w_L(T_g,n_e) = w_S(n_e) + w_W(T_g) \quad (22)$$

Consequently, it is possible to conclude that the line for which its Lorentzian broadening depends on z-position is sensitive to the electron density variation, so its Stark broadening is not negligible. This is, particularly, the case of the 522.1, 549.6 and 603.2 nm lines.

Fig. 5 presents the Lorentzian width of the 522.1, 549.6 and 603.2 nm lines versus the electron density values along the plasma column. For this n_e-interval, one can see that for each spectral line a linear fit is obtained which seems to show a good approximation to the impact theory for electrons and ions (Eq. (18)). The origin ordinate corresponds to the Lorentzian width for zero electron density. The value for each line is provided in Table 3 and it can be considered approximately equal to the van der Waals broadening and is used here to calculate the plasma gas temperature.

For an argon plasma, the reduced mass, μ, of the emitter–perturber pair (Ar–Ar) is approximately equal to 20 amu and the α value can be taken from Konjević [22]. In this way, for the

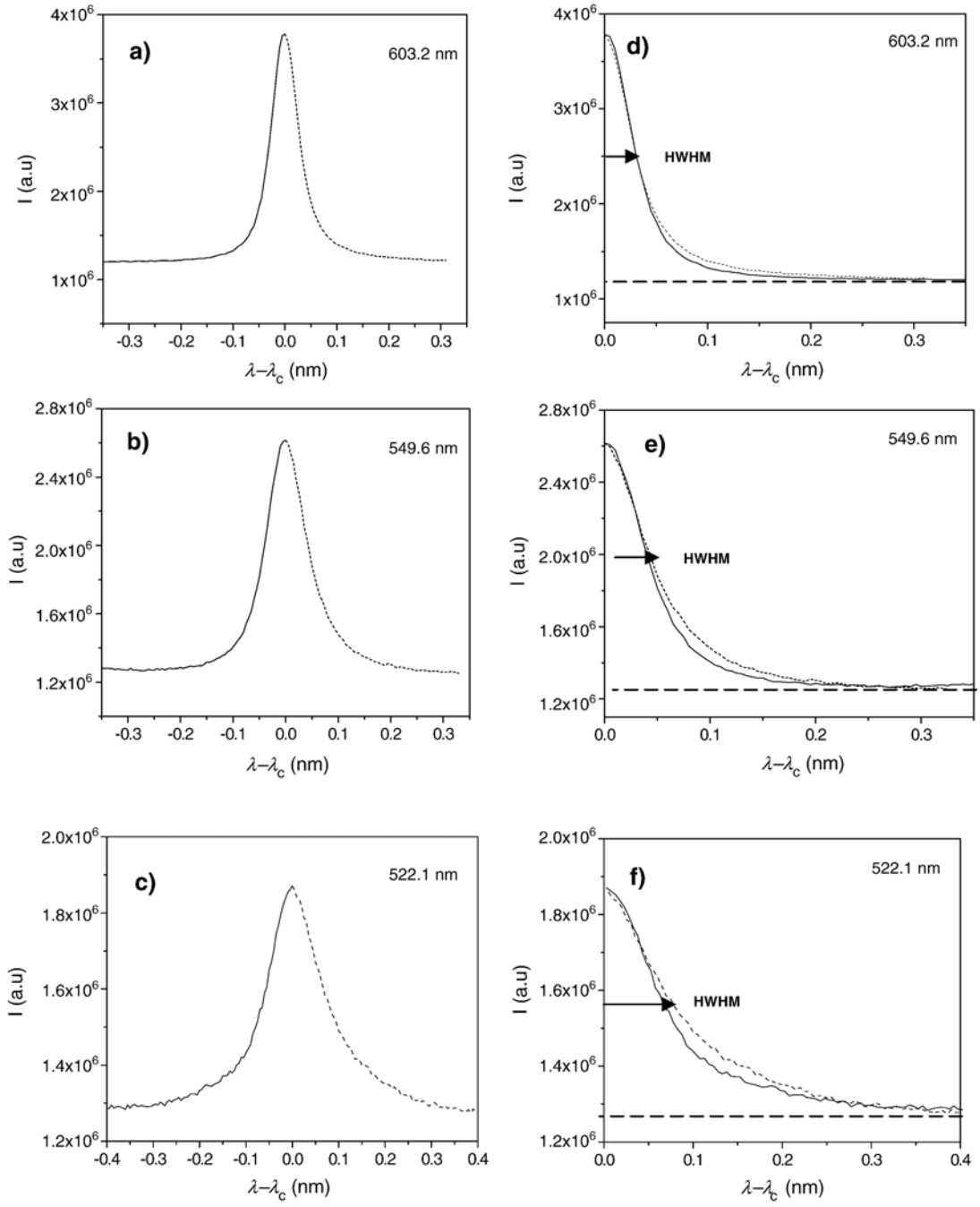


Fig. 6. The experimental profiles (a) 603.2 nm, (b) 549.6 nm and (c) 522.1 nm and the asymmetry of these profiles (d) 603.2 nm, (e) 549.6 nm and (f) 522.1 nm.

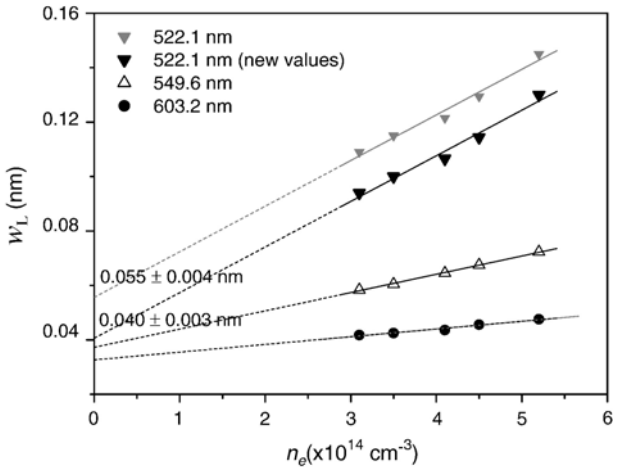


Fig. 7. The Lorentzian widths of the 522.1 (new values), 549.6 and 603.2 nm lines versus the electron density values along the plasma column.

lines in Fig. 5, Eq. (16) can be written in terms of the gas temperature as [38]

$$w_W(522.1) = \frac{5.895}{T_g^{0.7}} \text{ (nm)} \quad (23)$$

$$w_W(549.6) = \frac{4.923}{T_g^{0.7}} \text{ (nm)} \quad (24)$$

$$w_W(603.2) = \frac{4.217}{T_g^{0.7}} \text{ (nm)} \quad (25)$$

The gas temperature values obtained using these expressions are shown in the Table 3. The values obtained from the 549.6 nm (6d→4p) and 603.2 nm (5d→4p) lines are in reasonable agreement with the ones obtained from OH molecular species (Table 1). However, the 522.1 nm line (7d→4p) provides an underestimated value of gas temperature.

In order to know the cause of this discrepancy, the line profiles of the 603.2, 549.6 and 522.1 nm have been analyzed. Fig. 6a–c show the experimental spectra for these lines and Fig. 6d–f show the asymmetry of these profiles. For the 522.1 nm line, the profile asymmetry adds a quantity of 0.013–0.015 nm to the total broadening of the line. If this quantity is eliminated, a new value for the origin ordinate (van der Waals broadening) is obtained (Fig. 7). From this new value for the 522.1 nm line, the gas temperature is equal to 1260±150 K (Table 3) being in good agreement with the ones obtained form the ro-vibrational spectra of the OH molecular species.

These results show that the ion broadening of the lines originated from highest energy levels considered here should be treated within the quasistatic approximation (what introduce an asymmetry). The role of the ions is less important for these lines and, if the line asymmetry is eliminated, it is possible to use them for the method proposed.

Other authors have also used the van der Waals broadening of the atomic spectral lines to measure the value of this plasma parameter. In particular, Christova et al. [10] have neglected the contribution of the Stark broadening to the total Lorentzian width of the 603.2 nm, for an argon plasma under similar operative conditions to the ones carried out in this work. Thus, the Lorentzian width was approximately considered equal to the van der Waals broadening, giving a gas temperature value of 1600 K. Djurović et al. [39] have calculated the Stark contribution to the Lorentzian width at different conditions of n_e and T_e for the line 425.9 nm (5p→4s). By extrapolating their results to the experimental conditions existing in the plasma studied in the present work, the van der Waals broadening of the abovementioned line is about 90% of the total Lorentzian width, and the gas temperature obtained from its width is equal to 1380±50 K.

Considering our results and the comparison with other authors, we can conclude that the method proposed in this work, offers a possibility to estimate the gas temperature from the van der Waals broadening of argon atomic lines.

Acknowledgments

The authors are grateful to Professor Marco A. Gigosos for his comments. The authors wish to thank both the Spanish Dirección General de Investigación (Secretaría de Estado de Política Científica y Tecnológica) contract Nos. FTN2002-02595 and ENE2005-00314 and the European community (FEDER funds) for their financial support. They also thank the support of the Ministry of Science and Environment Protection of Serbia through the project 146001 (Influence of collisional processes on astrophysical plasma line shapes).

References

[1] N. Philip, B. Saoudi, M.C. Crevier, M. Moisan, J. Barbeau, J. Pelletier, The respective roles of UV photons and oxygen atoms in plasma sterilization at reduced gas pressure: the case of N-2–O-2 mixtures, IEEE Trans. Plasma Sci. 30 (2002) 1429–1436.
[2] M. Moisan, J. Barbeau, M.C. Crevier, J. Pelletier, N. Philips, B. Saoudi, Plasma sterilization. Methods and mechanisms, Pure Appl. Chem. 74 (2002) 349–358.
[3] J. Feugeas, B. Gomez, A. Craievich, Ion nitriding of stainless steels. Real time surface characterization by synchrotron X-ray diffraction, Surf. Coat. Technol. 154 (2–3) (2002) 167–175.
[4] M.M. Marques, J. Pina, A.M. Dias, J.L. Lebrun, J. Feugeas, X-ray diffraction characterization of ion-implanted austenitic stainless steel, Surf. Coat. Technol. 195 (1) (2005) 8–16.
[5] Y. Kabouzi, M. Moisan, J.C. Rostaing, C. Trassy, D. Guérin, D. Kéoroak, Z. Zakrzewski, Abatement of perfluorinated compounds using microwave plasmas at atmospheric pressure, J. Appl. Phys. 93 (2003) 9483–9496.
[6] J.C. Rostaing, F. Bryselbout, M. Moisan, J.C. Parent, An efficient method for purifying noble gases using high frequency electric field discharges, C.R. Acad. Sci. Paris Sér. IV Phys. Astrophys. 1 (1) (2000) 99–105.
[7] W.L. Wiese, Spectroscopic diagnostics of low-temperature plasmas – techniques and required data, Spectrochim. Acta Part B 46 (1991) 831–841.
[8] R. Konjević, N. Konjević, On the use of non-hydrogenic spectral line profiles for electron density diagnostics of inductively coupled plasmas, Spectrochim. Acta Part B 52 (1997) 2077–2084.
[9] J.A.M. van der Mullen, Excitation equilibria in plasmas; a classification, Phys. Rep. 191 (1990) 109–220.
[10] M. Christova, E. Castaños-Martínez, M.D. Calzada, Y. Kabouzi, J.M. Luque, M. Moisan, Electron density and gas temperature from line broadening in an argon surface-wave-sustained discharge at atmospheric pressure, Appl. Spectrosc. 58 (2004) 1032–1037.

Author's personal copy

[11] M.C. García, C. Yubero, M.D. Calzada, M.P. Martínez-Jiménez, Spectroscopic characterization of two different microwave (2.45 GHz) induced argon plasmas at atmospheric pressure, Appl. Spectrosc. 59 (2005) 519–528.
[12] B.A. Cruden, M.V.V.S. Rao, S.P. Sharma, M. Meyyappan, Neutral gas temperature estimates in an inductively coupled CF4 plasma by fitting diatomic emission spectra, J. Appl. Phys. 91 (11) (2002) 8955–8964.
[13] G. Lombardi, F. Bénédic, F. Mohasseb, K. Hassouni, A. Gicquel, Determination of gas temperature and C-2 absolute density in Ar/H-2/CH_4 microwave discharges used for nanocrystalline diamond deposition from the C-2 Mulliken system, Plasma Sources Sci. Technol. 13 (2004) 375–386.
[14] L. Christova, M. Christova, V. Gagov, I. Koleva, A. Shivarova, J. Tech. Phys. XL (1) (1999) 411 (Warzawa).
[15] M. Christova, V. Gagov, I. Koleva, Analysis of the profiles of the argon 696.5 nm spectral line excited in non-stationary wave-guided discharges, Spectrochim. Acta Part B 55 (2000) 815–822.
[16] J.M. Luque, M.D. Calzada, M. Sáez, Experimental research into the influence of ion dynamics when measuring the electron density from the Stark broadening of the H-alpha and H-beta lines, J. Phys. B: At., Mol. Opt. Phys. 36 (2003) 1573–1584.
[17] J. Hernández, F. Torres, S. Mar, M.A. Gigosos, The Balmer alpha-profile corrected for strong self-absorption, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer 33 (1985) 35–38.
[18] S. Günter, A. Könies, Diagnostics of dense plasmas from the profile of hydrogen spectral lines in the presence of a magnetic field, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer 62 (1998) 425 – 431.
[19] W. Olchawa, R. Olchawa, B. Grabowski, Stark broadening of hydrogen spectral lines with fine structure effects, Eur. Phys. J., D At. Mol. Opt. Phys. 28 (2004) 119–124.
[20] W.R. Hindmarsh, A.D. Petford, G. Smith, Lectures at the Winter College on Atoms, Molecules an Lasers, Trieste, IAEA, Vienna, 1973, p. 133.
[21] M. Findeisen, T. Grycuk, A. Brielski, J. Szudy, On the role of Maxwellian averaging in the interpretation of pressure broadening and shift of spectral-lines, J. Phys. B: At., Mol. Phys. 20 (1987) 5997 – 6003.
[22] N. Konjević, Plasma broadening and shifting of non-hydrogenic spectral lines; present status and applications, Phys. Rep. 316 (1999) 339–401.
[23] P. Ranson, J. Chapelle, Spectroscopic study of argon plasma-jet outside local thermodynamic-equilibrium, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer 14 (1974) 1–18.
[24] H.R. Griem, M. Baranger, A.C. Kolb, G. Oertel, Stark broadening of neutral helium lines in a plasma, Phys. Rev. 125 (1962) 177–185.
[25] H.R. Griem, Stark broadening of isolated spectral lines from heavy elements in a plasma, Phys. Rev. 128 (1962) 515–531.
[26] M.S. Dimitrijević, N. Konjević, Stark broadenings of isolatec spectral-lines of heavy-elements in plasmas, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer 30 (1983) 45–54.
[27] M.S. Dimitrijević, A programme to provide Stark broadening data for stellar and laboratory plasma investigations, Zh. Prikl. Spektrosk. 63 (1996) 810–815.
[28] M. Christova, M.S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot, Mem. Soc. Astron. Ital. (Suppl 7) (2005) 238.
[29] S. Sahal-Bréchot, Théorie de l'élargissement et du déplacement des raies spectrales sous l'efect des chocs avec les électrons et les ions dand l'approximation des impacts, Astron. Astrophys. 1 (1959) 91–123.
[30] Y. Kabouzi, M.D. Calzada, M. Moisan, K.C. Tran, C. Trassy, Radial contraction of microwave-sustained plasma columns at atmospheric pressure, J. Appl. Phys. 91 (2002) 1008–1019.
[31] M. Moisan, E. Etermandi, J.C. Rostaing, Fr. Pat. Specif. 2 (1998) 762.
[32] C. Boisse-Laporte, Ph.D. doctoral thesis, Université de Paris-Sud, Orsay, France (1986).
[33] M.A. Gigosos, V. Cardeñoso, New plasma diagnosis tables of hydrogen Stark broadening including ion dynamics, J. Phys. B: At., Mol. Opt. Phys. 29 (1996) 4795–4838.
[34] M.D. Calzada, M. Moisan, A. Gamero, A. Sola, Experimental investigation and characterization of the departure from local thermodynamic equilibrium along a surface-wave-sustained discharge at atmospheric pressure, J. Apply. Phys. 80 (1996) 46–55.
[35] M. Moisan, R. Pantel, J. Hubert, Propagation of a surface-wave sustaining a plasma-column at atmospheric-pressure, Contrib. Plasma Phys. 30 (1990) 293–314.
[36] M.C. Garcia, A. Rodero, A. Sola, A. Gamero, Spectroscopic study of a stationary surface-wave sustained argon plasma column at atmospheric pressure, Spectrochim. Acta Part B 55 (2000) 1733–1745.
[37] M.D. Calzada Canalejo, Doctoral thesis, Universidad de Servilla (1994).
[38] C. Yubero, M.D. Calzada, M.C. Garcia, Using the stark broadening of the H alpha, H beta and H gamma lines for the measurement of electron density and temperature in a plasma at atmospheric pressure, J. Phys. Soc. Jpn. 74 (2004) 2249–2254.
[39] S. Djurović, Z. Mijatović, R. Kobilarov, N. Konjević, Stark width and shift temperature dependence of the Ar I 425.9 nm line, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer 57 (1996) 695–701.

Author's personal copy

Bull. Astron. Belgrade № 153 (l996), 101 – 114

UDC 52−355.3
Preliminary report

STARK BROADENING PARAMETER TABLES FOR Be III AND B III

M. S. Dimitrijević[1] and S. Sahal−Bréchot[2]

[1] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11050 Belgrade, Yugoslavia*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris−Meudon, 92190 Meudon, France

(Received: January 15, 1996)

SUMMARY: Using a semiclassical approach, we have calculated electron−, proton−, and ionized helium−impact line widths and shifts for 12 Be III and 27 B III multiplets as a function of temperature and perturber density.

1. INTRODUCTION

The spectral lines of lithium and beryllium are of interest not only for the abundance investigations but as well for the nucleosynthesis considerations and as an indication of the intensity of stellar thermonuclear reactions. Moreover the He-like Be III and Li-like B III spectra are particularly suitable for theoretical research, and the corresponding Stark broadening parameters are of importance not only for the consideration of Stark broadening theory but also for the examination of regularities and systematic trends within the astrophysically important helium and lithium isoelectronic sequences. In order to provide to astrophysicists the needed Stark broadening data, we have calculated within the semiclassical-perturbation formalism (Sahal−Bréchot, 1969ab) electron-, proton-, and ionized helium-impact line widths and shifts for 12 Be III and 27 B III multiplets.

2. RESULTS AND DISCUSSION

Analysis of obtained results and all details of calculations as well as the comparison with availlable experimental data will be published elsewhere (Dimitrijević and Sahal−Bréchot, 1996). Here, we present only tables of Stark broadening parameters for astrophysical and laboratory plasma diagnostic purposes. Our results for 12 Be III and 27 B III multiplets are shown in Table 1, for Be III and in Table 2 for B III, for perturber densities $10^{17}-10^{21}$ cm^{-3} and temperatures T = 10,000 − 300,000 K. We also specify a parameter c (Dimitrijević and Sahal−Bréchot 1984), which gives an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated when it is divided by the corresponding full width at half maximum. For each value given in Table 1, the collision volume (V) multiplied by the perturber density (N) is much less than one and the impact approximation is valid (Sahal−Bréchot, 1969ab).

Table 1. This table shows electron-, proton-, and He II- impact broadening parameters for Be III, for perturber densities 10^{17}— 10^{21} cm^{-3} and temperatures from 10,000 up to 300,000 K. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given. By using c [see Eq. (5) in Dimitrijević et *al.*, 1991], we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBER DENSITY = 1xE+17cm-3

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Be III 1S 2P	10000.	0.705E-04	-0.877E-05	0.199E-06	-0.196E-06	0.339E-06	-0.195E-06
100.3 Å	20000.	0.489E-04	-0.135E-05	0.537E-06	-0.422E-06	0.825E-06	-0.416E-06
C= 0.16E+18	50000.	0.312E-04	-0.153E-06	0.144E-05	-0.944E-06	0.179E-05	-0.886E-06
	100000.	0.229E-04	-0.398E-07	0.225E-05	-0.140E-05	0.256E-05	-0.126E-05
	150000.	0.193E-04	-0.839E-07	0.277E-05	-0.171E-05	0.284E-05	-0.148E-05
	300000.	0.150E-04	0.149E-06	0.339E-05	-0.211E-05	0.334E-05	-0.178E-05
Be III 2S 2P	10000.	0.484	-0.221E-02	0.102E-02	-0.368E-02	0.166E-02	-0.363E-02
6142.9 Å	20000.	0.337	-0.141E-01	0.351E-02	-0.746E-02	0.461E-02	-0.699E-02
C= 0.61E+21	50000.	0.222	-0.140E-01	0.104E-01	-0.136E-01	0.109E-01	-0.122E-01
	100000.	0.166	-0.147E-01	0.177E-01	-0.186E-01	0.166E-01	-0.156E-01
	150000.	0.143	-0.144E-01	0.210E-01	-0.207E-01	0.191E-01	-0.175E-01
	300000.	0.113	-0.129E-01	0.272E-01	-0.246E-01	0.241E-01	-0.210E-01
Be III 2P 3S	10000.	0.219E-01	0.264E-02	0.356E-03	0.766E-03	0.420E-03	0.692E-03
768.0 Å	20000.	0.164E-01	0.191E-02	0.817E-03	0.121E-02	0.802E-03	0.106E-02
C= 0.27E+19	50000.	0.120E-01	0.194E-02	0.160E-02	0.175E-02	0.141E-02	0.148E-02
	100000.	0.964E-02	0.184E-02	0.209E-02	0.210E-02	0.182E-02	0.176E-02
	150000.	0.851E-02	0.180E-02	0.242E-02	0.232E-02	0.203E-02	0.194E-02
	300000.	0.693E-02	0.152E-02	0.297E-02	0.264E-02	0.246E-02	0.222E-02
Be III 2P 4S	10000.	0.280E-01	0.645E-02	0.169E-02	0.196E-02	*0.165E-02	*0.166E-02
554.1 Å	20000.	0.232E-01	0.593E-02	0.280E-02	0.279E-02	*0.247E-02	*0.232E-02
C= 0.58E+18	50000.	0.189E-01	0.471E-02	0.395E-02	0.392E-02	*0.338E-02	*0.328E-02
	100000.	0.161E-01	0.416E-02	0.505E-02	0.458E-02	0.427E-02	0.382E-02
	150000.	0.145E-01	0.377E-02	0.561E-02	0.487E-02	0.469E-02	0.417E-02
	300000.	0.120E-01	0.291E-02	0.659E-02	0.553E-02	0.497E-02	0.460E-02
Be III 2P 3D	10000.	0.151E-01	0.685E-03	0.573E-03	0.942E-03	0.648E-03	0.827E-03
746.3 Å	20000.	0.112E-01	0.941E-03	0.113E-02	0.144E-02	0.113E-02	0.126E-02
C= 0.48E+18	50000.	0.795E-02	0.942E-03	0.209E-02	0.204E-02	0.178E-02	0.173E-02
	100000.	0.627E-02	0.863E-03	0.278E-02	0.244E-02	0.230E-02	0.205E-02
	150000.	0.551E-02	0.840E-03	0.327E-02	0.272E-02	0.264E-02	0.223E-02
	300000.	0.449E-02	0.693E-03	0.439E-02	0.307E-02	0.322E-02	0.262E-02
Be III 2P 4D	10000.	0.816E-01	0.214E-02				
489.6 Å	20000.	0.708E-01	0.347E-02				
C= 0.29E+16	50000.	0.571E-01	0.352E-02				
	100000.	0.473E-01	0.447E-02				
	150000.	0.420E-01	0.562E-02				
	300000.	0.338E-01	0.346E-02				
Be III 2S 2P	10000.	0.153	0.514E-02	0.238E-03	-0.696E-03	0.401E-03	-0.693E-03
3722.7 Å	20000.	0.102	-0.305E-02	0.749E-03	-0.146E-02	0.110E-02	-0.141E-02
C= 0.37E+21	50000.	0.656E-01	-0.322E-02	0.240E-02	-0.296E-02	0.264E-02	-0.262E-02
	100000.	0.485E-01	-0.401E-02	0.398E-02	-0.412E-02	0.413E-02	-0.359E-02
	150000.	0.413E-01	-0.381E-02	0.504E-02	-0.471E-02	0.474E-02	-0.398E-02
	300000.	0.324E-01	-0.350E-02	0.646E-02	-0.567E-02	0.588E-02	-0.479E-02
Be III 2S 3P	10000.	0.124E-01	0.164E-04	0.195E-03	0.206E-03	0.256E-03	0.191E-03
582.2 Å	20000.	0.956E-02	0.241E-03	0.378E-03	0.350E-03	0.422E-03	0.306E-03
C= 0.11E+19	50000.	0.694E-02	0.215E-03	0.651E-03	0.542E-03	0.630E-03	0.455E-03
	100000.	0.558E-02	0.200E-03	0.818E-03	0.648E-03	0.759E-03	0.547E-03
	150000.	0.495E-02	0.213E-03	0.928E-03	0.719E-03	0.844E-03	0.609E-03
	300000.	0.407E-02	0.149E-03	0.116E-02	0.836E-03	0.972E-03	0.696E-03

PERTURBER DENSITY = 1xE+17cm-3

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Be III 3S 3P	10000.	10.8	-0.312	0.955E-01	-0.473E-01	0.133	-0.457E-01
14086.5 Å	20000.	8.33	-0.253	0.178	-0.883E-01	0.211	-0.817E-01
C= 0.62E+21	50000.	6.21	-0.349	0.288	-0.149	0.300	-0.131
	100000.	5.08	-0.319	0.349	-0.186	0.347	-0.157
	150000.	4.53	-0.301	0.391	-0.207	0.376	-0.175
	300000.	3.75	-0.296	0.481	-0.246	0.422	-0.208
Be III 2P 3S	10000.	0.162E-01	0.212E-02	0.175E-03	0.438E-03	0.197E-03	0.407E-03
725.7 Å	20000.	0.119E-01	0.137E-02	0.464E-03	0.714E-03	0.442E-03	0.637E-03
C= 0.37E+19	50000.	0.858E-02	0.148E-02	0.967E-03	0.108E-02	0.851E-03	0.922E-03
	100000.	0.687E-02	0.135E-02	0.128E-02	0.130E-02	0.111E-02	0.110E-02
	150000.	0.605E-02	0.130E-02	0.148E-02	0.145E-02	0.127E-02	0.121E-02
	300000.	0.493E-02	0.116E-02	0.182E-02	0.165E-02	0.152E-02	0.138E-02
Be III 2P 3D	10000.	0.114E-01	-0.415E-03	0.150E-03	-0.223E-03	0.200E-03	-0.208E-03
675.5 Å	20000.	0.824E-02	-0.163E-03	0.339E-03	-0.389E-03	0.368E-03	-0.341E-03
C= 0.14E+19	50000.	0.562E-02	-0.131E-03	0.646E-03	-0.613E-03	0.615E-03	-0.516E-03
	100000.	0.436E-02	-0.120E-03	0.846E-03	-0.736E-03	0.768E-03	-0.622E-03
	150000.	0.382E-02	-0.811E-04	0.974E-03	-0.816E-03	0.856E-03	-0.691E-03
	300000.	0.313E-02	-0.449E-04	0.123E-02	-0.955E-03	0.104E-02	-0.797E-03
Be III 3P 3D	10000.	48.4	-1.28	0.945	-1.06	1.20	-0.976
31918.3 Å	20000.	37.2	-1.42	1.72	-1.69	1.90	-1.50
C= 0.32E+22	50000.	27.0	-1.23	2.87	-2.50	2.72	-2.12
	100000.	21.7	-1.19	3.63	-3.01	3.30	-2.53
	150000.	19.4	-1.11	4.15	-3.33	3.65	-2.82
	300000.	16.0	-0.815	5.11	-3.83	4.36	-3.20

PERTURBER DENSITY = 1xE+18cm-3

Be III 1S 2P	10000.	0.705E-03	-0.835E-04	0.189E-05	-0.149E-05	0.321E-05	-0.149E-05
100.3 Å	20000.	0.487E-03	-0.186E-04	0.532E-05	-0.381E-05	0.816E-05	-0.375E-05
C= 0.16E+19	50000.	0.312E-03	-0.193E-05	0.144E-04	-0.915E-05	0.179E-04	-0.856E-05
	100000.	0.229E-03	-0.149E-06	0.225E-04	-0.139E-04	0.256E-04	-0.125E-04
	150000.	0.193E-03	-0.772E-06	0.277E-04	-0.171E-04	0.284E-04	-0.148E-04
	300000.	0.150E-03	0.163E-05	0.339E-04	-0.211E-04	0.334E-04	-0.178E-04
Be III 2S 2P	10000.	4.81	-0.241E-01	0.984E-02	-0.280E-01	0.159E-01	-0.275E-01
6142.9 Å	20000.	3.37	-0.132	0.350E-01	-0.668E-01	0.458E-01	-0.622E-01
C= 0.61E+22	50000.	2.22	-0.136	0.104	-0.130	0.109	-0.116
	100000.	1.66	-0.142	0.177	-0.183	0.166	-0.153
	150000.	1.43	-0.141	0.210	-0.206	0.191	-0.174
	300000.	1.13	-0.128	0.272	-0.245	0.241	-0.210
Be III 2P 3S	10000.	0.219	0.231E-01	0.353E-02	0.536E-02	*0.414E-02	*0.462E-02
768.0 Å	20000.	0.164	0.169E-01	0.818E-02	0.101E-01	0.800E-02	0.858E-02
C= 0.27E+20	50000.	0.120	0.181E-01	0.159E-01	0.159E-01	0.140E-01	0.133E-01
	100000.	0.964E-01	0.173E-01	0.209E-01	0.204E-01	0.182E-01	0.170E-01
	150000.	0.850E-01	0.172E-01	0.242E-01	0.231E-01	0.203E-01	0.193E-01
	300000.	0.693E-01	0.149E-01	0.297E-01	0.263E-01	0.246E-01	0.221E-01
Be III 2P 4S	10000.	*0.279	*0.501E-01				
554.1 Å	20000.	0.231	0.497E-01				
C= 0.58E+19	50000.	0.189	0.411E-01				
	100000.	0.161	0.369E-01				
	150000.	0.145	0.339E-01	*0.561E-01	*0.481E-01		
	300000.	0.120	0.276E-01	*0.658E-01	*0.549E-01		
Be III 2P 3D	10000.	0.149	0.244E-02	0.561E-02	0.644E-02	*0.626E-02	*0.530E-02
746.3 Å	20000.	0.111	0.631E-02	0.113E-01	0.118E-01	*0.111E-01	*0.100E-01
C= 0.48E+19	50000.	0.789E-01	0.759E-02	0.210E-01	0.185E-01	*0.179E-01	*0.154E-01
	100000.	0.623E-01	0.711E-02	0.276E-01	0.236E-01	*0.228E-01	*0.197E-01
	150000.	0.548E-01	0.719E-02	0.327E-01	0.270E-01	*0.264E-01	*0.221E-01
	300000.	0.447E-01	0.644E-02	0.439E-01	0.306E-01	*0.322E-01	*0.261E-01

PERTURBER DENSITY = 1xE+18cm-3

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Be III 2P 4D	10000.						
489.6 Å	20000.	*0.494	*0.227E-02				
C= 0.29E+17	50000.	*0.434	*0.130E-01				
	100000.	0.376	0.142E-01				
	150000.	0.340	0.161E-01				
	300000.	0.281	0.179E-01				
Be III 2S 2P	10000.	1.51	0.467E-01	0.227E-02	-0.530E-02	0.382E-02	-0.526E-02
3722.7 Å	20000.	1.02	-0.268E-01	0.744E-02	-0.132E-01	0.109E-01	-0.127E-01
C= 0.37E+22	50000.	0.656	-0.315E-01	0.240E-01	-0.285E-01	0.264E-01	-0.251E-01
	100000.	0.485	-0.390E-01	0.398E-01	-0.408E-01	0.413E-01	-0.354E-01
	150000.	0.413	-0.375E-01	0.504E-01	-0.470E-01	0.474E-01	-0.397E-01
	300000.	0.324	-0.346E-01	0.646E-01	-0.566E-01	0.588E-01	-0.479E-01
Be III 2S 3P	10000.	0.124	-0.530E-03	0.184E-02	0.151E-02	0.238E-02	0.136E-02
582.2 Å	20000.	0.956E-01	0.184E-02	0.373E-02	0.302E-02	0.414E-02	0.258E-02
C= 0.11E+20	50000.	0.694E-01	0.184E-02	0.650E-02	0.506E-02	0.630E-02	0.418E-02
	100000.	0.558E-01	0.176E-02	0.819E-02	0.633E-02	0.758E-02	0.532E-02
	150000.	0.495E-01	0.191E-02	0.928E-02	0.716E-02	0.844E-02	0.605E-02
	300000.	0.407E-01	0.140E-02	0.116E-01	0.834E-02	0.971E-02	0.694E-02
Be III 2P 3S	10000.	0.162	0.194E-01	0.173E-02	0.315E-02	0.195E-02	0.284E-02
725.7 Å	20000.	0.119	0.125E-01	0.463E-02	0.606E-02	0.441E-02	0.530E-02
C= 0.37E+20	50000.	0.858E-01	0.140E-01	0.967E-02	0.998E-02	0.847E-02	0.845E-02
	100000.	0.687E-01	0.129E-01	0.128E-01	0.127E-01	0.111E-01	0.106E-01
	150000.	0.604E-01	0.125E-01	0.148E-01	0.145E-01	0.127E-01	0.121E-01
	300000.	0.493E-01	0.114E-01	0.182E-01	0.165E-01	0.152E-01	0.137E-01
Be III 2P 3D	10000.	0.114	-0.305E-02	0.144E-02	-0.165E-02	0.189E-02	-0.150E-02
675.5 Å	20000.	0.824E-01	-0.118E-02	0.336E-02	-0.338E-02	0.362E-02	-0.290E-02
C= 0.14E+20	50000.	0.562E-01	-0.944E-03	0.646E-02	-0.576E-02	0.613E-02	-0.478E-02
	100000.	0.436E-01	-0.936E-03	0.846E-02	-0.720E-02	0.768E-02	-0.606E-02
	150000.	0.382E-01	-0.583E-03	0.974E-02	-0.812E-02	0.856E-02	-0.687E-02
	300000.	0.313E-01	-0.345E-03	0.123E-01	-0.953E-02	0.104E-01	-0.795E-02

PERTURBER DENSITY = 1xE+19cm-3

Be III 1S 2P	10000.	0.704E-02	-0.759E-03	0.123E-04	-0.600E-05	0.205E-04	-0.597E-05
100.3 Å	20000.	0.487E-02	-0.158E-03	0.494E-04	-0.278E-04	0.749E-04	-0.272E-04
C= 0.16E+20	50000.	0.312E-02	-0.878E-05	0.143E-03	-0.830E-04	0.177E-03	-0.772E-04
	100000.	0.229E-02	0.262E-05	0.225E-03	-0.133E-03	0.256E-03	-0.119E-03
	150000.	0.193E-02	-0.205E-05	0.277E-03	-0.168E-03	0.284E-03	-0.145E-03
	300000.	0.150E-02	0.190E-04	0.339E-03	-0.210E-03	0.334E-03	-0.177E-03
Be III 2P 3S	10000.	* 2.18	*0.935E-01				
768.0 Å	20000.	* 1.64	*0.892E-01				
C= 0.27E+21	50000.	1.20	0.136				
	100000.	0.962	0.141				
	150000.	0.849	0.145	*0.243	*0.215		
	300000.	0.691	0.131	*0.297	*0.260		
Be III 2P 4S	10000.						
554.1 Å	20000.						
C= 0.58E+20	50000.	* 1.78	*0.222				
	100000.	* 1.53	*0.238				
	150000.	1.39	0.228				
	300000.	1.15	0.200				
Be III 2P 3D	10000.	* 1.30	-0.611E-01				
746.3 Å	20000.	1.00	-0.780E-03				
C= 0.48E+20	50000.	0.730	0.362E-01				
	100000.	0.583	0.436E-01				
	150000.	0.516	0.475E-01				
	300000.	0.424	0.461E-01				

PERTURBER DENSITY = 1xE+19cm-3

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Be III 2S 2P	10000.	15.0	0.471	0.155E-01	-0.212E-01	0.256E-01	-0.208E-01
3722.7 Å	20000.	10.2	-0.222	0.703E-01	-0.947E-01	0.102	-0.898E-01
C= 0.37E+23	50000.	6.56	-0.284	0.239	-0.256	0.262	-0.221
	100000.	4.85	-0.372	0.397	-0.387	0.412	-0.334
	150000.	4.13	-0.357	0.504	-0.458	0.474	-0.386
	300000.	3.24	-0.335	0.646	-0.564	0.588	-0.477
Be III 2S 3P	10000.	* 1.22	-0.383E-01	*0.108E-01	*0.463E-02		
582.2 Å	20000.	*0.949	-0.156E-02	*0.330E-01	*0.180E-01		
C= 0.11E+21	50000.	0.690	0.695E-02	*0.635E-01	*0.406E-01		
	100000.	0.555	0.951E-02	*0.818E-01	*0.567E-01		
	150000.	0.493	0.124E-01	*0.927E-01	*0.678E-01		
	300000.	0.405	0.956E-02	*0.116	*0.829E-01	0.971E-01	0.689E-01
Be III 2P 3S	10000.	* 1.62	*0.126	*0.135E-01	*0.822E-02		
725.7 Å	20000.	* 1.19	*0.840E-01	*0.447E-01	*0.335E-01		
C= 0.37E+21	50000.	0.857	0.116	*0.960E-01	*0.778E-01		
	100000.	0.687	0.113	*0.128	*0.112		
	150000.	0.604	0.112	*0.149	*0.136	*0.128	*0.112
	300000.	0.492	0.105	*0.182	*0.164	*0.152	*0.136
Be III 2P 3D	10000.	* 1.13	*0.813E-02	*0.947E-02	-0.543E-02	*0.104E-01	-0.400E-02
675.5 Å	20000.	0.817	0.940E-02	*0.309E-01	-0.210E-01	*0.315E-01	-0.162E-01
C= 0.14E+21	50000.	0.558	0.238E-02	*0.635E-01	-0.471E-01	*0.595E-01	-0.373E-01
	100000.	0.433	-0.927E-03	*0.838E-01	-0.648E-01	*0.762E-01	-0.537E-01
	150000.	0.381	0.120E-02	*0.973E-01	-0.772E-01	*0.858E-01	-0.648E-01
	300000.	0.312	0.103E-02	*0.123	-0.947E-01	*0.104	-0.790E-01

PERTURBER DENSITY = 1xE+20cm-3

Be III 1S 2P	10000.						
100.3 Å	20000.	0.486E-01	-0.104E-02	0.260E-03	-0.917E-04	*0.346E-03	-0.859E-04
C= 0.16E+21	50000.	0.312E-01	0.212E-03	0.134E-02	-0.620E-03	*0.161E-02	-0.561E-03
	100000.	0.229E-01	0.239E-03	0.220E-02	-0.114E-02	*0.248E-02	-0.100E-02
	150000.	0.193E-01	0.144E-03	0.274E-02	-0.150E-02	*0.279E-02	-0.127E-02
	300000.	0.150E-01	0.313E-03	0.338E-02	-0.203E-02	*0.333E-02	-0.170E-02
Be III 2P 3S	10000.						
768.0 Å	20000.						
C= 0.27E+22	50000.	* 10.8	-0.580E-01				
	100000.	* 8.84	*0.478				
	150000.	* 7.87	*0.702				
	300000.	6.49	0.757				
Be III 2P 4S	10000.						
554.1 Å	20000.						
C= 0.58E+21	50000.						
	100000.						
	150000.	* 10.3	*0.603				
	300000.	* 9.07	*0.681				
Be III 2P 3D	10000.						
746.3 Å	20000.						
C= 0.48E+21	50000.	* 5.92	*0.588E-01				
	100000.	4.88	0.191				
	150000.	4.39	0.270				
	300000.	3.71	0.283				
Be III 2S 3P	10000.						
582.2 Å	20000.						
C= 0.11E+22	50000.	* 6.23	-0.140				
	100000.	* 5.14	-0.526E-01				
	150000.	* 4.60	*0.444E-02				
	300000.	3.83	0.328E-02				

PERTURBER DENSITY = 1xE+20cm-3

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Be III 2P 3S	10000.						
725.7 Å	20000.						
C= 0.37E+22	50000.	* 8.19	*0.327				
	100000.	* 6.63	*0.578				
	150000.	5.85	0.670				
	300000.	4.79	0.727				
Be III 2P 3D	10000.						
675.5 Å	20000.						
C= 0.14E+22	50000.	* 5.09	*0.289				
	100000.	4.03	0.173				
	150000.	3.57	0.160				
	300000.	2.95	0.122				

PERTURBER DENSITY = 1xE+21cm-3

Be III 1S 2P	10000.						
100.3 Å	20000.						
C= 0.16E+22	50000.	*0.295	*0.124E-01				
	100000.	0.220	0.909E-02				
	150000.	0.187	0.666E-02				
	300000.	0.146	0.662E-02				

Table 2. This table shows electron-, proton-, and He II- impact broadening parameters for B III, for perturber densities 10^{17}— 10^{20} cm^{-3} and temperatures from 10,000 up to 300,000 K. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given. By using c [see Eq. (5) in Dimitrijević et *al.*, 1991], we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBER DENSITY = 1xE+17cm-3

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
B III 2S 2P	10000.	0.405E-01	0.209E-02	0.673E-04	-0.103E-03	0.117E-03	-0.103E-03
2066.9 Å	20000.	0.268E-01	-0.521E-03	0.189E-03	-0.221E-03	0.295E-03	-0.217E-03
C= 0.21E+21	50000.	0.171E-01	-0.728E-03	0.547E-03	-0.485E-03	0.679E-03	-0.450E-03
	100000.	0.124E-01	-0.719E-03	0.891E-03	-0.707E-03	0.100E-02	-0.626E-03
	150000.	0.105E-01	-0.864E-03	0.112E-02	-0.854E-03	0.113E-02	-0.729E-03
	300000.	0.823E-02	-0.739E-03	0.139E-02	-0.104E-02	0.135E-02	-0.871E-03
B III 2S 3P	10000.	0.874E-02	0.115E-03	0.168E-03	0.200E-03	0.221E-03	0.185E-03
518.2 Å	20000.	0.684E-02	0.244E-03	0.328E-03	0.330E-03	0.365E-03	0.291E-03
C= 0.84E+18	50000.	0.500E-02	0.242E-03	0.570E-03	0.501E-03	0.547E-03	0.425E-03
	100000.	0.404E-02	0.232E-03	0.722E-03	0.604E-03	0.657E-03	0.506E-03
	150000.	0.359E-02	0.229E-03	0.825E-03	0.671E-03	0.733E-03	0.563E-03
	300000.	0.297E-02	0.170E-03	0.102E-02	0.778E-03	0.856E-03	0.637E-03
B III 2S 4P	10000.	0.164E-01	0.757E-03	0.884E-03	0.814E-03	*0.943E-03	*0.695E-03
411.8 Å	20000.	0.132E-01	0.945E-03	0.137E-02	0.118E-02	*0.129E-02	*0.980E-03
C= 0.22E+18	50000.	0.105E-01	0.864E-03	0.187E-02	0.164E-02	0.170E-02	0.138E-02
	100000.	0.897E-02	0.847E-03	0.231E-02	0.193E-02	0.199E-02	0.160E-02
	150000.	0.813E-02	0.740E-03	0.258E-02	0.207E-02	0.216E-02	0.175E-02
	300000.	0.682E-02	0.569E-03	0.299E-02	0.235E-02	0.254E-02	0.198E-02
B III 2S 5P	10000.	0.283E-01	0.238E-02	*0.300E-02	*0.208E-02		
376.3 Å	20000.	0.253E-01	0.226E-02	*0.388E-02	*0.300E-02		
C= 0.95E+17	50000.	0.220E-01	0.227E-02	*0.517E-02	*0.436E-02		
	100000.	0.195E-01	0.196E-02	*0.604E-02	*0.498E-02	*0.495E-02	*0.409E-02
	150000.	0.179E-01	0.175E-02	*0.673E-02	*0.535E-02	*0.544E-02	*0.450E-02
	300000.	0.152E-01	0.143E-02	*0.760E-02	*0.594E-02	*0.644E-02	*0.504E-02
B III 3S 3P	10000.	2.82	-0.488E-01	0.310E-01	0.212E-01	0.428E-01	0.202E-01
7839.5 Å	20000.	2.17	-0.555E-01	0.583E-01	0.387E-01	0.682E-01	0.345E-01
C= 0.19E+21	50000.	1.61	-0.583E-01	0.965E-01	0.625E-01	0.976E-01	0.534E-01
	100000.	1.33	-0.570E-01	0.118	0.760E-01	0.115	0.640E-01
	150000.	1.19	-0.541E-01	0.133	0.844E-01	0.125	0.712E-01
	300000.	0.993	-0.602E-01	0.161	0.995E-01	0.143	0.833E-01
B III 3S 4P	10000.	0.279	0.948E-02	0.128E-01	0.117E-01	*0.138E-01	*0.100E-01
1596.7 Å	20000.	0.223	0.102E-01	0.200E-01	0.170E-01	*0.188E-01	*0.142E-01
C= 0.33E+19	50000.	0.177	0.852E-02	0.275E-01	0.237E-01	0.249E-01	0.201E-01
	100000.	0.151	0.830E-02	0.339E-01	0.280E-01	0.289E-01	0.229E-01
	150000.	0.137	0.681E-02	0.384E-01	0.303E-01	0.312E-01	0.251E-01
	300000.	0.115	0.447E-02	0.450E-01	0.340E-01	0.356E-01	0.285E-01
B III 3S 5P	10000.	0.291	0.209E-01	*0.288E-01	*0.199E-01		
1169.3 Å	20000.	0.258	0.192E-01	*0.374E-01	*0.288E-01		
C= 0.91E+18	50000.	0.223	0.194E-01	*0.495E-01	*0.419E-01		
	100000.	0.197	0.165E-01	*0.581E-01	*0.477E-01	*0.477E-01	*0.392E-01
	150000.	0.181	0.146E-01	*0.648E-01	*0.516E-01	*0.525E-01	*0.430E-01
	300000.	0.154	0.116E-01	*0.734E-01	*0.566E-01	*0.616E-01	*0.479E-01
B III 4S 4P	10000.	50.4	-4.58	1.46	1.11	1.66	0.958
19478.1 Å	20000.	41.2	-2.82	2.25	1.69	2.21	1.40
C= 0.50E+21	50000.	34.5	-2.24	3.01	2.31	2.83	1.95
	100000.	30.1	-1.59	3.74	2.76	3.27	2.28
	150000.	27.7	-1.52	4.16	3.04	3.61	2.51
	300000.	23.6	-1.46	5.00	3.36	4.01	2.81

PERTURBER DENSITY = 1xE+17cm-3

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
B III 4S 5P	10000.	3.03	0.100	*0.255	*0.177		
3568.3 Å	20000.	2.68	0.930E-01	*0.329	*0.255		
C= 0.85E+19	50000.	2.34	0.883E-01	*0.435	*0.368		
	100000.	2.09	0.681E-01	*0.518	*0.424	*0.433	*0.344
	150000.	1.93	0.540E-01	*0.571	*0.450	*0.467	*0.376
	300000.	1.65	0.394E-01	*0.673	*0.502	*0.553	*0.427
B III 2P 3S	10000.	0.144E-01	0.216E-02	0.824E-04	0.273E-03	0.107E-03	0.255E-03
758.6 Å	20000.	0.102E-01	0.165E-02	0.265E-03	0.478E-03	0.278E-03	0.417E-03
C= 0.73E+19	50000.	0.718E-02	0.129E-02	0.614E-03	0.754E-03	0.573E-03	0.632E-03
	100000.	0.575E-02	0.119E-02	0.867E-03	0.906E-03	0.756E-03	0.762E-03
	150000.	0.506E-02	0.115E-02	0.100E-02	0.100E-02	0.854E-03	0.846E-03
	300000.	0.414E-02	0.104E-02	0.128E-02	0.119E-02	0.107E-02	0.977E-03
B III 2P 4S	10000.	0.154E-01	0.603E-02	0.546E-03	0.778E-03	0.510E-03	0.670E-03
528.2 Å	20000.	0.122E-01	0.459E-02	0.986E-03	0.119E-02	0.941E-03	0.989E-03
C= 0.14E+19	50000.	0.102E-01	0.359E-02	0.159E-02	0.164E-02	0.137E-02	0.137E-02
	100000.	0.882E-02	0.288E-02	0.199E-02	0.195E-02	0.169E-02	0.161E-02
	150000.	0.805E-02	0.260E-02	0.224E-02	0.210E-02	0.188E-02	0.176E-02
	300000.	0.682E-02	0.213E-02	0.280E-02	0.239E-02	0.221E-02	0.196E-02
B III 2P 5S	10000.	0.260E-01	0.130E-01	*0.194E-02	*0.198E-02	*0.187E-02	*0.159E-02
465.6 Å	20000.	0.225E-01	0.107E-01	*0.292E-02	*0.275E-02	*0.255E-02	*0.227E-02
C= 0.56E+18	50000.	0.197E-01	0.792E-02	*0.410E-02	*0.391E-02	*0.352E-02	*0.324E-02
	100000.	0.178E-01	0.651E-02	0.495E-02	0.456E-02	*0.413E-02	*0.371E-02
	150000.	0.165E-01	0.574E-02	0.546E-02	0.501E-02	*0.471E-02	*0.407E-02
	300000.	0.142E-01	0.439E-02	0.641E-02	0.537E-02	*0.544E-02	*0.448E-02
B III 3P 4S	10000.	0.361	0.100	0.870E-02	0.118E-01	0.877E-02	0.101E-01
2235.1 Å	20000.	0.294	0.733E-01	0.155E-01	0.180E-01	0.153E-01	0.152E-01
C= 0.16E+20	50000.	0.243	0.557E-01	0.250E-01	0.249E-01	0.219E-01	0.210E-01
	100000.	0.212	0.448E-01	0.315E-01	0.297E-01	0.272E-01	0.250E-01
	150000.	0.194	0.402E-01	0.363E-01	0.326E-01	0.300E-01	0.270E-01
	300000.	0.166	0.336E-01	0.438E-01	0.369E-01	0.349E-01	0.312E-01
B III 3P 5S	10000.	0.272	0.117	*0.175E-01	*0.180E-01	*0.171E-01	*0.145E-01
1424.5 Å	20000.	0.237	0.961E-01	*0.268E-01	*0.250E-01	*0.232E-01	*0.207E-01
C= 0.52E+19	50000.	0.207	0.709E-01	*0.374E-01	*0.358E-01	*0.321E-01	*0.299E-01
	100000.	0.188	0.584E-01	0.451E-01	0.412E-01	*0.380E-01	*0.338E-01
	150000.	0.174	0.512E-01	0.488E-01	0.448E-01	*0.430E-01	*0.377E-01
	300000.	0.151	0.394E-01	0.597E-01	0.497E-01	*0.493E-01	*0.411E-01
B III 4P 5S	10000.	4.54	1.24	0.160	0.152	*0.165	*0.128
4919.5 Å	20000.	3.93	0.992	0.244	0.217	*0.223	*0.179
C= 0.32E+20	50000.	3.44	0.724	0.334	0.303	*0.294	*0.254
	100000.	3.11	0.587	0.422	0.358	*0.360	*0.294
	150000.	2.89	0.521	0.472	0.378	0.395	0.322
	300000.	2.49	0.401	0.559	0.430	0.415	0.358
B III 2P 3D	10000.	0.113E-01	-0.434E-03	0.153E-03	-0.228E-03	0.205E-03	-0.212E-03
677.1 Å	20000.	0.818E-02	-0.174E-03	0.345E-03	-0.396E-03	0.373E-03	-0.345E-03
C= 0.14E+19	50000.	0.558E-02	-0.139E-03	0.656E-03	-0.623E-03	0.621E-03	-0.521E-03
	100000.	0.432E-02	-0.134E-03	0.858E-03	-0.749E-03	0.778E-03	-0.629E-03
	150000.	0.380E-02	-0.895E-04	0.988E-03	-0.829E-03	0.880E-03	-0.703E-03
	300000.	0.311E-02	-0.534E-04	0.125E-02	-0.973E-03	0.103E-02	-0.799E-03
B III 2P 4D	10000.	0.313E-01	-0.607E-03				
510.8 Å	20000.	0.255E-01	-0.513E-03				
C= 0.15E+17	50000.	0.195E-01	-0.352E-03				
	100000.	0.159E-01	0.317E-04				
	150000.	0.141E-01	0.316E-03				
	300000.	0.113E-01	0.176E-03				

PERTURBER DENSITY = 1xE+17cm-3

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
B III 2P 5D	10000.	0.632E-01	-0.287E-02				
458.7 Å	20000.	0.546E-01	-0.216E-02				
C= 0.65E+16	50000.	0.442E-01	-0.143E-02				
	100000.	0.370E-01	-0.228E-03				
	150000.	0.330E-01	0.684E-03				
	300000.	0.268E-01	0.216E-03				
B III 3P 3D	10000.	46.3	-1.60	1.02	-1.19	1.28	-1.08
32127.9 Å	20000.	35.8	-1.57	1.86	-1.88	2.03	-1.65
C= 0.32E+22	50000.	26.1	-1.47	3.11	-2.76	2.89	-2.32
	100000.	21.1	-1.39	3.93	-3.31	3.51	-2.78
	150000.	18.8	-1.30	4.50	-3.64	3.93	-3.03
	300000.	15.6	-0.961	5.59	-4.26	4.47	-3.44
B III 3P 4D	10000.	0.528	-0.184E-01				
1953.7 Å	20000.	0.431	-0.124E-01				
C= 0.22E+18	50000.	0.331	-0.971E-02				
	100000.	0.271	-0.368E-02				
	150000.	0.240	0.444E-03				
	300000.	0.195	-0.557E-03				
B III 3P 5D	10000.	0.590	-0.307E-01				
1361.8 Å	20000.	0.509	-0.218E-01				
C= 0.57E+17	50000.	0.411	-0.150E-01				
	100000.	0.344	-0.413E-02				
	150000.	0.307	0.396E-02				
	300000.	0.250	0.361E-03				
B III 4P 5D	10000.	* 6.75	-0.379				
4244.6 Å	20000.	5.77	-0.300				
C= 0.55E+18	50000.	4.69	-0.222				
	100000.	3.95	-0.115				
	150000.	3.54	-0.253E-01				
	300000.	2.90	-0.457E-01				
B III 3D 4P	10000.	0.490	0.247E-01	0.253E-01	0.230E-01	*0.269E-01	*0.196E-01
2138.5 Å	20000.	0.394	0.282E-01	0.387E-01	0.331E-01	*0.367E-01	*0.277E-01
C= 0.60E+19	50000.	0.312	0.256E-01	0.535E-01	0.463E-01	*0.474E-01	*0.386E-01
	100000.	0.264	0.250E-01	0.659E-01	0.546E-01	0.559E-01	0.451E-01
	150000.	0.240	0.218E-01	0.724E-01	0.581E-01	0.610E-01	0.486E-01
	300000.	0.201	0.167E-01	0.839E-01	0.671E-01	0.693E-01	0.551E-01
B III 3D 5P	10000.	0.432	0.358E-01	*0.441E-01	*0.304E-01		
1435.7 Å	20000.	0.384	0.339E-01	*0.568E-01	*0.440E-01		
C= 0.14E+19	50000.	0.332	0.341E-01	*0.756E-01	*0.639E-01		
	100000.	0.294	0.295E-01	*0.885E-01	*0.734E-01	*0.728E-01	*0.604E-01
	150000.	0.270	0.263E-01	*0.987E-01	*0.785E-01	*0.806E-01	*0.667E-01
	300000.	0.229	0.214E-01	*0.112	*0.874E-01	*0.960E-01	*0.741E-01
B III 4D 5P	10000.	6.34	0.438				
4633.8 Å	20000.	5.56	0.387				
C= 0.12E+19	50000.	4.70	0.378				
	100000.	4.08	0.298				
	150000.	3.72	0.245				
	300000.	3.11	0.206				
B III 3D 4F	10000.	0.327	0.958E-02				
2077.7 Å	20000.	0.265	0.663E-02				
C= 0.25E+18	50000.	0.202	0.354E-02				
	100000.	0.166	0.124E-02				
	150000.	0.148	-0.233E-02				
	300000.	0.122	0.529E-03	*0.558	-0.277		

PERTURBER DENSITY = 1xE+17cm-3

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
B III 4F 5D	10000.	* 6.93	-0.330				
4506.1 Å	20000.	6.00	-0.228				
C= 0.62E+18	50000.	4.88	-0.148				
	100000.	4.09	-0.229E-01				
	150000.	3.66	0.808E-01				
	300000.	2.98	0.205E-01				

PERTURBER DENSITY = 1xE+18cm-3

B III 2S 2P	10000.	0.399	0.189E-01	0.639E-03	-0.785E-03	0.111E-02	-0.784E-03
2066.9 Å	20000.	0.268	-0.414E-02	0.188E-02	-0.200E-02	0.292E-02	-0.196E-02
C= 0.21E+22	50000.	0.171	-0.724E-02	0.547E-02	-0.469E-02	0.678E-02	-0.434E-02
	100000.	0.124	-0.707E-02	0.891E-02	-0.700E-02	0.100E-01	-0.620E-02
	150000.	0.105	-0.858E-02	0.112E-01	-0.852E-02	0.113E-01	-0.727E-02
	300000.	0.823E-01	-0.736E-02	0.139E-01	-0.104E-01	0.135E-01	-0.870E-02
B III 2S 3P	10000.	0.874E-01	0.395E-03	0.160E-02	0.145E-02	0.205E-02	0.129E-02
518.2 Å	20000.	0.684E-01	0.189E-02	0.324E-02	0.282E-02	0.358E-02	0.243E-02
C= 0.84E+19	50000.	0.500E-01	0.209E-02	0.569E-02	0.466E-02	0.544E-02	0.389E-02
	100000.	0.404E-01	0.207E-02	0.722E-02	0.589E-02	0.656E-02	0.491E-02
	150000.	0.359E-01	0.208E-02	0.825E-02	0.668E-02	0.733E-02	0.559E-02
	300000.	0.297E-01	0.160E-02	0.102E-01	0.775E-02	0.856E-02	0.635E-02
B III 2S 4P	10000.	*0.163	*0.199E-02				
411.8 Å	20000.	0.132	0.575E-02				
C= 0.22E+19	50000.	0.105	0.637E-02	*0.187E-01	*0.141E-01		
	100000.	0.895E-01	0.667E-02	*0.229E-01	*0.183E-01		
	150000.	0.812E-01	0.595E-02	*0.258E-01	*0.205E-01		
	300000.	0.681E-01	0.510E-02	*0.299E-01	*0.233E-01	*0.254E-01	*0.196E-01
B III 2S 5P	10000.						
376.3 Å	20000.	*0.244	*0.620E-02				
C= 0.95E+18	50000.	0.215	0.127E-01				
	100000.	0.191	0.113E-01				
	150000.	0.176	0.107E-01				
	300000.	0.150	0.115E-01				
B III 3S 4P	10000.	* 2.78	*0.137E-01				
1596.7 Å	20000.	2.22	0.497E-01				
C= 0.33E+20	50000.	1.77	0.527E-01	*0.274	*0.204		
	100000.	1.51	0.576E-01	*0.338	*0.264		
	150000.	1.37	0.473E-01	*0.384	*0.300		
	300000.	1.15	0.364E-01	*0.450	*0.338	*0.356	*0.283
B III 3S 5P	10000.	*2.76	-0.284E-01				
1169.3 Å	20000.	*2.49	*0.358E-01				
C= 0.91E+19	50000.	2.17	0.981E-01				
	100000.	1.93	0.853E-01				
	150000.	1.78	0.808E-01				
	300000.	1.52	0.893E-01				
B III 2P 3S	10000.	0.144	0.206E-01	0.819E-03	0.202E-02	0.105E-02	0.184E-02
758.6 Å	20000.	0.102	0.159E-01	0.265E-02	0.416E-02	0.277E-02	0.355E-02
C= 0.73E+20	50000.	0.718E-01	0.125E-01	0.613E-02	0.709E-02	0.573E-02	0.586E-02
	100000.	0.575E-01	0.116E-01	0.868E-02	0.887E-02	0.755E-02	0.743E-02
	150000.	0.506E-01	0.113E-01	0.100E-01	0.999E-02	0.854E-02	0.842E-02
	300000.	0.414E-01	0.103E-01	0.128E-01	0.118E-01	0.107E-01	0.974E-02
B III 2P 4S	10000.	0.153	0.562E-01	*0.537E-02	*0.490E-02	*0.494E-02	*0.382E-02
528.2 Å	20000.	0.122	0.432E-01	*0.982E-02	*0.940E-02	*0.939E-02	*0.736E-02
C= 0.14E+20	50000.	0.102	0.342E-01	*0.157E-01	*0.145E-01	*0.135E-01	*0.119E-01
	100000.	0.882E-01	0.274E-01	*0.201E-01	*0.187E-01	*0.169E-01	*0.154E-01
	150000.	0.805E-01	0.251E-01	*0.224E-01	*0.209E-01	*0.188E-01	*0.174E-01
	300000.	0.682E-01	0.208E-01	*0.280E-01	*0.237E-01	*0.221E-01	*0.195E-01

PERTURBER DENSITY = 1xE+18cm-3

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
B III 2P 5S	10000.	*0.260	*0.113				
465.6 Å	20000.	*0.225	*0.959E-01				
C= 0.56E+19	50000.	0.197	0.727E-01				
	100000.	0.178	0.598E-01				
	150000.	0.165	0.537E-01				
	300000.	0.142	0.422E-01				
B III 3P 4S	10000.	* 3.61	*0.943	*0.845E-01	*0.772E-01	*0.831E-01	*0.595E-01
2235.1 Å	20000.	2.94	0.695	*0.154	*0.144	*0.151	*0.117
C= 0.16E+21	50000.	2.43	0.534	*0.248	*0.222	*0.218	*0.183
	100000.	2.12	0.428	*0.317	*0.286	*0.273	*0.240
	150000.	1.94	0.386	*0.363	*0.324	*0.300	*0.268
	300000.	1.66	0.329	0.438	0.367	*0.349	*0.310
B III 3P 5S	10000.	* 2.72	* 1.02				
1424.5 Å	20000.	* 2.37	*0.864				
C= 0.52E+20	50000.	2.07	0.651				
	100000.	1.87	0.536				
	150000.	1.74	0.479				
	300000.	1.51	0.378				
B III 2P 3D	10000.	0.113	-0.320E-02	0.147E-02	-0.168E-02	0.193E-02	-0.152E-02
677.1 Å	20000.	0.818E-01	-0.128E-02	0.342E-02	-0.344E-02	0.368E-02	-0.293E-02
C= 0.14E+20	50000.	0.558E-01	-0.101E-02	0.656E-02	-0.585E-02	0.620E-02	-0.482E-02
	100000.	0.432E-01	-0.106E-02	0.858E-02	-0.732E-02	0.777E-02	-0.613E-02
	150000.	0.380E-01	-0.663E-03	0.988E-02	-0.826E-02	0.880E-02	-0.699E-02
	300000.	0.310E-01	-0.428E-03	0.125E-01	-0.970E-02	0.103E-01	-0.797E-02
B III 2P 4D	10000.	*0.254	-0.614E-02				
510.8 Å	20000.	0.214	-0.686E-02				
C= 0.15E+18	50000.	0.169	-0.555E-02				
	100000.	0.141	-0.410E-02				
	150000.	0.126	-0.328E-02				
	300000.	0.103	-0.163E-02				
B III 2P 5D	10000.						
458.7 Å	20000.	*0.415	-0.125E-01				
C= 0.65E+17	50000.	*0.358	-0.118E-01				
	100000.	*0.310	-0.943E-02				
	150000.	0.282	-0.795E-02				
	300000.	0.234	-0.649E-02				
B III 3P 4D	10000.	* 4.42	-0.172				
1953.7 Å	20000.	3.71	-0.142				
C= 0.22E+19	50000.	2.93	-0.122				
	100000.	2.44	-0.977E-01				
	150000.	2.19	-0.867E-01				
	300000.	1.80	-0.539E-01				
B III 3P 5D	10000.						
1361.8 Å	20000.	* 3.93	-0.134				
C= 0.57E+18	50000.	* 3.37	-0.125				
	100000.	2.92	-0.103				
	150000.	2.64	-0.893E-01				
	300000.	2.20	-0.720E-01				
B III 3D 4P	10000.	* 4.88	*0.854E-01				
2138.5 Å	20000.	3.93	0.177				
C= 0.60E+20	50000.	3.11	0.191				
	100000.	2.64	0.199	*0.660	*0.519		
	150000.	2.39	0.177	*0.724	*0.575		
	300000.	2.01	0.150	*0.840	*0.667	*0.694	*0.547

PERTURBER DENSITY = 1xE+18cm-3

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
B III 3D 5P	10000.	* 4.09	-0.657E-02				
1435.7 Å	20000.	* 3.71	0.986E-01				
C= 0.14E+20	50000.	3.24	0.193				
	100000.	2.88	0.172				
	150000.	2.65	0.163				
	300000.	2.26	0.173				
B III 3D 4F	10000.	2.59	0.150				
2077.7 Å	20000.	2.17	0.121				
C= 0.25E+19	50000.	1.72	0.812E-01				
	100000.	1.45	0.815E-01				
	150000.	1.31	0.666E-01				
	300000.	1.10	0.506E-01				

PERTURBER DENSITY = 1xE+19cm-3

B III 2S 2P	10000.	3.97	0.174	0.420E-02	-0.316E-02	0.717E-02	-0.314E-02
2066.9 Å	20000.	2.68	-0.361E-01	0.175E-01	-0.146E-01	0.269E-01	-0.141E-01
C= 0.21E+23	50000.	1.71	-0.675E-01	0.542E-01	-0.424E-01	0.670E-01	-0.390E-01
	100000.	1.24	-0.683E-01	0.889E-01	-0.670E-01	0.997E-01	-0.590E-01
	150000.	1.05	-0.831E-01	0.112	-0.835E-01	0.113	-0.710E-01
	300000.	0.823	-0.717E-01	0.139	-0.103	0.135	-0.868E-01
B III 2S 3P	10000.	*0.860	-0.290E-01	*0.939E-02	*0.400E-02		
518.2 Å	20000.	*0.678	-0.949E-03	*0.287E-01	*0.160E-01		
C= 0.84E+20	50000.	0.497	0.958E-02	*0.558E-01	*0.367E-01		
	100000.	0.402	0.128E-01	*0.719E-01	*0.519E-01		
	150000.	0.357	0.141E-01	*0.824E-01	*0.629E-01		
	300000.	0.295	0.117E-01	*0.102	*0.770E-01	*0.856E-01	*0.630E-01
B III 2S 4P	10000.						
411.8 Å	20000.						
C= 0.22E+20	50000.	*0.980	*0.320E-02				
	100000.	*0.847	*0.240E-01				
	150000.	0.773	0.227E-01				
	300000.	0.653	0.247E-01				
B III 2S 5P	10000.						
376.3 Å	20000.						
C= 0.95E+19	50000.						
	100000.	* 1.64	*0.725E-02				
	150000.	* 1.54	*0.109E-01				
	300000.	* 1.34	*0.375E-01				
B III 2P 3S	10000.	* 1.44	*0.168				
758.6 Å	20000.	1.02	0.136	*0.258E-01	*0.259E-01	*0.266E-01	*0.198E-01
C= 0.73E+21	50000.	0.718	0.112	*0.611E-01	*0.580E-01	*0.569E-01	*0.457E-01
	100000.	0.575	0.107	*0.866E-01	*0.797E-01	*0.751E-01	*0.658E-01
	150000.	0.506	0.105	*0.100	*0.950E-01	*0.851E-01	*0.793E-01
	300000.	0.414	0.983E-01	*0.128	*0.118	*0.107	*0.967E-01
B III 2P 4S	10000.						
528.2 Å	20000.	* 1.22	*0.334				
C= 0.14E+21	50000.	* 1.01	*0.286				
	100000.	0.879	0.234				
	150000.	0.804	0.217				
	300000.	0.681	0.187				
B III 2P 5S	10000.						
465.6 Å	20000.						
C= 0.56E+20	50000.	* 1.89	*0.498				
	100000.	* 1.72	*0.438				
	150000.	* 1.61	*0.402				
	300000.	1.39	0.332				

PERTURBER DENSITY = 1xE+19cm-3

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
B III 2P 3D	10000.	* 1.11	*0.755E-02				
677.1 Å	20000.	0.811	0.891E-02	*0.314E-01	-0.213E-01	*0.319E-01	-0.162E-01
C= 0.14E+21	50000.	0.555	0.201E-02	*0.646E-01	-0.478E-01	*0.603E-01	-0.376E-01
	100000.	0.430	-0.203E-02	*0.854E-01	-0.662E-01	*0.774E-01	-0.541E-01
	150000.	0.378	0.572E-03	*0.987E-01	-0.785E-01	*0.875E-01	-0.657E-01
	300000.	0.309	0.298E-03	*0.125	-0.965E-01	*0.103	-0.791E-01
B III 2P 4D	10000.						
510.8 Å	20000.	* 1.62	*0.372E-01				
C= 0.15E+19	50000.	* 1.35	-0.293E-02				
	100000.	1.17	-0.754E-02				
	150000.	1.06	-0.803E-02				
	300000.	0.891	-0.782E-02				
B III 2P 5D	10000.						
458.7 Å	20000.						
C= 0.65E+18	50000.						
	100000.	* 2.31	*0.832E-02				
	150000.	* 2.16	*0.703E-02				
	300000.	* 1.87	-0.115E-01				

PERTURBER DENSITY = 1xE+20cm-3

B III 2P 3S	10000.						
758.6 Å	20000.						
C= 0.73E+22	50000.	* 7.12	*0.637				
	100000.	5.71	0.752				
	150000.	5.03	0.791				
	300000.	4.11	0.795				
B III 2P 4S	10000.						
528.2 Å	20000.						
C= 0.14E+22	50000.						
	100000.	* 7.89	* 1.13				
	150000.	* 7.32	* 1.21				
	300000.	* 6.31	* 1.15				
B III 2P 3D	10000.						
677.1 Å	20000.						
C= 0.14E+22	50000.	* 5.05	*0.291				
	100000.	3.99	0.167				
	150000.	3.54	0.157				
	300000.	2.93	0.118				
B III 2P 4D	10000.						
510.8 Å	20000.						
C= 0.15E+20	50000.						
	100000.						
	150000.	* 7.79	*0.262				
	300000.	* 6.90	*0.201				
B III 2S 3P	10000.						
518.2 Å	20000.						
C= 0.84E+21	50000.	* 4.50	-0.145				
	100000.	* 3.72	-0.392E-01				
	150000.	3.34	0.599E-02				
	300000.	2.79	0.141E-01				
B III 2S 4P	10000.						
411.8 Å	20000.						
C= 0.22E+21	50000.						
	100000.						
	150000.	* 6.18	-0.566E-01				
	300000.	* 5.46	-0.110E-02				

Values for NV > 0.5 are not given and values for $0.1 < \mathrm{NV} \leq 0.5$ are denoted by an asterisk. When the impact approximation is not valid, the ion broadening contribution may be estimated by using quasistatic approach (Sahal−Bréchot 1991 and Griem 1974). The accuracy of the results obtained decreases when broadening by ion interactions becomes important.

The analysis of present results and comparison with available theoretical data will be published elsewhere (Dimitrijević and Sahal−Bréchot, 1996).

Acknowledgements – This work is a part of the project "Astrometrical, Astrodynamical and Astrophysical Investigations", supported by Ministry of Science and Technology of Serbia.

REFERENCES

Dimitrijević, M. S., and Sahal−Bréchot,S.: 1984, *JQSRT* **31**, 301.

Dimitrijević, M. S., and Sahal−Bréchot, S.: 1996, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, submitted.

Griem, H. R.: 1974, *Spectral Line Broadening by Plasmas*, Academic Press, New York.

Sahal−Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.* **1**, 91.

Sahal−Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.* **2**, 322.

Sahal−Bréchot, S.: 1991, *Astron. Astrophys.* **245**, 322.

ТАБЕЛЕ ПАРАМЕТАРА ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА Be III И B III

M. C. Димитријевић[1] и S. Sahal−Bréchot[2]

[1] *Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11050 Београд, Југославија*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris-Meudon, 92190 Meudon, France

УДК 52−355.3
Претходно саопштење

Користећи семикласичан прилаз, израчунате су ширине и помераји спектралних линија, проузроковани сударима са електронима, протонима и јонизованим хелијумом, за 12 мултиплета Be III и 27 мултиплета B III. Резултати су дати у функцији температуре и концентрације пертурбера.

Bull. Astron. Belgrade № 154 (l996), 85 – 89 **UDC 52−355.3**
Preliminary report

STARK BROADENING PARAMETER TABLES FOR Se I

M. S. Dimitrijević[1] and S. Sahal−Bréchot[2]

[1] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11000 Belgrade, Yugoslavia*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris−Meudon, 92190 Meudon, France

(Received: August 8, 1996)

SUMMARY: Using a semiclassical approach, we have calculated electron−, proton−, and Ar II−impact line widths and shifts for 16 Se I multiplets as a function of temperature and perturber density.

1. INTRODUCTION

By using the semiclassical-perturbation formalism (Sahal-Bréchot 1969ab), we have calculated recently electron-, proton-, and ionized argon-impact line widths and shifts for 31 multiplets of neutral selenium for a perturber density of 10^{16} cm^{-3} (Dimitrijević and Sahal−Bréchot, 1996). Since due to Debye screening effect such data are not linear with perturber density for higher densities, we will present here tables for 16 Se I multiplets for perturber densities $10^{17}-10^{19}$ cm^{-3}.

2. RESULTS AND DISCUSSION

The analysis of obtained results, details of calculations and the comparison with other theoretical data will be published elsewhere (Dimitrijević and Sahal−Bréchot, 1996). Here, we present only tables of Stark broadening parameters. Our results for 16 Se I multiplets are shown in Table 1, for perturber densities $10^{17}-10^{19}$ and temperatures T = 2,500 − 50,000 K. We also specify a parameter c (Dimitrijević and Sahal−Bréchot 1984), which gives an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated when it is divided by the corresponding full width at half maximum. For each value given in Table 1, the collision volume (V) multiplied by the perturber density (N) is much less than one and the impact approximation is valid (Sahal−Bréchot, 1969ab). Values for NV $>$ 0.5 are not given and values for $0.1 <$ NV ≤ 0.5 are denoted by an asterisk. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. When the impact approximation is not valid, the ion broadening contribution may be estimated by using quasistatic approach (Sahal−Bréchot 1991 and Griem 1974). In the region between where neither of these two approximations is valid, a unified type theory should be used. For example in Barnard et al. (1974), a simple analytical formula for such a case is given. The accuracy of the results obtained decreases when broadening by ion interactions becomes important.

Table 1. This Table shows electron-, proton-, and ArII- impact broadening parameters for Se I, for perturber densities of $10^{17} - 10^{19}$ cm^{-3} and temperatures from 2,500 up to 50,000 K. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given. By dividing c by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević *et al.*, 1991), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for validity of the impact approximation) lies between 0.1 and 0.5. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated in Dimitrijević and Sahal−Bréchot (1996) for a perturber density of 10^{16}cm^{-3}, are linear with perturber density.

PERTURBER DENSITY= 1. E+17cm-3

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED ARGON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
4P - 5S	2500.	0.294E-01	0.245E-01	0.785E-02	0.573E-02	*0.453E-02	*0.261E-02
1997.9 Å	5000.	0.352E-01	0.289E-01	0.882E-02	0.714E-02	*0.512E-02	*0.364E-02
C= 0.39E+20	10000.	0.418E-01	0.344E-01	0.990E-02	0.851E-02	0.575E-02	0.458E-02
	20000.	0.466E-01	0.391E-01	0.111E-01	0.991E-02	0.645E-02	0.550E-02
	30000.	0.481E-01	0.405E-01	0.119E-01	0.108E-01	0.690E-02	0.603E-02
	50000.	0.508E-01	0.385E-01	0.129E-01	0.119E-01	0.751E-02	0.672E-02
4P - 6S	2500.	0.117	0.757E-01	*0.254E-01	*0.113E-01		
1522.6 Å	5000.	0.137	0.962E-01	*0.294E-01	*0.183E-01		
C= 0.69E+19	10000.	0.153	0.117	*0.331E-01	*0.245E-01		
	20000.	0.161	0.125	*0.372E-01	*0.304E-01		
	30000.	0.167	0.121	*0.398E-01	*0.337E-01		
	50000.	0.175	0.104	*0.433E-01	*0.380E-01		
4P - 7S	2500.	*0.410	*0.225				
1409.5 Å	5000.	*0.473	*0.298				
C= 0.23E+19	10000.	0.506	0.351				
	20000.	0.549	0.358				
	30000.	0.560	0.325				
	50000.	0.614	0.277				
4P - 4D	2500.	0.433E-01	-0.153E-01	*0.171E-01	-0.338E-02		
1553.6 Å	5000.	0.458E-01	-0.180E-01	*0.182E-01	-0.420E-02		
C= 0.10E+20	10000.	0.500E-01	-0.189E-01	0.187E-01	-0.501E-02		
	20000.	0.561E-01	-0.176E-01	0.190E-01	-0.582E-02		
	30000.	0.603E-01	-0.157E-01	0.191E-01	-0.632E-02	*0.185E-01	-0.355E-02
	50000.	0.656E-01	-0.134E-01	0.193E-01	-0.697E-02	*0.186E-01	-0.395E-02
4P - 5D	2500.	0.149	-0.577E-01				
1424.9 Å	5000.	0.168	-0.583E-01				
C= 0.31E+19	10000.	0.195	-0.422E-01				
	20000.	0.235	-0.308E-01				
	30000.	0.258	-0.276E-01	*0.670E-01	-0.254E-01		
	50000.	0.282	-0.217E-01	*0.683E-01	-0.285E-01		
4P - 6D	2500.	*0.766	*0.333				
1371.7 Å	5000.	*0.887	*0.403				
C= 0.73E+18	10000.	*1.04	*0.357				
	20000.	*1.24	*0.321				
	30000.	*1.32	*0.300				
	50000.	1.39	0.215				
5P - 5D	2500.	7.66	-3.21				
9556.1 Å	5000.	8.65	-3.68				
C= 0.14E+21	10000.	10.1	-3.73				
	20000.	12.2	-3.28				
	30000.	13.5	-2.99	*3.24	-1.34		
	50000.	15.0	-2.58	*3.32	-1.50		
5S - 5P	2500.	1.87	1.11	*0.737	*0.229		
10347.4 Å	5000.	2.07	1.35	*0.793	*0.296		
C= 0.50E+21	10000.	2.40	1.27	0.826	0.360		
	20000.	2.97	1.10	0.855	0.424		
	30000.	3.47	0.918	0.873	0.462	*0.781	*0.257
	50000.	4.17	0.734	0.899	0.511	*0.793	*0.288

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED ARGON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
5S - 6P	2500.	3.02	1.72				
5372.3 Å	5000.	3.48	2.18				
C= 0.44E+20	10000.	3.90	2.40				
	20000.	4.41	2.35				
	30000.	4.76	2.05				
	50000.	5.29	1.74	*1.30	*0.868		
5S - 7P	2500.	*5.87	*2.82				
4534.9 Å	5000.	*6.81	*3.87				
C= 0.16E+20	10000.	*7.78	*4.01				
	20000.	8.97	3.87				
	30000.	9.83	3.28				
	50000.	10.8	2.85				
5S - 5P	2500.	1.30	0.837	*0.491	*0.171		
8972.6 Å	5000.	1.43	0.979	*0.527	*0.220		
C= 0.33E+21	10000.	1.65	0.916	0.551	0.268		
	20000.	2.02	0.756	0.575	0.315	*0.503	*0.172
	30000.	2.35	0.618	0.590	0.343	*0.511	*0.191
	50000.	2.79	0.486	0.612	0.380	*0.520	*0.214
5S - 6P	2500.	2.74	1.58				
4737.1 Å	5000.	3.11	2.12				
C= 0.25E+20	10000.	3.41	2.07				
	20000.	3.75	1.90				
	30000.	4.00	1.65				
	50000.	4.33	1.40	*1.11	*0.792		
5S - 7P	2500.	*7.26	*3.13				
4013.9 Å	5000.	*8.13	*4.37				
C= 0.73E+19	10000.	*8.81	*4.70				
	20000.	*9.58	*3.93				
	30000.	*10.1	*3.45				
	50000.	10.6	3.00				
5P - 6S	2500.	9.39	5.60	*2.10	*0.939		
15010.7 Å	5000.	11.1	7.11	*2.38	*1.40		
C= 0.74E+21	10000.	12.9	8.40	*2.63	*1.81		
	20000.	15.4	8.63	*2.90	*2.20		
	30000.	16.9	7.81	*3.07	*2.43		
	50000.	19.4	6.48	3.30	2.72	*2.16	*1.50
5P - 7S	2500.	9.88	5.51				
8122.8 Å	5000.	11.4	7.50				
C= 0.96E+20	10000.	12.4	8.26				
	20000.	13.9	8.35				
	30000.	15.0	7.43				
	50000.	17.2	6.34				
5P - 5D	2500.	8.84	-4.26				
9038.9 Å	5000.	9.61	-5.06				
C= 0.90E+20	10000.	10.4	-5.26				
	20000.	11.3	-4.81				
	30000.	11.8	-4.46	*2.97	-1.82		
	50000.	12.3	-3.85	*3.14	-2.06		
PERTURBER DENSITY= 1. E+18cm-3							
4P - 5S	2500.	0.294	0.208	*0.708E-01	*0.212E-01		
1997.9 Å	5000.	0.352	0.263	*0.868E-01	*0.455E-01		
C= 0.39E+21	10000.	0.418	0.326	*0.987E-01	*0.668E-01		
	20000.	0.466	0.380	*0.111	*0.861E-01		
	30000.	0.481	0.399	*0.119	*0.970E-01		
	50000.	0.508	0.381	0.129	0.110	*0.751E-01	*0.590E-01
4P - 6S	2500.	*1.15	*0.456				
1522.6 Å	5000.	*1.37	*0.748				
C= 0.69E+20	10000.	1.52	1.02				
	20000.	1.61	1.12				
	30000.	1.67	1.12				
	50000.	1.75	1.01				

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED ARGON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
4P - 7S	2500.						
1409.5 Å	5000.						
C= 0.23E+20	10000.						
	20000.	*5.35	*2.80				
	30000.	*5.48	*2.67				
	50000.	*6.05	*2.50				
4P - 4D	2500.	0.429	-0.132				
1553.6 Å	5000.	0.457	-0.165				
C= 0.10E+21	10000.	0.500	-0.178				
	20000.	0.560	-0.169				
	30000.	0.603	-0.151	*0.188	-0.570E-01		
	50000.	0.656	-0.131	*0.191	-0.649E-01		
4P - 5D	2500.	*1.32	-0.351				
1424.9 Å	5000.	*1.62	-0.423				
C= 0.31E+20	10000.	*1.92	-0.306				
	20000.	*2.33	-0.214				
	30000.	*2.57	-0.212				
	50000.	2.81	-0.190				
PERTURBER DENSITY= 1. E+19cm-3							
4P - 5S	2500.	2.75	0.908				
1997.9 Å	5000.	3.49	1.80				
C= 0.39E+22	10000.	4.17	2.67				
	20000.	4.66	3.37				
	30000.	4.81	3.66				
	50000.	5.08	3.68				
4P - 6S	2500.						
1522.6 Å	5000.						
C= 0.69E+21	10000.						
	20000.						
	30000.	*15.9	*8.16				
	50000.	*16.8	*7.81				
4P - 4D	2500.	*2.67	-0.597				
1553.6 Å	5000.	*3.96	-1.14				
C= 0.10E+22	10000.	*4.81	-1.42				
	20000.	5.53	-1.43				
	30000.	5.98	-1.30				
	50000.	6.52	-1.16				

The analysis of present results and comparison with existing theoretical data will be published elsewhere (Dimitrijević and Sahal−Bréchot, 1996).

Acknowledgements – This work is a part of the project "Astrometrical, Astrodynamical and Astrophysical Researches", supported by Ministry of Science and Technology of Serbia.

REFERENCES

Barnard, A.J., Cooper, J., Smith, E.W., 1974, *J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer* **14**, 1025.
Dimitrijević, M. S., and Sahal−Bréchot,S.: 1984, *J. Quant Spectrosc. Radiative Transfer* **31**, 301.
Dimitrijević, M. S., and Sahal−Bréchot, S.: 1996, *Zh. Prikl. Spektrosk.*, **63**, 853.
Griem, H. R.: 1974, *Spectral Line Broadening by Plasmas*, Academic Press, New York.
Sahal−Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.* **1**, 91.
Sahal−Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.* **2**, 322.
Sahal−Bréchot, S.: 1991, *Astron. Astrophys.* **245**, 322.

ТАБЕЛЕ ПАРАМЕТАРА ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА Se I

М. С. Димитријевић[1] и S. Sahal−Bréchot[2]

[1] *Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11000 Београд, Југославија*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris-Meudon, 92190 Meudon, France

УДК 52−355.3
Претходно саопштење

Користећи семикласичан прилаз, израчунате су ширине и помераји спектралних линија, проузроковани сударима са електронима, протонима и јонима аргона, за 16 мултиплета Se I. Резултати су дати у функцији температуре и концентрације пертурбера.

Bull. Astron. Belgrade № 154 (l996), 91 – 143 **UDC 52−355.3**
Preliminary report

STARK BROADENING PARAMETER TABLES FOR P IV

M. S. Dimitrijević[1] and S. Sahal−Bréchot[2]

[1] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11000 Belgrade, Yugoslavia*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris−Meudon, 92190 Meudon, France

(Received: July 24, 1996)

SUMMARY: Using a semiclassical approach, we have calculated electron−, proton−, and He III−impact line widths and shifts for 114 P IV multiplets as a function of temperature and perturber density.

1. INTRODUCTION

Stark broadening parameters of P IV lines are of interest not only for the diagnostics and modelling of various plasmas in laboratory and astrophysics, but like wise, for the research of regularities and systematic trends and various theoretical considerations. In order to provide the needed Stark broadening data, we have calculated within the semiclassical-perturbation formalism (Sahal−Bréchot, 1969ab) electron-, proton-, and doubly charged helium ion-impact line widths and shifts for 114 P IV multiplets.

2. RESULTS AND DISCUSSION

The analysis of obtained results, details of calculations and the comparison with other theoretical data will be published elsewhere (Dimitrijević and Sahal−Bréchot, 1996). Here, we present only tables of Stark broadening parameters. Our results for 114 P IV multiplets are shown in Table 1, for perturber densities $10^{15}-$ 10^{20} cm^{-3} and temperatures T = 5,000 − 1,000,000 K. We also specify a parameter c (Dimitrijević and Sahal−Bréchot 1984), which gives an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated when it is divided by the corresponding full width at half maximum. For each value given in Table 1, the collision volume (V) multiplied by the perturber density (N) is much less than one and the impact approximation is valid (Sahal−Bréchot, 1969ab). Values for NV $>$ 0.5 are not given and values for $0.1 <$ NV ≤ 0.5 are denoted by an asterisk. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. When the impact approximation is not valid, the ion broadening contribution may be estimated by using quasistatic approach (Sahal−Bréchot 1991 and Griem 1974). In the region between, where neither of these two approximations is valid, a unified type theory should be used. For example in Barnard et al. (1974), a simple analytical formulas for such a case is given. The accuracy of the results obtained decreases when broadening by ion interactions becomes important.

Table 1. This Table shows electron-, proton-, and He III- impact broadening parameters for P IV, for perturber densities of $10^{15} - 10^{20}$ cm^{-3} and temperatures from 5,000 up to 1,000,000 K. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given. By dividing c by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević *et al.*, 1991), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for validity of the impact approximation) lies between 0.1 and 0.5. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density.

PERTURBER DENSITY = 1.E+15cm-3

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 3S 3P	50000.	0.438E-04	-0.175E-06	0.101E-05	-0.283E-07	0.197E-05	-0.566E-07
950.7 Å	100000.	0.316E-04	-0.214E-06	0.178E-05	-0.563E-07	0.350E-05	-0.113E-06
C= 0.81E+18	150000.	0.264E-04	-0.172E-06	0.218E-05	-0.825E-07	0.430E-05	-0.165E-06
	200000.	0.236E-04	-0.161E-06	0.251E-05	-0.106E-06	0.496E-05	-0.213E-06
	300000.	0.203E-04	-0.190E-06	0.280E-05	-0.143E-06	0.558E-05	-0.287E-06
	500000.	0.173E-04	-0.228E-06	0.308E-05	-0.192E-06	0.612E-05	-0.389E-06
P IV 3S 4P	50000.	0.193E-04	0.392E-06	0.146E-05	0.128E-06	0.288E-05	0.257E-06
388.3 Å	100000.	0.148E-04	0.266E-06	0.196E-05	0.212E-06	0.389E-05	0.428E-06
C= 0.35E+17	150000.	0.130E-04	0.386E-06	0.211E-05	0.256E-06	0.419E-05	0.517E-06
	200000.	0.119E-04	0.419E-06	0.222E-05	0.296E-06	0.442E-05	0.598E-06
	300000.	0.107E-04	0.348E-06	0.237E-05	0.345E-06	0.472E-05	0.699E-06
	500000.	0.943E-05	0.342E-06	0.254E-05	0.393E-06	0.506E-05	0.796E-06
P IV 3S 5P	50000.	0.310E-04	-0.745E-06	0.356E-05	-0.140E-05	0.708E-05	-0.284E-05
315.6 Å	100000.	0.256E-04	-0.414E-06	0.411E-05	-0.177E-05	0.819E-05	-0.358E-05
C= 0.57E+16	150000.	0.231E-04	-0.340E-06	0.445E-05	-0.198E-05	0.887E-05	-0.401E-05
	200000.	0.216E-04	-0.346E-06	0.470E-05	-0.212E-05	0.931E-05	-0.432E-05
	300000.	0.197E-04	-0.315E-06	0.500E-05	-0.236E-05	0.986E-05	-0.475E-05
	500000.	0.177E-04	-0.144E-06	0.530E-05	-0.258E-05	0.103E-04	-0.526E-05
P IV 3S 6P	50000.	0.475E-04	0.264E-05	0.827E-05	0.124E-05	0.165E-04	0.251E-05
282.3 Å	100000.	0.420E-04	0.253E-05	0.924E-05	0.156E-05	0.184E-04	0.315E-05
C= 0.53E+16	150000.	0.393E-04	0.245E-05	0.965E-05	0.174E-05	0.193E-04	0.352E-05
	200000.	0.376E-04	0.237E-05	0.986E-05	0.188E-05	0.196E-04	0.379E-05
	300000.	0.353E-04	0.225E-05	0.100E-04	0.209E-05	0.201E-04	0.419E-05
	500000.	0.326E-04	0.211E-05	0.103E-04	0.231E-05	0.204E-04	0.469E-05
P IV 4S 4P	50000.	0.334E-02	-0.115E-03	0.187E-03	-0.102E-03	0.368E-03	-0.206E-03
4250.9 Å	100000.	0.260E-02	-0.161E-03	0.257E-03	-0.140E-03	0.514E-03	-0.284E-03
C= 0.43E+19	150000.	0.229E-02	-0.154E-03	0.283E-03	-0.157E-03	0.566E-03	-0.319E-03
	200000.	0.211E-02	-0.140E-03	0.302E-03	-0.170E-03	0.603E-03	-0.346E-03
	300000.	0.190E-02	-0.142E-03	0.329E-03	-0.189E-03	0.660E-03	-0.383E-03
	500000.	0.169E-02	-0.133E-03	0.367E-03	-0.216E-03	0.726E-03	-0.435E-03
P IV 4S 5P	50000.	0.531E-03	-0.239E-04	0.536E-04	-0.259E-04	0.107E-03	-0.522E-04
1206.4 Å	100000.	0.437E-03	-0.216E-04	0.624E-04	-0.322E-04	0.125E-03	-0.650E-04
C= 0.83E+17	150000.	0.395E-03	-0.211E-04	0.683E-04	-0.358E-04	0.136E-03	-0.722E-04
	200000.	0.369E-03	-0.204E-04	0.725E-04	-0.382E-04	0.143E-03	-0.777E-04
	300000.	0.338E-03	-0.194E-04	0.777E-04	-0.424E-04	0.152E-03	-0.856E-04
	500000.	0.303E-03	-0.161E-04	0.837E-04	-0.466E-04	0.162E-03	-0.944E-04
P IV 4S 6P	50000.	0.449E-03	0.137E-04	0.717E-04	0.814E-05	0.143E-03	0.164E-04
831.7 Å	100000.	0.394E-03	0.127E-04	0.800E-04	0.105E-04	0.159E-03	0.212E-04
C= 0.46E+17	150000.	0.369E-03	0.125E-04	0.835E-04	0.116E-04	0.167E-03	0.236E-04
	200000.	0.352E-03	0.125E-04	0.851E-04	0.126E-04	0.170E-03	0.255E-04
	300000.	0.330E-03	0.121E-04	0.870E-04	0.139E-04	0.174E-03	0.282E-04
	500000.	0.304E-03	0.114E-04	0.894E-04	0.155E-04	0.177E-03	0.316E-04
P IV 5S 5P	50000.	0.179	-0.205E-01	0.168E-01	-0.149E-01	0.339E-01	-0.302E-01
17528.3 Å	100000.	0.150	-0.179E-01	0.212E-01	-0.180E-01	0.427E-01	-0.365E-01
C= 0.18E+20	150000.	0.135	-0.169E-01	0.237E-01	-0.198E-01	0.480E-01	-0.401E-01
	200000.	0.126	-0.163E-01	0.259E-01	-0.214E-01	0.510E-01	-0.429E-01
	300000.	0.114	-0.154E-01	0.284E-01	-0.231E-01	0.560E-01	-0.464E-01
	500000.	0.101	-0.127E-01	0.326E-01	-0.258E-01	0.611E-01	-0.518E-01

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 5S 6P	50000.	0.457E-02	-0.152E-03	0.571E-03	-0.185E-03	0.114E-02	-0.374E-03
2322.8 Å	100000.	0.403E-02	-0.127E-03	0.645E-03	-0.221E-03	0.128E-02	-0.448E-03
C= 0.31E+18	150000.	0.375E-02	-0.117E-03	0.682E-03	-0.245E-03	0.135E-02	-0.495E-03
	200000.	0.357E-02	-0.112E-03	0.695E-03	-0.263E-03	0.138E-02	-0.535E-03
	300000.	0.332E-02	-0.102E-03	0.714E-03	-0.287E-03	0.142E-02	-0.581E-03
	500000.	0.302E-02	-0.745E-04	0.754E-03	-0.312E-03	0.146E-02	-0.633E-03
P IV 6S 6P	50000.	0.217	-0.271E-01	0.261E-01	-0.141E-01	0.523E-01	-0.284E-01
15077.5 Å	100000.	0.196	-0.225E-01	0.302E-01	-0.167E-01	0.603E-01	-0.340E-01
C= 0.15E+20	150000.	0.185	-0.203E-01	0.324E-01	-0.185E-01	0.645E-01	-0.374E-01
	200000.	0.177	-0.192E-01	0.333E-01	-0.197E-01	0.669E-01	-0.398E-01
	300000.	0.166	-0.183E-01	0.351E-01	-0.210E-01	0.716E-01	-0.435E-01
	500000.	0.152	-0.153E-01	0.367E-01	-0.232E-01	0.733E-01	-0.471E-01
P IV 3P 4S	50000.	0.677E-04	0.603E-05	0.241E-05	0.370E-05	0.479E-05	0.748E-05
776.4 Å	100000.	0.507E-04	0.686E-05	0.417E-05	0.509E-05	0.835E-05	0.103E-04
C= 0.14E+18	150000.	0.438E-04	0.697E-05	0.533E-05	0.567E-05	0.108E-04	0.115E-04
	200000.	0.399E-04	0.659E-05	0.604E-05	0.613E-05	0.123E-04	0.125E-04
	300000.	0.353E-04	0.634E-05	0.699E-05	0.685E-05	0.141E-04	0.139E-04
	500000.	0.305E-04	0.601E-05	0.823E-05	0.770E-05	0.168E-04	0.157E-04
P IV 3P 5S	50000.	0.786E-04	0.142E-04	0.874E-05	0.991E-05	0.177E-04	0.201E-04
485.5 Å	100000.	0.647E-04	0.129E-04	0.115E-04	0.119E-04	0.234E-04	0.241E-04
C= 0.13E+17	150000.	0.573E-04	0.123E-04	0.133E-04	0.132E-04	0.268E-04	0.268E-04
	200000.	0.527E-04	0.118E-04	0.147E-04	0.141E-04	0.296E-04	0.285E-04
	300000.	0.470E-04	0.111E-04	0.168E-04	0.153E-04	0.337E-04	0.311E-04
	500000.	0.407E-04	0.951E-05	0.189E-04	0.170E-04	0.374E-04	0.340E-04
P IV 3P 6S	50000.	0.870E-04	0.348E-04	0.107E-04	0.117E-04	0.215E-04	0.236E-04
412.5 Å	100000.	0.735E-04	0.279E-04	0.137E-04	0.139E-04	0.281E-04	0.281E-04
C= 0.11E+17	150000.	0.664E-04	0.241E-04	0.158E-04	0.152E-04	0.323E-04	0.310E-04
	200000.	0.619E-04	0.221E-04	0.174E-04	0.163E-04	0.352E-04	0.331E-04
	300000.	0.560E-04	0.201E-04	0.188E-04	0.173E-04	0.385E-04	0.351E-04
	500000.	0.495E-04	0.169E-04	0.215E-04	0.198E-04	0.424E-04	0.397E-04
P IV 3P 7S	50000.	0.160E-03	0.662E-04	0.258E-04	0.264E-04	0.525E-04	0.535E-04
380.2 Å	100000.	0.142E-03	0.518E-04	0.328E-04	0.308E-04	0.680E-04	0.629E-04
C= 0.48E+16	150000.	0.132E-03	0.458E-04	0.360E-04	0.337E-04	0.740E-04	0.678E-04
	200000.	0.125E-03	0.422E-04	0.385E-04	0.353E-04	0.788E-04	0.714E-04
	300000.	0.115E-03	0.367E-04	0.449E-04	0.380E-04	0.907E-04	0.781E-04
	500000.	0.102E-03	0.297E-04	0.467E-04	0.426E-04	0.925E-04	0.856E-04
P IV 4P 5S	50000.	0.141E-02	0.197E-03	0.135E-03	0.145E-03	0.272E-03	0.294E-03
1863.6 Å	100000.	0.116E-02	0.181E-03	0.176E-03	0.174E-03	0.355E-03	0.353E-03
C= 0.20E+18	150000.	0.103E-02	0.170E-03	0.202E-03	0.193E-03	0.405E-03	0.392E-03
	200000.	0.954E-03	0.163E-03	0.222E-03	0.207E-03	0.447E-03	0.417E-03
	300000.	0.855E-03	0.155E-03	0.253E-03	0.224E-03	0.506E-03	0.456E-03
	500000.	0.748E-03	0.131E-03	0.282E-03	0.249E-03	0.559E-03	0.498E-03
P IV 4P 6S	50000.	0.693E-03	0.241E-03	0.788E-04	0.841E-04	0.158E-03	0.170E-03
1110.1 Å	100000.	0.588E-03	0.194E-03	0.100E-03	0.100E-03	0.206E-03	0.203E-03
C= 0.82E+17	150000.	0.535E-03	0.168E-03	0.115E-03	0.110E-03	0.236E-03	0.224E-03
	200000.	0.501E-03	0.153E-03	0.127E-03	0.117E-03	0.257E-03	0.239E-03
	300000.	0.457E-03	0.139E-03	0.138E-03	0.125E-03	0.282E-03	0.253E-03
	500000.	0.407E-03	0.119E-03	0.156E-03	0.143E-03	0.308E-03	0.287E-03
P IV 4P 7S	50000.	0.943E-03	0.370E-03	0.146E-03	0.149E-03	0.297E-03	0.302E-03
903.2 Å	100000.	0.840E-03	0.290E-03	0.185E-03	0.174E-03	0.384E-03	0.355E-03
C= 0.27E+17	150000.	0.783E-03	0.253E-03	0.203E-03	0.190E-03	0.419E-03	0.382E-03
	200000.	0.740E-03	0.235E-03	0.217E-03	0.199E-03	0.446E-03	0.402E-03
	300000.	0.682E-03	0.205E-03	0.254E-03	0.215E-03	0.512E-03	0.442E-03
	500000.	0.609E-03	0.165E-03	0.263E-03	0.240E-03	0.523E-03	0.483E-03
P IV 5P 6S	50000.	0.762E-02	0.212E-02	0.819E-03	0.782E-03	0.165E-02	0.159E-02
3255.8 Å	100000.	0.658E-02	0.172E-02	0.101E-02	0.933E-03	0.206E-02	0.189E-02
C= 0.60E+18	150000.	0.603E-02	0.148E-02	0.117E-02	0.103E-02	0.233E-02	0.209E-02
	200000.	0.568E-02	0.135E-02	0.125E-02	0.107E-02	0.255E-02	0.219E-02
	300000.	0.523E-02	0.124E-02	0.136E-02	0.119E-02	0.269E-02	0.242E-02
	500000.	0.470E-02	0.106E-02	0.160E-02	0.129E-02	0.317E-02	0.265E-02

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 5P 7S	50000.	0.496E-02	0.177E-02	0.705E-03	0.710E-03	0.143E-02	0.143E-02
1947.3 Å	100000.	0.444E-02	0.138E-02	0.888E-03	0.824E-03	0.182E-02	0.167E-02
C= 0.13E+18	150000.	0.415E-02	0.119E-02	0.988E-03	0.901E-03	0.199E-02	0.182E-02
	200000.	0.393E-02	0.111E-02	0.105E-02	0.952E-03	0.211E-02	0.191E-02
	300000.	0.363E-02	0.971E-03	0.120E-02	0.100E-02	0.244E-02	0.208E-02
	500000.	0.326E-02	0.783E-03	0.128E-02	0.114E-02	0.249E-02	0.230E-02
P IV 6P 7S	50000.	0.775E-01	0.197E-01	0.103E-01	0.911E-02	0.208E-01	0.184E-01
7139.8 Å	100000.	0.715E-01	0.152E-01	0.128E-01	0.107E-01	0.260E-01	0.219E-01
C= 0.17E+19	150000.	0.678E-01	0.135E-01	0.138E-01	0.115E-01	0.282E-01	0.234E-01
	200000.	0.650E-01	0.127E-01	0.147E-01	0.121E-01	0.297E-01	0.247E-01
	300000.	0.608E-01	0.112E-01	0.166E-01	0.132E-01	0.333E-01	0.273E-01
	500000.	0.552E-01	0.876E-02	0.171E-01	0.147E-01	0.337E-01	0.294E-01
P IV 3P 3D	50000.	0.607E-04	0.195E-05	0.265E-05	0.919E-06	0.519E-05	0.184E-05
877.5 Å	100000.	0.446E-04	0.173E-05	0.397E-05	0.146E-05	0.782E-05	0.294E-05
C= 0.30E+18	150000.	0.380E-04	0.200E-05	0.473E-05	0.177E-05	0.940E-05	0.356E-05
	200000.	0.344E-04	0.215E-05	0.503E-05	0.201E-05	0.100E-04	0.407E-05
	300000.	0.302E-04	0.207E-05	0.548E-05	0.226E-05	0.109E-04	0.459E-05
	500000.	0.263E-04	0.196E-05	0.604E-05	0.260E-05	0.120E-04	0.528E-05
P IV 3P 4D	50000.	0.496E-04	-0.214E-05	0.429E-05	-0.268E-05	0.847E-05	-0.540E-05
525.9 Å	100000.	0.390E-04	-0.183E-05	0.559E-05	-0.356E-05	0.111E-04	-0.722E-05
C= 0.14E+17	150000.	0.344E-04	-0.182E-05	0.624E-05	-0.396E-05	0.124E-04	-0.804E-05
	200000.	0.316E-04	-0.183E-05	0.673E-05	-0.426E-05	0.133E-04	-0.863E-05
	300000.	0.283E-04	-0.170E-05	0.753E-05	-0.474E-05	0.145E-04	-0.956E-05
	500000.	0.249E-04	-0.144E-05	0.839E-05	-0.526E-05	0.162E-04	-0.108E-04
P IV 3P 5D	50000.	0.691E-04	0.889E-05	0.939E-05	0.586E-05	0.188E-04	0.119E-04
429.5 Å	100000.	0.591E-04	0.823E-05	0.112E-04	0.700E-05	0.224E-04	0.142E-04
C= 0.14E+17	150000.	0.541E-04	0.788E-05	0.123E-04	0.781E-05	0.245E-04	0.157E-04
	200000.	0.509E-04	0.760E-05	0.129E-04	0.832E-05	0.261E-04	0.169E-04
	300000.	0.469E-04	0.726E-05	0.139E-04	0.915E-05	0.275E-04	0.184E-04
	500000.	0.423E-04	0.637E-05	0.153E-04	0.101E-04	0.304E-04	0.206E-04
P IV 3P 6D	50000.	0.152E-03	0.248E-04	0.256E-04	0.197E-04	0.513E-04	0.400E-04
386.8 Å	100000.	0.136E-03	0.224E-04	0.308E-04	0.235E-04	0.613E-04	0.476E-04
C= 0.36E+16	150000.	0.127E-03	0.214E-04	0.330E-04	0.255E-04	0.654E-04	0.512E-04
	200000.	0.120E-03	0.199E-04	0.353E-04	0.267E-04	0.701E-04	0.537E-04
	300000.	0.111E-03	0.175E-04	0.388E-04	0.287E-04	0.773E-04	0.583E-04
	500000.	0.101E-03	0.145E-04	0.427E-04	0.317E-04	0.824E-04	0.654E-04
P IV 3P 7D	50000.	0.262E-03	0.440E-04	0.511E-04	0.407E-04	0.103E-03	0.818E-04
367.7 Å	100000.	0.240E-03	0.402E-04	0.607E-04	0.468E-04	0.122E-03	0.955E-04
C= 0.18E+16	150000.	0.226E-03	0.360E-04	0.642E-04	0.503E-04	0.129E-03	0.102E-03
	200000.	0.215E-03	0.327E-04	0.680E-04	0.530E-04	0.135E-03	0.107E-03
	300000.	0.199E-03	0.278E-04	0.739E-04	0.578E-04	0.145E-03	0.116E-03
	500000.	0.179E-03	0.233E-04	0.754E-04	0.622E-04	0.147E-03	0.125E-03
P IV 4P 4D	50000.	0.164E-02	-0.772E-04	0.147E-03	-0.711E-04	0.292E-03	-0.143E-03
2645.1 Å	100000.	0.131E-02	-0.626E-04	0.181E-03	-0.937E-04	0.359E-03	-0.190E-03
C= 0.35E+18	150000.	0.116E-02	-0.667E-04	0.199E-03	-0.104E-03	0.395E-03	-0.211E-03
	200000.	0.108E-02	-0.681E-04	0.213E-03	-0.113E-03	0.420E-03	-0.228E-03
	300000.	0.976E-03	-0.616E-04	0.232E-03	-0.125E-03	0.456E-03	-0.253E-03
	500000.	0.868E-03	-0.545E-04	0.254E-03	-0.139E-03	0.482E-03	-0.282E-03
P IV 4P 5D	50000.	0.652E-03	0.675E-04	0.830E-04	0.485E-04	0.166E-03	0.983E-04
1242.0 Å	100000.	0.556E-03	0.642E-04	0.980E-04	0.580E-04	0.196E-03	0.118E-03
C= 0.12E+18	150000.	0.509E-03	0.606E-04	0.108E-03	0.647E-04	0.214E-03	0.130E-03
	200000.	0.479E-03	0.583E-04	0.112E-03	0.688E-04	0.227E-03	0.140E-03
	300000.	0.442E-03	0.564E-04	0.121E-03	0.754E-04	0.239E-03	0.153E-03
	500000.	0.401E-03	0.491E-04	0.133E-03	0.841E-04	0.262E-03	0.172E-03
P IV 4P 6D	50000.	0.942E-03	0.143E-03	0.153E-03	0.117E-03	0.307E-03	0.237E-03
941.4 Å	100000.	0.838E-03	0.130E-03	0.184E-03	0.139E-03	0.366E-03	0.281E-03
C= 0.21E+17	150000.	0.782E-03	0.124E-03	0.197E-03	0.151E-03	0.390E-03	0.302E-03
	200000.	0.742E-03	0.115E-03	0.211E-03	0.158E-03	0.419E-03	0.318E-03
	300000.	0.688E-03	0.101E-03	0.231E-03	0.170E-03	0.460E-03	0.345E-03
	500000.	0.621E-03	0.833E-04	0.254E-03	0.188E-03	0.489E-03	0.387E-03

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 4P 7D	50000.	0.138E-02	0.226E-03	0.265E-03	0.210E-03	0.532E-03	0.423E-03
835.7 Å	100000.	0.127E-02	0.206E-03	0.314E-03	0.242E-03	0.632E-03	0.493E-03
C= 0.96E+16	150000.	0.119E-02	0.184E-03	0.333E-03	0.260E-03	0.669E-03	0.527E-03
	200000.	0.113E-02	0.167E-03	0.352E-03	0.274E-03	0.698E-03	0.552E-03
	300000.	0.105E-02	0.142E-03	0.383E-03	0.299E-03	0.750E-03	0.600E-03
	500000.	0.947E-03	0.119E-03	0.390E-03	0.321E-03	0.763E-03	0.644E-03
P IV 5P 5D	50000.	0.128E-01	0.120E-02	0.156E-02	0.871E-03	0.311E-02	0.176E-02
4728.8 Å	100000.	0.110E-01	0.106E-02	0.183E-02	0.104E-02	0.366E-02	0.212E-02
C= 0.13E+19	150000.	0.101E-01	0.101E-02	0.198E-02	0.115E-02	0.399E-02	0.235E-02
	200000.	0.957E-02	0.983E-03	0.209E-02	0.124E-02	0.418E-02	0.252E-02
	300000.	0.885E-02	0.940E-03	0.223E-02	0.135E-02	0.434E-02	0.271E-02
	500000.	0.803E-02	0.795E-03	0.239E-02	0.149E-02	0.466E-02	0.301E-02
P IV 5P 6D	50000.	0.547E-02	0.781E-03	0.826E-03	0.618E-03	0.167E-02	0.125E-02
2133.8 Å	100000.	0.487E-02	0.697E-03	0.993E-03	0.734E-03	0.199E-02	0.150E-02
C= 0.11E+18	150000.	0.454E-02	0.663E-03	0.109E-02	0.805E-03	0.212E-02	0.162E-02
	200000.	0.431E-02	0.617E-03	0.112E-02	0.834E-03	0.225E-02	0.170E-02
	300000.	0.400E-02	0.544E-03	0.122E-02	0.892E-03	0.245E-02	0.182E-02
	500000.	0.361E-02	0.445E-03	0.134E-02	0.988E-03	0.265E-02	0.202E-02
P IV 5P 7D	50000.	0.581E-02	0.927E-03	0.107E-02	0.839E-03	0.213E-02	0.168E-02
1658.6 Å	100000.	0.531E-02	0.833E-03	0.125E-02	0.956E-03	0.253E-02	0.196E-02
C= 0.38E+17	150000.	0.499E-02	0.745E-03	0.133E-02	0.104E-02	0.268E-02	0.210E-02
	200000.	0.476E-02	0.676E-03	0.140E-02	0.109E-02	0.276E-02	0.220E-02
	300000.	0.441E-02	0.574E-03	0.154E-02	0.119E-02	0.299E-02	0.239E-02
	500000.	0.397E-02	0.477E-03	0.156E-02	0.129E-02	0.306E-02	0.257E-02
P IV 6P 6D	50000.	0.156	0.141E-01	0.230E-01	0.141E-01	0.459E-01	0.283E-01
10507.4 Å	100000.	0.142	0.129E-01	0.266E-01	0.167E-01	0.528E-01	0.337E-01
C= 0.26E+19	150000.	0.134	0.123E-01	0.278E-01	0.179E-01	0.557E-01	0.361E-01
	200000.	0.128	0.113E-01	0.294E-01	0.189E-01	0.595E-01	0.390E-01
	300000.	0.120	0.973E-02	0.318E-01	0.206E-01	0.639E-01	0.424E-01
	500000.	0.109	0.771E-02	0.342E-01	0.228E-01	0.657E-01	0.461E-01
P IV 6P 7D	50000.	0.439E-01	0.560E-02	0.763E-02	0.564E-02	0.154E-01	0.114E-01
4358.2 Å	100000.	0.405E-01	0.507E-02	0.891E-02	0.652E-02	0.179E-01	0.133E-01
C= 0.26E+18	150000.	0.383E-01	0.447E-02	0.942E-02	0.697E-02	0.189E-01	0.142E-01
	200000.	0.366E-01	0.403E-02	0.992E-02	0.741E-02	0.198E-01	0.149E-01
	300000.	0.341E-01	0.336E-02	0.107E-01	0.803E-02	0.210E-01	0.161E-01
	500000.	0.309E-01	0.277E-02	0.109E-01	0.858E-02	0.215E-01	0.172E-01
P IV 3D 4P	50000.	0.101E-02	0.208E-05	0.764E-04	-0.244E-05	0.150E-03	-0.489E-05
2606.3 Å	100000.	0.774E-03	-0.137E-05	0.100E-03	-0.434E-05	0.199E-03	-0.872E-05
C= 0.16E+19	150000.	0.680E-03	0.121E-05	0.108E-03	-0.570E-05	0.214E-03	-0.115E-04
	200000.	0.626E-03	0.123E-05	0.113E-03	-0.651E-05	0.225E-03	-0.132E-04
	300000.	0.565E-03	-0.102E-05	0.121E-03	-0.793E-05	0.240E-03	-0.160E-04
	500000.	0.503E-03	-0.131E-06	0.128E-03	-0.935E-05	0.256E-03	-0.190E-04
P IV 3D 5P	50000.	0.344E-03	-0.104E-04	0.388E-04	-0.153E-04	0.771E-04	-0.310E-04
1023.2 Å	100000.	0.283E-03	-0.650E-05	0.448E-04	-0.193E-04	0.891E-04	-0.389E-04
C= 0.60E+17	150000.	0.256E-03	-0.614E-05	0.485E-04	-0.215E-04	0.963E-04	-0.437E-04
	200000.	0.239E-03	-0.642E-05	0.512E-04	-0.231E-04	0.101E-03	-0.468E-04
	300000.	0.219E-03	-0.592E-05	0.545E-04	-0.255E-04	0.107E-03	-0.520E-04
	500000.	0.197E-03	-0.392E-05	0.586E-04	-0.283E-04	0.112E-03	-0.571E-04
P IV 3D 6P	50000.	0.336E-03	0.157E-04	0.575E-04	0.827E-05	0.114E-03	0.167E-04
740.3 Å	100000.	0.296E-03	0.156E-04	0.641E-04	0.104E-04	0.128E-03	0.210E-04
C= 0.36E+17	150000.	0.277E-03	0.151E-04	0.669E-04	0.116E-04	0.134E-03	0.234E-04
	200000.	0.265E-03	0.145E-04	0.683E-04	0.124E-04	0.136E-03	0.252E-04
	300000.	0.249E-03	0.140E-04	0.697E-04	0.138E-04	0.139E-03	0.278E-04
	500000.	0.229E-03	0.131E-04	0.715E-04	0.154E-04	0.142E-03	0.309E-04
P IV 4D 5P	50000.	0.869E-02	0.328E-04	0.882E-03	-0.138E-03	0.175E-02	-0.279E-03
4638.3 Å	100000.	0.720E-02	0.711E-04	0.100E-02	-0.190E-03	0.199E-02	-0.384E-03
C= 0.11E+19	150000.	0.652E-02	0.816E-04	0.108E-02	-0.211E-03	0.213E-02	-0.427E-03
	200000.	0.610E-02	0.793E-04	0.113E-02	-0.228E-03	0.222E-02	-0.462E-03
	300000.	0.558E-02	0.744E-04	0.119E-02	-0.253E-03	0.230E-02	-0.515E-03
	500000.	0.501E-02	0.891E-04	0.126E-02	-0.288E-03	0.237E-02	-0.579E-03

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 4D 6P	50000.	0.197E-02	0.138E-03	0.314E-03	0.633E-04	0.625E-03	0.128E-03
1697.6 Å	100000.	0.173E-02	0.121E-03	0.351E-03	0.769E-04	0.698E-03	0.156E-03
C= 0.14E+18	150000.	0.162E-02	0.116E-03	0.368E-03	0.853E-04	0.730E-03	0.173E-03
	200000.	0.154E-02	0.111E-03	0.375E-03	0.923E-04	0.746E-03	0.186E-03
	300000.	0.144E-02	0.102E-03	0.384E-03	0.101E-03	0.760E-03	0.205E-03
	500000.	0.133E-02	0.934E-04	0.394E-03	0.112E-03	0.778E-03	0.226E-03
P IV 5D 6P	50000.	0.310E-01	-0.605E-03	0.469E-02	-0.839E-03	0.934E-02	-0.170E-02
6173.0 Å	100000.	0.280E-01	-0.514E-03	0.523E-02	-0.102E-02	0.104E-01	-0.207E-02
C= 0.25E+19	150000.	0.264E-01	-0.465E-03	0.543E-02	-0.113E-02	0.108E-01	-0.230E-02
	200000.	0.253E-01	-0.447E-03	0.552E-02	-0.122E-02	0.111E-01	-0.247E-02
	300000.	0.237E-01	-0.423E-03	0.567E-02	-0.133E-02	0.113E-01	-0.272E-02
	500000.	0.219E-01	-0.301E-03	0.584E-02	-0.148E-02	0.114E-01	-0.299E-02
P IV 3D 4F	50000.	0.287E-03	0.948E-05	0.188E-04	0.155E-04	0.372E-04	0.313E-04
1405.0 Å	100000.	0.220E-03	0.910E-05	0.278E-04	0.211E-04	0.554E-04	0.427E-04
C= 0.99E+17	150000.	0.192E-03	0.870E-05	0.317E-04	0.235E-04	0.627E-04	0.475E-04
	200000.	0.176E-03	0.804E-05	0.344E-04	0.253E-04	0.676E-04	0.512E-04
	300000.	0.157E-03	0.707E-05	0.388E-04	0.279E-04	0.755E-04	0.567E-04
	500000.	0.138E-03	0.603E-05	0.454E-04	0.315E-04	0.861E-04	0.645E-04
P IV 3D 5F	50000.	0.335E-03	-0.309E-04	0.452E-04	-0.384E-04	0.901E-04	-0.775E-04
790.5 Å	100000.	0.275E-03	-0.270E-04	0.561E-04	-0.457E-04	0.111E-03	-0.927E-04
C= 0.10E+17	150000.	0.247E-03	-0.254E-04	0.630E-04	-0.504E-04	0.124E-03	-0.102E-03
	200000.	0.230E-03	-0.240E-04	0.684E-04	-0.536E-04	0.133E-03	-0.108E-03
	300000.	0.209E-03	-0.217E-04	0.777E-04	-0.578E-04	0.148E-03	-0.119E-03
	500000.	0.185E-03	-0.177E-04	0.846E-04	-0.631E-04	0.157E-03	-0.129E-03
P IV 4D 4F	50000.	0.943E-01	0.608E-02	0.840E-02	0.632E-02	0.166E-01	0.128E-01
19996.3 Å	100000.	0.748E-01	0.541E-02	0.109E-01	0.791E-02	0.217E-01	0.160E-01
C= 0.20E+20	150000.	0.663E-01	0.545E-02	0.123E-01	0.882E-02	0.242E-01	0.179E-01
	200000.	0.612E-01	0.541E-02	0.134E-01	0.954E-02	0.260E-01	0.192E-01
	300000.	0.551E-01	0.498E-02	0.151E-01	0.106E-01	0.288E-01	0.213E-01
	500000.	0.487E-01	0.433E-02	0.172E-01	0.117E-01	0.321E-01	0.239E-01
P IV 4D 5F	50000.	0.241E-02	-0.155E-03	0.284E-03	-0.225E-03	0.567E-03	-0.457E-03
1987.0 Å	100000.	0.199E-02	-0.136E-03	0.352E-03	-0.271E-03	0.694E-03	-0.551E-03
C= 0.65E+17	150000.	0.179E-02	-0.124E-03	0.398E-03	-0.298E-03	0.780E-03	-0.612E-03
	200000.	0.167E-02	-0.114E-03	0.424E-03	-0.318E-03	0.813E-03	-0.639E-03
	300000.	0.151E-02	-0.102E-03	0.471E-03	-0.345E-03	0.890E-03	-0.699E-03
	500000.	0.134E-02	-0.809E-04	0.536E-03	-0.372E-03	0.977E-03	-0.754E-03
P IV 5D 5F	50000.	0.133	-0.167E-01	0.171E-01	-0.133E-01	0.341E-01	-0.269E-01
13123.2 Å	100000.	0.113	-0.149E-01	0.210E-01	-0.159E-01	0.415E-01	-0.323E-01
C= 0.28E+19	150000.	0.103	-0.140E-01	0.230E-01	-0.174E-01	0.457E-01	-0.351E-01
	200000.	0.970E-01	-0.132E-01	0.243E-01	-0.183E-01	0.476E-01	-0.369E-01
	300000.	0.889E-01	-0.123E-01	0.278E-01	-0.202E-01	0.531E-01	-0.412E-01
	500000.	0.797E-01	-0.104E-01	0.305E-01	-0.215E-01	0.589E-01	-0.441E-01
P IV 4F 5D	50000.	0.187E-02	0.171E-03	0.223E-03	0.121E-03	0.445E-03	0.244E-03
2096.1 Å	100000.	0.159E-02	0.161E-03	0.262E-03	0.145E-03	0.522E-03	0.293E-03
C= 0.22E+18	150000.	0.145E-02	0.154E-03	0.285E-03	0.161E-03	0.571E-03	0.325E-03
	200000.	0.137E-02	0.149E-03	0.302E-03	0.173E-03	0.607E-03	0.353E-03
	300000.	0.126E-02	0.144E-03	0.320E-03	0.188E-03	0.630E-03	0.380E-03
	500000.	0.114E-02	0.126E-03	0.340E-03	0.206E-03	0.669E-03	0.418E-03
P IV 4F 6D	50000.	0.198E-02	0.288E-03	0.316E-03	0.241E-03	0.633E-03	0.488E-03
1361.9 Å	100000.	0.176E-02	0.262E-03	0.379E-03	0.287E-03	0.751E-03	0.578E-03
C= 0.44E+17	150000.	0.164E-02	0.250E-03	0.402E-03	0.309E-03	0.810E-03	0.623E-03
	200000.	0.156E-02	0.233E-03	0.431E-03	0.324E-03	0.875E-03	0.659E-03
	300000.	0.144E-02	0.205E-03	0.476E-03	0.349E-03	0.956E-03	0.720E-03
	500000.	0.130E-02	0.169E-03	0.528E-03	0.392E-03	0.993E-03	0.785E-03
P IV 4F 7D	50000.	0.264E-02	0.420E-03	0.500E-03	0.397E-03	0.101E-02	0.799E-03
1151.4 Å	100000.	0.241E-02	0.384E-03	0.596E-03	0.458E-03	0.119E-02	0.931E-03
C= 0.18E+17	150000.	0.226E-02	0.343E-03	0.629E-03	0.490E-03	0.126E-02	0.994E-03
	200000.	0.215E-02	0.311E-03	0.670E-03	0.520E-03	0.133E-02	0.104E-02
	300000.	0.200E-02	0.264E-03	0.722E-03	0.563E-03	0.142E-02	0.113E-02
	500000.	0.180E-02	0.221E-03	0.742E-03	0.605E-03	0.145E-02	0.121E-02

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 5F 6D	50000.	0.427E-01	0.728E-02	0.626E-02	0.494E-02	0.125E-01	0.996E-02
5525.9 Å	100000.	0.375E-01	0.593E-02	0.744E-02	0.583E-02	0.149E-01	0.118E-01
C= 0.50E+18	150000.	0.348E-01	0.557E-02	0.815E-02	0.629E-02	0.163E-01	0.128E-01
	200000.	0.329E-01	0.517E-02	0.890E-02	0.664E-02	0.175E-01	0.137E-01
	300000.	0.304E-01	0.456E-02	0.937E-02	0.728E-02	0.180E-01	0.146E-01
	500000.	0.273E-01	0.374E-02	0.106E-01	0.766E-02	0.204E-01	0.157E-01
P IV 5F 7D	50000.	0.231E-01	0.416E-02	0.412E-02	0.323E-02	0.831E-02	0.658E-02
3172.1 Å	100000.	0.210E-01	0.346E-02	0.477E-02	0.372E-02	0.952E-02	0.756E-02
C= 0.14E+18	150000.	0.197E-01	0.310E-02	0.524E-02	0.407E-02	0.103E-01	0.822E-02
	200000.	0.187E-01	0.281E-02	0.539E-02	0.429E-02	0.105E-01	0.862E-02
	300000.	0.173E-01	0.240E-02	0.609E-02	0.459E-02	0.116E-01	0.944E-02
	500000.	0.155E-01	0.199E-02	0.654E-02	0.528E-02	0.116E-01	0.105E-01
P IV 4S 4P	50000.	0.191E-02	-0.527E-04	0.110E-03	-0.384E-04	0.217E-03	-0.771E-04
3356.9 Å	100000.	0.147E-02	-0.621E-04	0.149E-03	-0.543E-04	0.296E-03	-0.110E-03
C= 0.34E+19	150000.	0.129E-02	-0.659E-04	0.162E-03	-0.640E-04	0.322E-03	-0.130E-03
	200000.	0.119E-02	-0.582E-04	0.171E-03	-0.684E-04	0.341E-03	-0.139E-03
	300000.	0.107E-02	-0.586E-04	0.184E-03	-0.767E-04	0.368E-03	-0.155E-03
	500000.	0.951E-03	-0.553E-04	0.201E-03	-0.872E-04	0.400E-03	-0.177E-03
P IV 4S 5P	50000.	0.369E-03	0.701E-05	0.434E-04	0.810E-05	0.864E-04	0.164E-04
1046.1 Å	100000.	0.312E-03	0.100E-04	0.493E-04	0.111E-04	0.980E-04	0.224E-04
C= 0.15E+18	150000.	0.286E-03	0.763E-05	0.527E-04	0.123E-04	0.105E-03	0.248E-04
	200000.	0.270E-03	0.799E-05	0.549E-04	0.133E-04	0.110E-03	0.269E-04
	300000.	0.250E-03	0.776E-05	0.570E-04	0.147E-04	0.114E-03	0.299E-04
	500000.	0.227E-03	0.745E-05	0.593E-04	0.166E-04	0.118E-03	0.336E-04
P IV 4S 6P	50000.	0.388E-03	0.161E-04	0.634E-04	0.113E-04	0.126E-03	0.228E-04
788.7 Å	100000.	0.342E-03	0.157E-04	0.708E-04	0.140E-04	0.141E-03	0.283E-04
C= 0.45E+17	150000.	0.321E-03	0.151E-04	0.743E-04	0.155E-04	0.148E-03	0.315E-04
	200000.	0.306E-03	0.148E-04	0.755E-04	0.167E-04	0.151E-03	0.337E-04
	300000.	0.288E-03	0.144E-04	0.776E-04	0.185E-04	0.154E-03	0.372E-04
	500000.	0.265E-03	0.132E-04	0.800E-04	0.203E-04	0.158E-03	0.409E-04
P IV 4S 7P	50000.	0.561E-03	0.257E-04	0.105E-03	0.135E-04	0.210E-03	0.273E-04
691.7 Å	100000.	0.523E-03	0.220E-04	0.114E-03	0.162E-04	0.228E-03	0.329E-04
C= 0.19E+17	150000.	0.502E-03	0.205E-04	0.118E-03	0.180E-04	0.234E-03	0.366E-04
	200000.	0.486E-03	0.200E-04	0.119E-03	0.192E-04	0.238E-03	0.393E-04
	300000.	0.462E-03	0.201E-04	0.121E-03	0.212E-04	0.242E-03	0.425E-04
	500000.	0.429E-03	0.172E-04	0.124E-03	0.231E-04	0.245E-03	0.467E-04
P IV 4S 8P	50000.	0.868E-03	-0.337E-04	0.173E-03	-0.635E-04	0.346E-03	-0.128E-03
645.9 Å	100000.	0.825E-03	-0.322E-04	0.186E-03	-0.747E-04	0.368E-03	-0.153E-03
C= 0.73E+16	150000.	0.796E-03	-0.287E-04	0.192E-03	-0.807E-04	0.382E-03	-0.164E-03
	200000.	0.773E-03	-0.225E-04	0.200E-03	-0.875E-04	0.393E-03	-0.177E-03
	300000.	0.734E-03	-0.174E-04	0.206E-03	-0.919E-04	0.396E-03	-0.186E-03
	500000.	0.679E-03	-0.141E-04	0.208E-03	-0.101E-03	0.412E-03	-0.204E-03
P IV 5S 5P	50000.	0.238E-01	-0.116E-02	0.227E-02	-0.817E-03	0.453E-02	-0.165E-02
7474.4 Å	100000.	0.208E-01	-0.122E-02	0.261E-02	-0.103E-02	0.519E-02	-0.208E-02
C= 0.75E+19	150000.	0.193E-01	-0.116E-02	0.281E-02	-0.115E-02	0.560E-02	-0.233E-02
	200000.	0.183E-01	-0.112E-02	0.295E-02	-0.123E-02	0.586E-02	-0.249E-02
	300000.	0.170E-01	-0.106E-02	0.309E-02	-0.136E-02	0.615E-02	-0.277E-02
	500000.	0.155E-01	-0.100E-02	0.328E-02	-0.151E-02	0.642E-02	-0.304E-02
P IV 5S 6P	50000.	0.356E-02	-0.392E-05	0.511E-03	-0.121E-04	0.102E-02	-0.243E-04
2243.2 Å	100000.	0.319E-02	-0.281E-04	0.569E-03	-0.177E-04	0.113E-02	-0.356E-04
C= 0.36E+18	150000.	0.301E-02	-0.172E-04	0.595E-03	-0.214E-04	0.119E-02	-0.432E-04
	200000.	0.288E-02	-0.168E-04	0.606E-03	-0.233E-04	0.121E-02	-0.474E-04
	300000.	0.271E-02	-0.144E-04	0.620E-03	-0.260E-04	0.123E-02	-0.527E-04
	500000.	0.250E-02	-0.179E-04	0.635E-03	-0.297E-04	0.125E-02	-0.600E-04
P IV 5S 7P	50000.	0.323E-02	0.669E-04	0.565E-03	0.358E-04	0.112E-02	0.723E-04
1603.4 Å	100000.	0.303E-02	0.365E-04	0.613E-03	0.450E-04	0.122E-02	0.913E-04
C= 0.10E+18	150000.	0.291E-02	0.378E-04	0.629E-03	0.505E-04	0.125E-02	0.102E-03
	200000.	0.282E-02	0.372E-04	0.638E-03	0.543E-04	0.127E-02	0.110E-03
	300000.	0.268E-02	0.411E-04	0.646E-03	0.600E-04	0.129E-02	0.121E-03
	500000.	0.248E-02	0.285E-04	0.663E-03	0.660E-04	0.130E-02	0.135E-03

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 5S 8P	50000.	0.410E-02	-0.202E-03	0.790E-03	-0.301E-03	0.158E-02	-0.606E-03
1377.3 Å	100000.	0.391E-02	-0.204E-03	0.859E-03	-0.353E-03	0.169E-02	-0.714E-03
C= 0.33E+17	150000.	0.378E-02	-0.182E-03	0.883E-03	-0.382E-03	0.174E-02	-0.774E-03
	200000.	0.366E-02	-0.154E-03	0.901E-03	-0.410E-03	0.181E-02	-0.838E-03
	300000.	0.348E-02	-0.128E-03	0.944E-03	-0.439E-03	0.185E-02	-0.883E-03
	500000.	0.322E-02	-0.111E-03	0.946E-03	-0.470E-03	0.185E-02	-0.965E-03
P IV 6S 6P	50000.	0.174	-0.152E-01	0.209E-01	-0.972E-02	0.416E-01	-0.197E-01
13853.1 Å	100000.	0.160	-0.136E-01	0.238E-01	-0.117E-01	0.476E-01	-0.238E-01
C= 0.14E+20	150000.	0.151	-0.127E-01	0.253E-01	-0.130E-01	0.508E-01	-0.262E-01
	200000.	0.146	-0.122E-01	0.263E-01	-0.139E-01	0.529E-01	-0.282E-01
	300000.	0.137	-0.117E-01	0.272E-01	-0.149E-01	0.552E-01	-0.305E-01
	500000.	0.126	-0.986E-02	0.293E-01	-0.165E-01	0.591E-01	-0.338E-01
P IV 6S 7P	50000.	0.231E-01	-0.803E-03	0.353E-02	-0.699E-03	0.704E-02	-0.142E-02
3999.2 Å	100000.	0.219E-01	-0.790E-03	0.385E-02	-0.840E-03	0.767E-02	-0.171E-02
C= 0.63E+18	150000.	0.211E-01	-0.759E-03	0.397E-02	-0.934E-03	0.788E-02	-0.188E-02
	200000.	0.205E-01	-0.730E-03	0.400E-02	-0.997E-03	0.800E-02	-0.202E-02
	300000.	0.194E-01	-0.672E-03	0.410E-02	-0.107E-02	0.814E-02	-0.218E-02
	500000.	0.180E-01	-0.586E-03	0.421E-02	-0.119E-02	0.838E-02	-0.243E-02
P IV 6S 8P	50000.	0.188E-01	-0.152E-02	0.343E-02	-0.144E-02	0.679E-02	-0.291E-02
2837.4 Å	100000.	0.181E-01	-0.140E-02	0.367E-02	-0.169E-02	0.732E-02	-0.347E-02
C= 0.14E+18	150000.	0.175E-01	-0.129E-02	0.381E-02	-0.183E-02	0.762E-02	-0.370E-02
	200000.	0.170E-01	-0.115E-02	0.394E-02	-0.192E-02	0.777E-02	-0.390E-02
	300000.	0.162E-01	-0.101E-02	0.413E-02	-0.209E-02	0.816E-02	-0.433E-02
	500000.	0.150E-01	-0.857E-03	0.435E-02	-0.232E-02	0.833E-02	-0.466E-02
P IV 7S 7P	50000.	1.22	-0.187	0.163	-0.938E-01	0.328	-0.189
25369.5 Å	100000.	1.16	-0.147	0.186	-0.111	0.372	-0.225
C= 0.25E+20	150000.	1.12	-0.131	0.195	-0.120	0.397	-0.244
	200000.	1.09	-0.125	0.204	-0.129	0.397	-0.255
	300000.	1.03	-0.113	0.211	-0.136	0.420	-0.273
	500000.	0.950	-0.888E-01	0.236	-0.151	0.460	-0.307
P IV 7S 8P	50000.	0.139	-0.228E-01	0.228E-01	-0.124E-01	0.454E-01	-0.251E-01
7052.5 Å	100000.	0.134	-0.182E-01	0.248E-01	-0.143E-01	0.496E-01	-0.291E-01
C= 0.87E+18	150000.	0.129	-0.164E-01	0.267E-01	-0.159E-01	0.530E-01	-0.322E-01
	200000.	0.126	-0.151E-01	0.280E-01	-0.167E-01	0.556E-01	-0.342E-01
	300000.	0.119	-0.130E-01	0.285E-01	-0.177E-01	0.578E-01	-0.364E-01
	500000.	0.110	-0.104E-01	0.310E-01	-0.188E-01	0.608E-01	-0.388E-01
P IV 3P 4S	50000.	0.355E-04	0.349E-05	0.110E-05	0.189E-05	0.217E-05	0.380E-05
630.8 Å	100000.	0.262E-04	0.358E-05	0.200E-05	0.262E-05	0.399E-05	0.528E-05
C= 0.12E+18	150000.	0.224E-04	0.387E-05	0.274E-05	0.299E-05	0.552E-05	0.605E-05
	200000.	0.204E-04	0.367E-05	0.308E-05	0.323E-05	0.622E-05	0.655E-05
	300000.	0.180E-04	0.348E-05	0.362E-05	0.358E-05	0.728E-05	0.728E-05
	500000.	0.155E-04	0.328E-05	0.429E-05	0.405E-05	0.870E-05	0.829E-05
P IV 3P 5S	50000.	0.370E-04	0.860E-05	0.278E-05	0.375E-05	0.556E-05	0.759E-05
415.4 Å	100000.	0.298E-04	0.762E-05	0.427E-05	0.456E-05	0.864E-05	0.927E-05
C= 0.23E+17	150000.	0.267E-04	0.701E-05	0.497E-05	0.507E-05	0.100E-04	0.103E-04
	200000.	0.246E-04	0.669E-05	0.544E-05	0.547E-05	0.110E-04	0.110E-04
	300000.	0.220E-04	0.622E-05	0.628E-05	0.596E-05	0.127E-04	0.122E-04
	500000.	0.193E-04	0.578E-05	0.714E-05	0.665E-05	0.145E-04	0.133E-04
P IV 3P 6S	50000.	0.602E-04	0.220E-04	0.707E-05	0.787E-05	0.143E-04	0.159E-04
359.6 Å	100000.	0.519E-04	0.179E-04	0.932E-05	0.940E-05	0.188E-04	0.190E-04
C= 0.93E+16	150000.	0.472E-04	0.153E-04	0.106E-04	0.104E-04	0.216E-04	0.209E-04
	200000.	0.441E-04	0.140E-04	0.117E-04	0.110E-04	0.239E-04	0.224E-04
	300000.	0.402E-04	0.129E-04	0.133E-04	0.119E-04	0.265E-04	0.245E-04
	500000.	0.359E-04	0.111E-04	0.144E-04	0.129E-04	0.288E-04	0.263E-04
P IV 3P 7S	50000.	0.110E-03	0.472E-04	0.169E-04	0.174E-04	0.345E-04	0.353E-04
334.3 Å	100000.	0.977E-04	0.368E-04	0.214E-04	0.206E-04	0.439E-04	0.417E-04
C= 0.44E+16	150000.	0.908E-04	0.323E-04	0.240E-04	0.223E-04	0.485E-04	0.449E-04
	200000.	0.858E-04	0.299E-04	0.264E-04	0.239E-04	0.522E-04	0.487E-04
	300000.	0.789E-04	0.262E-04	0.274E-04	0.255E-04	0.558E-04	0.512E-04
	500000.	0.707E-04	0.213E-04	0.325E-04	0.275E-04	0.651E-04	0.565E-04

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 4P 5S	50000.	0.101E-02	0.132E-03	0.702E-04	0.763E-04	0.140E-03	0.154E-03
1907.5 Å	100000.	0.827E-03	0.140E-03	0.988E-04	0.933E-04	0.198E-03	0.189E-03
C= 0.49E+18	150000.	0.748E-03	0.128E-03	0.113E-03	0.103E-03	0.225E-03	0.209E-03
	200000.	0.697E-03	0.122E-03	0.122E-03	0.111E-03	0.249E-03	0.225E-03
	300000.	0.633E-03	0.116E-03	0.140E-03	0.123E-03	0.279E-03	0.248E-03
	500000.	0.567E-03	0.109E-03	0.157E-03	0.134E-03	0.324E-03	0.275E-03
P IV 4P 6S	50000.	0.648E-03	0.184E-03	0.690E-04	0.749E-04	0.139E-03	0.152E-03
1113.8 Å	100000.	0.558E-03	0.159E-03	0.901E-04	0.895E-04	0.183E-03	0.181E-03
C= 0.90E+17	150000.	0.512E-03	0.137E-03	0.102E-03	0.986E-04	0.210E-03	0.199E-03
	200000.	0.481E-03	0.126E-03	0.112E-03	0.105E-03	0.229E-03	0.214E-03
	300000.	0.442E-03	0.114E-03	0.129E-03	0.114E-03	0.253E-03	0.232E-03
	500000.	0.397E-03	0.101E-03	0.139E-03	0.123E-03	0.280E-03	0.249E-03
P IV 4P 7S	50000.	0.847E-03	0.338E-03	0.123E-03	0.127E-03	0.252E-03	0.257E-03
902.1 Å	100000.	0.750E-03	0.263E-03	0.156E-03	0.149E-03	0.320E-03	0.303E-03
C= 0.32E+17	150000.	0.699E-03	0.229E-03	0.175E-03	0.162E-03	0.354E-03	0.326E-03
	200000.	0.662E-03	0.212E-03	0.192E-03	0.174E-03	0.380E-03	0.354E-03
	300000.	0.611E-03	0.187E-03	0.199E-03	0.185E-03	0.406E-03	0.372E-03
	500000.	0.550E-03	0.152E-03	0.237E-03	0.200E-03	0.472E-03	0.411E-03
P IV 5P 6S	50000.	0.112E-01	0.204E-02	0.112E-02	0.982E-03	0.225E-02	0.199E-02
4169.9 Å	100000.	0.101E-01	0.160E-02	0.140E-02	0.118E-02	0.279E-02	0.240E-02
C= 0.13E+19	150000.	0.944E-02	0.150E-02	0.158E-02	0.131E-02	0.314E-02	0.266E-02
	200000.	0.900E-02	0.142E-02	0.166E-02	0.139E-02	0.337E-02	0.279E-02
	300000.	0.839E-02	0.135E-02	0.182E-02	0.150E-02	0.369E-02	0.305E-02
	500000.	0.765E-02	0.115E-02	0.203E-02	0.163E-02	0.408E-02	0.329E-02
P IV 5P 7S	50000.	0.568E-02	0.186E-02	0.766E-03	0.755E-03	0.154E-02	0.153E-02
2220.0 Å	100000.	0.516E-02	0.148E-02	0.957E-03	0.889E-03	0.195E-02	0.182E-02
C= 0.19E+18	150000.	0.485E-02	0.126E-02	0.106E-02	0.964E-03	0.218E-02	0.195E-02
	200000.	0.463E-02	0.119E-02	0.116E-02	0.104E-02	0.232E-02	0.211E-02
	300000.	0.431E-02	0.106E-02	0.122E-02	0.110E-02	0.248E-02	0.221E-02
	500000.	0.391E-02	0.853E-03	0.145E-02	0.120E-02	0.285E-02	0.244E-02
P IV 6P 7S	50000.	0.724E-01	0.178E-01	0.923E-02	0.782E-02	0.186E-01	0.158E-01
7222.9 Å	100000.	0.669E-01	0.136E-01	0.113E-01	0.925E-02	0.226E-01	0.188E-01
C= 0.21E+19	150000.	0.638E-01	0.120E-01	0.122E-01	0.991E-02	0.249E-01	0.203E-01
	200000.	0.613E-01	0.114E-01	0.129E-01	0.107E-01	0.256E-01	0.218E-01
	300000.	0.576E-01	0.102E-01	0.137E-01	0.113E-01	0.275E-01	0.229E-01
	500000.	0.526E-01	0.799E-02	0.157E-01	0.125E-01	0.318E-01	0.255E-01
P IV 3P 3D	50000.	0.337E-04	-0.517E-07	0.137E-05	0.864E-08	0.267E-05	0.173E-07
826.3 Å	100000.	0.245E-04	-0.978E-07	0.217E-05	0.173E-07	0.429E-05	0.345E-07
C= 0.46E+18	150000.	0.206E-04	-0.575E-07	0.266E-05	0.257E-07	0.526E-05	0.515E-07
	200000.	0.184E-04	-0.564E-07	0.294E-05	0.338E-07	0.584E-05	0.677E-07
	300000.	0.159E-04	-0.963E-07	0.317E-05	0.481E-07	0.629E-05	0.965E-07
	500000.	0.136E-04	-0.114E-06	0.346E-05	0.697E-07	0.690E-05	0.140E-06
P IV 3P 4D	50000.	0.332E-04	0.206E-05	0.287E-05	0.184E-05	0.568E-05	0.370E-05
444.7 Å	100000.	0.267E-04	0.215E-05	0.378E-05	0.246E-05	0.756E-05	0.498E-05
C= 0.21E+17	150000.	0.237E-04	0.211E-05	0.421E-05	0.274E-05	0.841E-05	0.554E-05
	200000.	0.219E-04	0.205E-05	0.451E-05	0.293E-05	0.907E-05	0.596E-05
	300000.	0.197E-04	0.196E-05	0.497E-05	0.325E-05	0.996E-05	0.662E-05
	500000.	0.175E-04	0.180E-05	0.561E-05	0.367E-05	0.111E-04	0.749E-05
P IV 3P 5D	50000.	0.551E-04	0.577E-05	0.697E-05	0.450E-05	0.139E-04	0.910E-05
371.8 Å	100000.	0.477E-04	0.510E-05	0.832E-05	0.537E-05	0.166E-04	0.109E-04
C= 0.86E+16	150000.	0.438E-04	0.499E-05	0.912E-05	0.595E-05	0.184E-04	0.121E-04
	200000.	0.413E-04	0.480E-05	0.969E-05	0.639E-05	0.193E-04	0.129E-04
	300000.	0.380E-04	0.458E-05	0.105E-04	0.700E-05	0.209E-04	0.142E-04
	500000.	0.342E-04	0.388E-05	0.116E-04	0.768E-05	0.231E-04	0.158E-04
P IV 3P 6D	50000.	0.114E-03	0.174E-04	0.189E-04	0.146E-04	0.379E-04	0.295E-04
339.4 Å	100000.	0.101E-03	0.158E-04	0.226E-04	0.173E-04	0.452E-04	0.349E-04
C= 0.28E+16	150000.	0.941E-04	0.151E-04	0.243E-04	0.186E-04	0.490E-04	0.376E-04
	200000.	0.892E-04	0.141E-04	0.263E-04	0.196E-04	0.533E-04	0.405E-04
	300000.	0.824E-04	0.124E-04	0.293E-04	0.215E-04	0.573E-04	0.439E-04
	500000.	0.742E-04	0.102E-04	0.308E-04	0.236E-04	0.602E-04	0.479E-04

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 3P 7D	50000.	0.200E-03	0.400E-04	0.390E-04	0.309E-04	0.791E-04	0.626E-04
324.0 Å	100000.	0.185E-03	0.350E-04	0.465E-04	0.358E-04	0.929E-04	0.729E-04
C= 0.15E+16	150000.	0.175E-03	0.315E-04	0.497E-04	0.385E-04	0.995E-04	0.782E-04
	200000.	0.168E-03	0.282E-04	0.515E-04	0.404E-04	0.104E-03	0.816E-04
	300000.	0.156E-03	0.240E-04	0.563E-04	0.439E-04	0.112E-03	0.890E-04
	500000.	0.141E-03	0.201E-04	0.587E-04	0.470E-04	0.115E-03	0.945E-04
P IV 4P 4D	50000.	0.172E-02	0.524E-04	0.149E-03	0.617E-04	0.295E-03	0.125E-03
2735.1 Å	100000.	0.138E-02	0.579E-04	0.181E-03	0.837E-04	0.361E-03	0.170E-03
C= 0.78E+18	150000.	0.123E-02	0.523E-04	0.198E-03	0.930E-04	0.395E-03	0.189E-03
	200000.	0.114E-02	0.486E-04	0.210E-03	0.100E-03	0.417E-03	0.203E-03
	300000.	0.104E-02	0.487E-04	0.226E-03	0.112E-03	0.452E-03	0.225E-03
	500000.	0.927E-03	0.434E-04	0.243E-03	0.125E-03	0.477E-03	0.253E-03
P IV 4P 5D	50000.	0.696E-03	0.579E-04	0.818E-04	0.490E-04	0.163E-03	0.993E-04
1239.6 Å	100000.	0.598E-03	0.512E-04	0.967E-04	0.586E-04	0.194E-03	0.119E-03
C= 0.96E+17	150000.	0.548E-03	0.495E-04	0.106E-03	0.653E-04	0.212E-03	0.132E-03
	200000.	0.516E-03	0.472E-04	0.112E-03	0.697E-04	0.224E-03	0.142E-03
	300000.	0.475E-03	0.455E-04	0.120E-03	0.766E-04	0.237E-03	0.154E-03
	500000.	0.429E-03	0.380E-04	0.132E-03	0.841E-04	0.261E-03	0.172E-03
P IV 4P 6D	50000.	0.919E-03	0.128E-03	0.147E-03	0.112E-03	0.293E-03	0.225E-03
940.2 Å	100000.	0.812E-03	0.118E-03	0.175E-03	0.133E-03	0.349E-03	0.267E-03
C= 0.21E+17	150000.	0.755E-03	0.112E-03	0.188E-03	0.143E-03	0.378E-03	0.288E-03
	200000.	0.716E-03	0.104E-03	0.203E-03	0.150E-03	0.411E-03	0.311E-03
	300000.	0.662E-03	0.915E-04	0.225E-03	0.164E-03	0.442E-03	0.337E-03
	500000.	0.596E-03	0.752E-04	0.237E-03	0.180E-03	0.461E-03	0.365E-03
P IV 4P 7D	50000.	0.135E-02	0.261E-03	0.257E-03	0.203E-03	0.522E-03	0.411E-03
830.9 Å	100000.	0.125E-02	0.222E-03	0.306E-03	0.235E-03	0.612E-03	0.479E-03
C= 0.10E+17	150000.	0.118E-02	0.200E-03	0.327E-03	0.253E-03	0.656E-03	0.514E-03
	200000.	0.113E-02	0.182E-03	0.339E-03	0.265E-03	0.686E-03	0.536E-03
	300000.	0.105E-02	0.155E-03	0.370E-03	0.288E-03	0.738E-03	0.586E-03
	500000.	0.948E-03	0.130E-03	0.387E-03	0.309E-03	0.759E-03	0.622E-03
P IV 5P 5D	50000.	0.262E-01	0.119E-02	0.309E-02	0.122E-02	0.614E-02	0.247E-02
6725.6 Å	100000.	0.232E-01	0.833E-03	0.353E-02	0.146E-02	0.707E-02	0.295E-02
C= 0.28E+19	150000.	0.216E-01	0.872E-03	0.379E-02	0.163E-02	0.758E-02	0.328E-02
	200000.	0.205E-01	0.824E-03	0.392E-02	0.176E-02	0.789E-02	0.354E-02
	300000.	0.191E-01	0.784E-03	0.411E-02	0.189E-02	0.812E-02	0.384E-02
	500000.	0.174E-01	0.587E-03	0.427E-02	0.208E-02	0.842E-02	0.424E-02
P IV 5P 6D	50000.	0.701E-02	0.792E-03	0.104E-02	0.751E-03	0.210E-02	0.152E-02
2465.7 Å	100000.	0.628E-02	0.712E-03	0.124E-02	0.890E-03	0.248E-02	0.180E-02
C= 0.15E+18	150000.	0.587E-02	0.690E-03	0.132E-02	0.956E-03	0.268E-02	0.195E-02
	200000.	0.558E-02	0.636E-03	0.144E-02	0.103E-02	0.286E-02	0.210E-02
	300000.	0.518E-02	0.552E-03	0.158E-02	0.112E-02	0.307E-02	0.229E-02
	500000.	0.469E-02	0.445E-03	0.166E-02	0.122E-02	0.320E-02	0.245E-02
P IV 5P 7D	50000.	0.693E-02	0.113E-02	0.126E-02	0.980E-03	0.257E-02	0.199E-02
1833.1 Å	100000.	0.644E-02	0.102E-02	0.150E-02	0.114E-02	0.299E-02	0.231E-02
C= 0.49E+17	150000.	0.610E-02	0.921E-03	0.160E-02	0.122E-02	0.319E-02	0.248E-02
	200000.	0.584E-02	0.839E-03	0.166E-02	0.128E-02	0.338E-02	0.261E-02
	300000.	0.544E-02	0.712E-03	0.181E-02	0.139E-02	0.358E-02	0.283E-02
	500000.	0.493E-02	0.592E-03	0.190E-02	0.150E-02	0.371E-02	0.301E-02
P IV 6P 6D	50000.	0.158	0.126E-01	0.228E-01	0.136E-01	0.458E-01	0.276E-01
10688.7 Å	100000.	0.143	0.116E-01	0.262E-01	0.161E-01	0.529E-01	0.330E-01
C= 0.27E+19	150000.	0.135	0.110E-01	0.278E-01	0.175E-01	0.566E-01	0.359E-01
	200000.	0.129	0.101E-01	0.298E-01	0.188E-01	0.582E-01	0.379E-01
	300000.	0.120	0.854E-02	0.319E-01	0.205E-01	0.614E-01	0.411E-01
	500000.	0.110	0.672E-02	0.333E-01	0.219E-01	0.653E-01	0.447E-01
P IV 6P 7D	50000.	0.417E-01	0.576E-02	0.722E-02	0.530E-02	0.146E-01	0.108E-01
4282.4 Å	100000.	0.389E-01	0.524E-02	0.847E-02	0.616E-02	0.169E-01	0.125E-01
C= 0.27E+18	150000.	0.369E-01	0.468E-02	0.893E-02	0.658E-02	0.178E-01	0.133E-01
	200000.	0.354E-01	0.426E-02	0.935E-02	0.692E-02	0.188E-01	0.141E-01
	300000.	0.331E-01	0.359E-02	0.101E-01	0.751E-02	0.196E-01	0.151E-01
	500000.	0.301E-01	0.297E-02	0.104E-01	0.802E-02	0.205E-01	0.162E-01

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 7P 7D	50000.	0.884	0.913E-01	0.144	0.925E-01	0.291	0.187
17969.7 Å	100000.	0.839	0.854E-01	0.165	0.108	0.328	0.220
C= 0.47E+19	150000.	0.804	0.763E-01	0.172	0.115	0.343	0.232
	200000.	0.775	0.691E-01	0.179	0.120	0.357	0.244
	300000.	0.729	0.570E-01	0.192	0.131	0.375	0.263
	500000.	0.667	0.475E-01	0.198	0.140	0.386	0.282
P IV 3D 4P	50000.	0.289E-03	0.769E-05	0.231E-04	0.398E-05	0.456E-04	0.799E-05
1486.1 Å	100000.	0.220E-03	0.720E-05	0.307E-04	0.597E-05	0.611E-04	0.121E-04
C= 0.66E+18	150000.	0.192E-03	0.830E-05	0.332E-04	0.727E-05	0.659E-04	0.147E-04
	200000.	0.176E-03	0.874E-05	0.349E-04	0.814E-05	0.694E-04	0.165E-04
	300000.	0.158E-03	0.788E-05	0.373E-04	0.904E-05	0.743E-04	0.183E-04
	500000.	0.140E-03	0.762E-05	0.398E-04	0.103E-04	0.797E-04	0.209E-04
P IV 3D 5P	50000.	0.168E-03	0.900E-05	0.230E-04	0.597E-05	0.457E-04	0.120E-04
751.4 Å	100000.	0.144E-03	0.105E-04	0.262E-04	0.781E-05	0.521E-04	0.158E-04
C= 0.76E+17	150000.	0.132E-03	0.966E-05	0.280E-04	0.868E-05	0.559E-04	0.176E-04
	200000.	0.125E-03	0.948E-05	0.293E-04	0.936E-05	0.585E-04	0.190E-04
	300000.	0.115E-03	0.906E-05	0.305E-04	0.103E-04	0.608E-04	0.211E-04
	500000.	0.105E-03	0.861E-05	0.317E-04	0.117E-04	0.630E-04	0.235E-04
P IV 3D 6P	50000.	0.217E-03	0.145E-04	0.381E-04	0.766E-05	0.759E-04	0.155E-04
608.7 Å	100000.	0.193E-03	0.137E-04	0.426E-04	0.937E-05	0.849E-04	0.190E-04
C= 0.27E+17	150000.	0.181E-03	0.132E-04	0.445E-04	0.104E-04	0.889E-04	0.210E-04
	200000.	0.173E-03	0.127E-04	0.453E-04	0.111E-04	0.906E-04	0.226E-04
	300000.	0.163E-03	0.121E-04	0.466E-04	0.123E-04	0.936E-04	0.249E-04
	500000.	0.150E-03	0.111E-04	0.478E-04	0.135E-04	0.956E-04	0.278E-04
P IV 3D 7P	50000.	0.342E-03	0.205E-04	0.666E-04	0.914E-05	0.133E-03	0.185E-04
549.2 Å	100000.	0.321E-03	0.176E-04	0.723E-04	0.109E-04	0.144E-03	0.222E-04
C= 0.12E+17	150000.	0.308E-03	0.165E-04	0.743E-04	0.121E-04	0.148E-03	0.245E-04
	200000.	0.299E-03	0.158E-04	0.752E-04	0.130E-04	0.150E-03	0.262E-04
	300000.	0.284E-03	0.156E-04	0.768E-04	0.142E-04	0.152E-03	0.287E-04
	500000.	0.264E-03	0.135E-04	0.782E-04	0.159E-04	0.155E-03	0.323E-04
P IV 3D 8P	50000.	0.552E-03	-0.188E-04	0.112E-03	-0.409E-04	0.224E-03	-0.828E-04
520.0 Å	100000.	0.526E-03	-0.179E-04	0.120E-03	-0.482E-04	0.238E-03	-0.985E-04
C= 0.47E+16	150000.	0.509E-03	-0.156E-04	0.125E-03	-0.519E-04	0.248E-03	-0.106E-03
	200000.	0.494E-03	-0.119E-04	0.129E-03	-0.563E-04	0.254E-03	-0.114E-03
	300000.	0.469E-03	-0.869E-05	0.134E-03	-0.591E-04	0.256E-03	-0.120E-03
	500000.	0.434E-03	-0.679E-05	0.136E-03	-0.653E-04	0.268E-03	-0.132E-03
P IV 4D 5P	50000.	0.445E-02	0.490E-04	0.529E-03	0.253E-04	0.105E-02	0.509E-04
3419.9 Å	100000.	0.383E-02	0.815E-04	0.598E-03	0.373E-04	0.119E-02	0.752E-04
C= 0.12E+19	150000.	0.353E-02	0.691E-04	0.637E-03	0.455E-04	0.127E-02	0.919E-04
	200000.	0.334E-02	0.701E-04	0.662E-03	0.500E-04	0.132E-02	0.101E-03
	300000.	0.309E-02	0.677E-04	0.683E-03	0.557E-04	0.136E-02	0.113E-03
	500000.	0.281E-02	0.692E-04	0.706E-03	0.632E-04	0.140E-02	0.129E-03
P IV 4D 6P	50000.	0.181E-02	0.678E-04	0.290E-03	0.397E-04	0.579E-03	0.801E-04
1654.5 Å	100000.	0.161E-02	0.650E-04	0.324E-03	0.498E-04	0.646E-03	0.101E-03
C= 0.20E+18	150000.	0.151E-02	0.644E-04	0.338E-03	0.557E-04	0.675E-03	0.113E-03
	200000.	0.145E-02	0.624E-04	0.345E-03	0.598E-04	0.686E-03	0.121E-03
	300000.	0.136E-02	0.603E-04	0.353E-03	0.663E-04	0.704E-03	0.134E-03
	500000.	0.125E-02	0.558E-04	0.361E-03	0.732E-04	0.717E-03	0.148E-03
P IV 4D 7P	50000.	0.198E-02	0.858E-04	0.366E-03	0.414E-04	0.728E-03	0.836E-04
1278.3 Å	100000.	0.185E-02	0.726E-04	0.397E-03	0.496E-04	0.792E-03	0.101E-03
C= 0.64E+17	150000.	0.177E-02	0.688E-04	0.407E-03	0.551E-04	0.811E-03	0.112E-03
	200000.	0.172E-02	0.668E-04	0.414E-03	0.591E-04	0.823E-03	0.120E-03
	300000.	0.163E-02	0.671E-04	0.420E-03	0.652E-04	0.839E-03	0.133E-03
	500000.	0.151E-02	0.573E-04	0.430E-03	0.709E-04	0.849E-03	0.146E-03
P IV 4D 8P	50000.	0.270E-02	-0.105E-03	0.536E-03	-0.196E-03	0.107E-02	-0.396E-03
1130.4 Å	100000.	0.257E-02	-0.101E-03	0.576E-03	-0.231E-03	0.114E-02	-0.471E-03
C= 0.22E+17	150000.	0.248E-02	-0.888E-04	0.593E-03	-0.250E-03	0.118E-02	-0.505E-03
	200000.	0.241E-02	-0.703E-04	0.615E-03	-0.270E-03	0.122E-02	-0.546E-03
	300000.	0.229E-02	-0.546E-04	0.634E-03	-0.285E-03	0.123E-02	-0.574E-03
	500000.	0.212E-02	-0.442E-04	0.643E-03	-0.310E-03	0.127E-02	-0.632E-03

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 5D 6P	50000.	0.315E-01	-0.267E-03	0.451E-02	-0.684E-03	0.898E-02	-0.138E-02
6123.1 Å	100000.	0.285E-01	-0.969E-04	0.503E-02	-0.845E-03	0.100E-01	-0.171E-02
C= 0.23E+19	150000.	0.268E-01	-0.826E-04	0.522E-02	-0.939E-03	0.104E-01	-0.191E-02
	200000.	0.257E-01	-0.661E-04	0.533E-02	-0.101E-02	0.106E-01	-0.204E-02
	300000.	0.241E-01	-0.474E-04	0.546E-02	-0.112E-02	0.109E-01	-0.226E-02
	500000.	0.222E-01	0.506E-04	0.559E-02	-0.123E-02	0.111E-01	-0.248E-02
P IV 5D 7P	50000.	0.118E-01	0.171E-03	0.201E-02	-0.458E-04	0.400E-02	-0.923E-04
2931.0 Å	100000.	0.111E-01	0.149E-03	0.218E-02	-0.632E-04	0.434E-02	-0.128E-03
C= 0.34E+18	150000.	0.107E-01	0.138E-03	0.223E-02	-0.711E-04	0.446E-02	-0.144E-03
	200000.	0.103E-01	0.138E-03	0.227E-02	-0.773E-04	0.451E-02	-0.157E-03
	300000.	0.978E-02	0.151E-03	0.231E-02	-0.856E-04	0.456E-02	-0.173E-03
	500000.	0.906E-02	0.137fx03	0.236E-02	-0.968E-04	0.463E-02	-0.197E-03
P IV 5D 8P	50000.	0.116E-01	-0.577E-03	0.218E-02	-0.829E-03	0.436E-02	-0.168E-02
2254.5 Å	100000.	0.110E-01	-0.534E-03	0.235E-02	-0.984E-03	0.473E-02	-0.198E-02
C= 0.89E+17	150000.	0.107E-01	-0.483E-03	0.242E-02	-0.106E-02	0.485E-02	-0.214E-02
	200000.	0.103E-01	-0.404E-03	0.245E-02	-0.112E-02	0.493E-02	-0.229E-02
	300000.	0.980E-02	-0.336E-03	0.263E-02	-0.122E-02	0.511E-02	-0.246E-02
	500000.	0.907E-02	-0.272E-03	0.259E-02	-0.128E-02	0.506E-02	-0.263E-02
P IV 6D 7P	50000.	0.265	-0.116E-01	0.401E-01	-0.161E-01	0.801E-01	-0.326E-01
11861.0 Å	100000.	0.248	-0.114E-01	0.437E-01	-0.193E-01	0.879E-01	-0.390E-01
C= 0.34E+19	150000.	0.237	-0.110E-01	0.454E-01	-0.210E-01	0.914E-01	-0.424E-01
	200000.	0.228	-0.988E-02	0.478E-01	-0.221E-01	0.934E-01	-0.449E-01
	300000.	0.215	-0.785E-02	0.501E-01	-0.238E-01	0.961E-01	-0.479E-01
	500000.	0.198	-0.622E-02	0.518E-01	-0.257E-01	0.995E-01	-0.523E-01
P IV 6D 8P	50000.	0.795E-01	-0.631E-02	0.138E-01	-0.647E-02	0.274E-01	-0.132E-01
5356.6 Å	100000.	0.755E-01	-0.584E-02	0.150E-01	-0.760E-02	0.300E-01	-0.155E-01
C= 0.50E+18	150000.	0.726E-01	-0.544E-02	0.153E-01	-0.812E-02	0.305E-01	-0.165E-01
	200000.	0.702E-01	-0.477E-02	0.159E-01	-0.858E-02	0.314E-01	-0.176E-01
	300000.	0.663E-01	-0.401E-02	0.171E-01	-0.948E-02	0.328E-01	-0.188E-01
	500000.	0.610E-01	-0.326E-02	0.186E-01	-0.102E-01	0.359E-01	-0.211E-01
P IV 7D 8P	50000.	1.65	-0.198	0.281	-0.169	0.560	-0.341
21400.4 Å	100000.	1.58	-0.178	0.310	-0.195	0.616	-0.394
C= 0.66E+19	150000.	1.52	-0.161	0.326	-0.210	0.655	-0.429
	200000.	1.47	-0.143	0.348	-0.221	0.694	-0.455
	300000.	1.38	-0.120	0.370	-0.238	0.718	-0.481
	500000.	1.27	-0.993E-01	0.403	-0.262	0.783	-0.535
P IV 3D 4F	50000.	0.120E-03	-0.845E-06	0.838E-05	-0.372E-05	0.165E-04	-0.749E-05
875.1 Å	100000.	0.920E-04	-0.123E-05	0.113E-04	-0.516E-05	0.225E-04	-0.104E-04
C= 0.80E+17	150000.	0.807E-04	-0.283E-06	0.124E-04	-0.586E-05	0.246E-04	-0.119E-04
	200000.	0.740E-04	-0.225E-07	0.131E-04	-0.636E-05	0.261E-04	-0.129E-04
	300000.	0.664E-04	-0.307E-06	0.143E-04	-0.702E-05	0.283E-04	-0.143E-04
	500000.	0.587E-04	-0.629E-07	0.158E-04	-0.795E-05	0.309E-04	-0.162E-04
P IV 3D 5F	50000.	0.264E-03	0.132E-04	0.652E-04	0.611E-04	0.125E-03	0.123E-03
648.5 Å	100000.	0.215E-03	0.113E-04	0.855E-04	0.724E-04	0.157E-03	0.146E-03
C= 0.17E+16	150000.	0.191E-03	0.933E-05	0.101E-03	0.780E-04	0.178E-03	0.159E-03
	200000.	0.176E-03	0.803E-05	0.107E-03	0.836E-04	0.185E-03	0.166E-03
	300000.	0.158E-03	0.648E-05	0.125E-03	0.881E-04	0.209E-03	0.178E-03
	500000.	0.137E-03	0.537E-05	0.156E-03	0.983E-04	0.233E-03	0.200E-03
P IV 4D 4F	50000.	0.236E-01	-0.108E-02	0.195E-02	-0.115E-02	0.386E-02	-0.232E-02
9599.5 Å	100000.	0.189E-01	-0.117E-02	0.243E-02	-0.146E-02	0.485E-02	-0.297E-02
C= 0.96E+19	150000.	0.169E-01	-0.103E-02	0.268E-02	-0.164E-02	0.535E-02	-0.332E-02
	200000.	0.157E-01	-0.970E-03	0.285E-02	-0.176E-02	0.572E-02	-0.357E-02
	300000.	0.142E-01	-0.968E-03	0.317E-02	-0.196E-02	0.628E-02	-0.397E-02
	500000.	0.126E-01	-0.862E-03	0.348E-02	-0.219E-02	0.681E-02	-0.446E-02
P IV 4D 5F	50000.	0.281E-02	0.827E-04	0.604E-03	0.562E-03	0.117E-02	0.114E-02
1985.9 Å	100000.	0.231E-02	0.624E-04	0.798E-03	0.666E-03	0.147E-02	0.134E-02
C= 0.16E+17	150000.	0.207E-02	0.452E-04	0.937E-03	0.721E-03	0.166E-02	0.147E-02
	200000.	0.191E-02	0.341E-04	0.997E-03	0.760E-03	0.175E-02	0.153E-02
	300000.	0.172E-02	0.211E-04	0.118E-02	0.809E-03	0.193E-02	0.165E-02
	500000.	0.150E-02	0.138E-04	0.143E-02	0.915E-03	0.217E-02	0.184E-02

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 5D 5F	50000.	0.234	-0.256E-02	0.391E-01	0.340E-01	0.751E-01	0.690E-01
16012.6 Å	100000.	0.198	-0.259E-02	0.512E-01	0.405E-01	0.923E-01	0.821E-01
C= 0.10E+19	150000.	0.179	-0.356E-02	0.582E-01	0.441E-01	0.102	0.883E-01
	200000.	0.167	-0.400E-02	0.652E-01	0.460E-01	0.111	0.927E-01
	300000.	0.152	-0.456E-02	0.760E-01	0.492E-01	0.125	0.100
	500000.	0.134	-0.396E-02	0.911E-01	0.544E-01	0.137	0.113
P IV 4F 5D	50000.	0.423E-02	0.377E-03	0.479E-03	0.303E-03	0.958E-03	0.615E-03
2968.1 Å	100000.	0.361E-02	0.339E-03	0.570E-03	0.363E-03	0.115E-02	0.737E-03
C= 0.55E+18	150000.	0.330E-02	0.322E-03	0.625E-03	0.402E-03	0.125E-02	0.815E-03
	200000.	0.311E-02	0.307E-03	0.667E-03	0.431E-03	0.135E-02	0.883E-03
	300000.	0.286E-02	0.297E-03	0.720E-03	0.470E-03	0.143E-02	0.954E-03
	500000.	0.257E-02	0.249E-03	0.771E-03	0.515E-03	0.153E-02	0.103E-02
P IV 4F 6D	50000.	0.302E-02	0.431E-03	0.474E-03	0.363E-03	0.947E-03	0.733E-03
1684.1 Å	100000.	0.266E-02	0.394E-03	0.566E-03	0.431E-03	0.113E-02	0.869E-03
C= 0.68E+17	150000.	0.247E-02	0.374E-03	0.606E-03	0.463E-03	0.121E-02	0.933E-03
	200000.	0.234E-02	0.347E-03	0.652E-03	0.487E-03	0.133E-02	0.100E-02
	300000.	0.217E-02	0.305E-03	0.724E-03	0.528E-03	0.145E-02	0.109E-02
	500000.	0.195E-02	0.251E-03	0.783E-03	0.592E-03	0.151E-02	0.119E-02
P IV 4F 7D	50000.	0.367E-02	0.723E-03	0.695E-03	0.549E-03	0.141E-02	0.111E-02
1362.9 Å	100000.	0.339E-02	0.627E-03	0.826E-03	0.635E-03	0.165E-02	0.129E-02
C= 0.27E+17	150000.	0.321E-02	0.565E-03	0.884E-03	0.681E-03	0.177E-02	0.138E-02
	200000.	0.306E-02	0.499E-03	0.919E-03	0.719E-03	0.184E-02	0.145E-02
	300000.	0.285E-02	0.426E-03	0.997E-03	0.778E-03	0.199E-02	0.157E-02
	500000.	0.257E-02	0.357E-03	0.104E-02	0.833E-03	0.203E-02	0.168E-02
P IV 5F 6D	50000.	0.392E-01	0.315E-02	0.369E-02	-0.112E-02	0.697E-02	-0.227E-02
5143.5 Å	100000.	0.341E-01	0.294E-02	0.447E-02	-0.135E-02	0.786E-02	-0.274E-02
C= 0.11E+18	150000.	0.314E-01	0.289E-02	0.497E-02	-0.149E-02	0.831E-02	-0.303E-02
	200000.	0.295E-01	0.272E-02	0.536E-02	-0.160E-02	0.852E-02	-0.323E-02
	300000.	0.270E-01	0.243E-02	0.611E-02	-0.173E-02	0.883E-02	-0.352E-02
	500000.	0.241E-01	0.201E-02	0.728E-02	-0.193E-02	0.943E-02	-0.387E-02
P IV 5F 7D	50000.	0.213E-01	0.322E-02	0.293E-02	0.193E-02	0.570E-02	0.388E-02
2990.6 Å	100000.	0.194E-01	0.269E-02	0.343E-02	0.225E-02	0.657E-02	0.457E-02
C= 0.36E+17	150000.	0.182E-01	0.244E-02	0.380E-02	0.241E-02	0.704E-02	0.489E-02
	200000.	0.173E-01	0.223E-02	0.412E-02	0.259E-02	0.729E-02	0.523E-02
	300000.	0.160E-01	0.191E-02	0.443E-02	0.275E-02	0.771E-02	0.553E-02
	500000.	0.143E-01	0.160E-02	0.536E-02	0.308E-02	0.872E-02	0.624E-02
PERTURBER DENSITY = 1.E+16cm-3							
P IV 3S 3P	50000.	0.438E-03	-0.207E-05	0.101E-04	-0.283E-06	0.197E-04	-0.566E-06
950.7 Å	100000.	0.316E-03	-0.214E-05	0.178E-04	-0.563E-06	0.350E-04	-0.113E-05
C= 0.81E+19	150000.	0.264E-03	-0.172E-05	0.218E-04	-0.825E-06	0.430E-04	-0.165E-05
	200000.	0.236E-03	-0.161E-05	0.251E-04	-0.106E-05	0.496E-04	-0.213E-05
	300000.	0.203E-03	-0.190E-05	0.280E-04	-0.143E-05	0.558E-04	-0.287E-05
	500000.	0.173E-03	-0.228E-05	0.308E-04	-0.192E-05	0.612E-04	-0.389E-05
P IV 3S 4P	50000.	0.193E-03	0.392E-05	0.146E-04	0.128E-05	0.288E-04	0.257E-05
388.3 Å	100000.	0.148E-03	0.266E-05	0.196E-04	0.212E-05	0.389E-04	0.427E-05
C= 0.35E+18	150000.	0.130E-03	0.386E-05	0.211E-04	0.256E-05	0.419E-04	0.517E-05
	200000.	0.119E-03	0.419E-05	0.222E-04	0.296E-05	0.442E-04	0.598E-05
	300000.	0.107E-03	0.348E-05	0.237E-04	0.345E-05	0.472E-04	0.699E-05
	500000.	0.943E-04	0.342E-05	0.254E-04	0.393E-05	0.506E-04	0.796E-05
P IV 3S 5P	50000.	0.310E-03	-0.764E-05	0.356E-04	-0.140E-04	0.708E-04	-0.283E-04
315.6 Å	100000.	0.256E-03	-0.414E-05	0.411E-04	-0.177E-04	0.819E-04	-0.357E-04
C= 0.57E+17	150000.	0.231E-03	-0.339E-05	0.445E-04	-0.198E-04	0.887E-04	-0.401E-04
	200000.	0.216E-03	-0.345E-05	0.470E-04	-0.212E-04	0.931E-04	-0.432E-04
	300000.	0.197E-03	-0.315E-05	0.500E-04	-0.236E-04	0.986E-04	-0.475E-04
	500000.	0.177E-03	-0.144E-05	0.530E-04	-0.258E-04	0.103E-03	-0.526E-04
P IV 3S 6P	50000.	0.475E-03	0.261E-04	0.827E-04	0.124E-04	0.165E-03	0.251E-04
282.3 Å	100000.	0.420E-03	0.252E-04	0.924E-04	0.156E-04	0.184E-03	0.315E-04
C= 0.53E+17	150000.	0.393E-03	0.245E-04	0.965E-04	0.174E-04	0.193E-03	0.352E-04
	200000.	0.376E-03	0.237E-04	0.986E-04	0.188E-04	0.196E-03	0.379E-04
	300000.	0.353E-03	0.225E-04	0.100E-03	0.209E-04	0.201E-03	0.419E-04
	500000.	0.326E-03	0.211E-04	0.103E-03	0.231E-04	0.204E-03	0.469E-04

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 4S 4P	50000.	0.334E-01	-0.114E-02	0.187E-02	-0.102E-02	0.368E-02	-0.205E-02
4250.9 Å	100000.	0.260E-01	-0.161E-02	0.257E-02	-0.140E-02	0.514E-02	-0.283E-02
C= 0.43E+20	150000.	0.229E-01	-0.154E-02	0.283E-02	-0.157E-02	0.566E-02	-0.319E-02
	200000.	0.211E-01	-0.140E-02	0.302E-02	-0.170E-02	0.603E-02	-0.346E-02
	300000.	0.190E-01	-0.142E-02	0.329E-02	-0.189E-02	0.660E-02	-0.383E-02
	500000.	0.169E-01	-0.133E-02	0.367E-02	-0.216E-02	0.726E-02	-0.435E-02
P IV 4S 5P	50000.	0.531E-02	-0.239E-03	0.536E-03	-0.259E-03	0.107E-02	-0.521E-03
1206.4 Å	100000.	0.437E-02	-0.216E-03	0.624E-03	-0.322E-03	0.125E-02	-0.649E-03
C= 0.83E+18	150000.	0.395E-02	-0.211E-03	0.683E-03	-0.358E-03	0.136E-02	-0.722E-03
	200000.	0.369E-02	-0.203E-03	0.725E-03	-0.382E-03	0.143E-02	-0.777E-03
	300000.	0.338E-02	-0.194E-03	0.777E-03	-0.424E-03	0.152E-02	-0.856E-03
	500000.	0.303E-02	-0.161E-03	0.837E-03	-0.466E-03	0.162E-02	-0.944E-03
P IV 4S 6P	50000.	0.449E-02	0.135E-03	0.717E-03	0.813E-04	0.143E-02	0.164E-03
831.7 Å	100000.	0.394E-02	0.127E-03	0.800E-03	0.105E-03	0.159E-02	0.212E-03
C= 0.46E+18	150000.	0.369E-02	0.125E-03	0.835E-03	0.116E-03	0.167E-02	0.236E-03
	200000.	0.352E-02	0.125E-03	0.851E-03	0.126E-03	0.170E-02	0.255E-03
	300000.	0.330E-02	0.121E-03	0.870E-03	0.139E-03	0.174E-02	0.282E-03
	500000.	0.304E-02	0.114E-03	0.894E-03	0.155E-03	0.177E-02	0.316E-03
P IV 5S 5P	50000.	1.79	-0.205	0.168	-0.149	0.339	-0.301
17528.3 Å	100000.	1.50	-0.179	0.212	-0.180	0.427	-0.364
C= 0.18E+21	150000.	1.35	-0.169	0.237	-0.198	0.480	-0.401
	200000.	1.26	-0.163	0.259	-0.214	0.510	-0.429
	300000.	1.14	-0.154	0.284	-0.231	0.560	-0.464
	500000.	1.01	-0.127	0.326	-0.258	0.611	-0.518
P IV 5S 6P	50000.	0.457E-01	-0.153E-02	0.571E-02	-0.184E-02	0.114E-01	-0.373E-02
2322.8 Å	100000.	0.403E-01	-0.127E-02	0.645E-02	-0.221E-02	0.128E-01	-0.447E-02
C= 0.31E+19	150000.	0.375E-01	-0.116E-02	0.682E-02	-0.245E-02	0.135E-01	-0.495E-02
	200000.	0.357E-01	-0.112E-02	0.695E-02	-0.263E-02	0.138E-01	-0.535E-02
	300000.	0.332E-01	-0.102E-02	0.714E-02	-0.287E-02	0.142E-01	-0.581E-02
	500000.	0.302E-01	-0.745E-03	0.754E-02	-0.312E-02	0.146E-01	-0.633E-02
P IV 3P 4S	50000.	0.677E-03	0.596E-04	0.241E-04	0.370E-04	0.479E-04	0.748E-04
776.4 Å	100000.	0.507E-03	0.686E-04	0.417E-04	0.509E-04	0.835E-04	0.103E-03
C= 0.14E+19	150000.	0.438E-03	0.697E-04	0.533E-04	0.567E-04	0.108E-03	0.115E-03
	200000.	0.399E-03	0.659E-04	0.604E-04	0.613E-04	0.123E-03	0.125E-03
	300000.	0.353E-03	0.634E-04	0.699E-04	0.685E-04	0.141E-03	0.139E-03
	500000.	0.305E-03	0.601E-04	0.823E-04	0.770E-04	0.168E-03	0.157E-03
P IV 3P 5S	50000.	0.786E-03	0.142E-03	0.874E-04	0.989E-04	0.177E-03	0.200E-03
485.5 Å	100000.	0.647E-03	0.129E-03	0.115E-03	0.119E-03	0.234E-03	0.241E-03
C= 0.13E+18	150000.	0.573E-03	0.122E-03	0.133E-03	0.132E-03	0.268E-03	0.268E-03
	200000.	0.527E-03	0.118E-03	0.147E-03	0.141E-03	0.296E-03	0.285E-03
	300000.	0.470E-03	0.111E-03	0.168E-03	0.153E-03	0.337E-03	0.311E-03
	500000.	0.407E-03	0.951E-04	0.189E-03	0.170E-03	0.374E-03	0.340E-03
P IV 3P 6S	50000.	0.870E-03	0.347E-03	0.107E-03	0.116E-03	0.215E-03	0.235E-03
412.5 Å	100000.	0.735E-03	0.279E-03	0.137E-03	0.139E-03	0.281E-03	0.280E-03
C= 0.11E+18	150000.	0.664E-03	0.241E-03	0.158E-03	0.152E-03	0.323E-03	0.310E-03
	200000.	0.619E-03	0.221E-03	0.174E-03	0.163E-03	0.352E-03	0.331E-03
	300000.	0.560E-03	0.201E-03	0.188E-03	0.173E-03	0.385E-03	0.351E-03
	500000.	0.495E-03	0.169E-03	0.215E-03	0.198E-03	0.424E-03	0.397E-03
P IV 3P 7S	50000.	0.160E-02	0.656E-03	0.258E-03	0.263E-03	0.525E-03	0.532E-03
380.2 Å	100000.	0.142E-02	0.516E-03	0.328E-03	0.308E-03	0.680E-03	0.627E-03
C= 0.48E+17	150000.	0.132E-02	0.457E-03	0.360E-03	0.337E-03	0.740E-03	0.678E-03
	200000.	0.125E-02	0.422E-03	0.385E-03	0.353E-03	0.788E-03	0.714E-03
	300000.	0.115E-02	0.367E-03	0.449E-03	0.380E-03	0.907E-03	0.781E-03
	500000.	0.102E-02	0.297E-03	0.467E-03	0.426E-03	0.925E-03	0.856E-03
P IV 4P 5S	50000.	0.141E-01	0.196E-02	0.135E-02	0.145E-02	0.272E-02	0.293E-02
1863.6 Å	100000.	0.116E-01	0.181E-02	0.176E-02	0.174E-02	0.355E-02	0.353E-02
C= 0.20E+19	150000.	0.103E-01	0.170E-02	0.202E-02	0.193E-02	0.405E-02	0.392E-02
	200000.	0.954E-02	0.163E-02	0.222E-02	0.207E-02	0.447E-02	0.417E-02
	300000.	0.855E-02	0.155E-02	0.253E-02	0.224E-02	0.506E-02	0.456E-02
	500000.	0.748E-02	0.131E-02	0.282E-02	0.249E-02	0.559E-02	0.498E-02

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 4P 6S	50000.	0.692E-02	0.240E-02	0.788E-03	0.840E-03	0.158E-02	0.170E-02
1110.1 Å	100000.	0.588E-02	0.193E-02	0.100E-02	0.100E-02	0.206E-02	0.203E-02
C= 0.82E+18	150000.	0.535E-02	0.168E-02	0.115E-02	0.110E-02	0.236E-02	0.224E-02
	200000.	0.501E-02	0.153E-02	0.127E-02	0.117E-02	0.257E-02	0.239E-02
	300000.	0.457E-02	0.139E-02	0.138E-02	0.125E-02	0.282E-02	0.253E-02
	500000.	0.407E-02	0.119E-02	0.156E-02	0.143E-02	0.308E-02	0.287E-02
P IV 4P 7S	50000.	0.943E-02	0.367E-02	0.146E-02	0.149E-02	0.297E-02	0.300E-02
903.2 Å	100000.	0.840E-02	0.288E-02	0.185E-02	0.174E-02	0.384E-02	0.354E-02
C= 0.27E+18	150000.	0.783E-02	0.253E-02	0.203E-02	0.190E-02	0.419E-02	0.382E-02
	200000.	0.740E-02	0.235E-02	0.217E-02	0.199E-02	0.446E-02	0.402E-02
	300000.	0.682E-02	0.204E-02	0.254E-02	0.215E-02	0.512E-02	0.442E-02
	500000.	0.609E-02	0.165E-02	0.263E-02	0.240E-02	0.523E-02	0.483E-02
P IV 5P 6S	50000.	0.762E-01	0.211E-01	0.819E-02	0.780E-02	0.165E-01	0.158E-01
3255.8 Å	100000.	0.658E-01	0.171E-01	0.101E-01	0.933E-02	0.206E-01	0.188E-01
C= 0.60E+19	150000.	0.603E-01	0.148E-01	0.117E-01	0.103E-01	0.233E-01	0.209E-01
	200000.	0.568E-01	0.134E-01	0.125E-01	0.107E-01	0.255E-01	0.219E-01
	300000.	0.523E-01	0.124E-01	0.136E-01	0.119E-01	0.269E-01	0.242E-01
	500000.	0.470E-01	0.106E-01	0.160E-01	0.129E-01	0.317E-01	0.265E-01
P IV 5P 7S	50000.	0.496E-01	0.175E-01	0.705E-02	0.708E-02	0.143E-01	0.142E-01
1947.3 Å	100000.	0.444E-01	0.137E-01	0.888E-02	0.824E-02	0.182E-01	0.167E-01
C= 0.13E+19	150000.	0.415E-01	0.119E-01	0.988E-02	0.901E-02	0.199E-01	0.182E-01
	200000.	0.393E-01	0.111E-01	0.105E-01	0.952E-02	0.211E-01	0.191E-01
	300000.	0.363E-01	0.970E-02	0.120E-01	0.100E-01	0.244E-01	0.208E-01
	500000.	0.326E-01	0.783E-02	0.128E-01	0.114E-01	0.249E-01	0.230E-01
P IV 6P 7S	50000.	0.775	0.196	0.103	0.908E-01	0.208	0.183
7139.8 Å	100000.	0.715	0.152	0.128	0.107	0.259	0.219
C= 0.17E+20	150000.	0.678	0.135	0.138	0.115	0.282	0.234
	200000.	0.650	0.127	0.147	0.121	0.297	0.247
	300000.	0.608	0.112	0.166	0.132	0.333	0.273
	500000.	0.552	0.876E-01	0.171	0.147	0.337	0.294
P IV 3P 3D	50000.	0.607E-03	0.194E-04	0.265E-04	0.918E-05	0.519E-04	0.184E-04
877.5 Å	100000.	0.446E-03	0.173E-04	0.397E-04	0.146E-04	0.782E-04	0.294E-04
C= 0.30E+19	150000.	0.380E-03	0.200E-04	0.473E-04	0.177E-04	0.940E-04	0.356E-04
	200000.	0.344E-03	0.215E-04	0.503E-04	0.201E-04	0.100E-03	0.407E-04
	300000.	0.302E-03	0.207E-04	0.548E-04	0.226E-04	0.109E-03	0.459E-04
	500000.	0.263E-03	0.196E-04	0.604E-04	0.260E-04	0.120E-03	0.528E-04
P IV 3P 4D	50000.	0.496E-03	-0.214E-04	0.429E-04	-0.268E-04	0.847E-04	-0.539E-04
525.9 Å	100000.	0.390E-03	-0.183E-04	0.559E-04	-0.356E-04	0.111E-03	-0.721E-04
C= 0.14E+18	150000.	0.344E-03	-0.182E-04	0.624E-04	-0.396E-04	0.124E-03	-0.804E-04
	200000.	0.316E-03	-0.183E-04	0.673E-04	-0.426E-04	0.133E-03	-0.863E-04
	300000.	0.283E-03	-0.170E-04	0.753E-04	-0.474E-04	0.145E-03	-0.956E-04
	500000.	0.249E-03	-0.144E-04	0.839E-04	-0.526E-04	0.162E-03	-0.108E-03
P IV 3P 5D	50000.	0.691E-03	0.886E-04	0.939E-04	0.585E-04	0.188E-03	0.118E-03
429.5 Å	100000.	0.591E-03	0.822E-04	0.112E-03	0.700E-04	0.224E-03	0.142E-03
C= 0.14E+18	150000.	0.541E-03	0.787E-04	0.123E-03	0.781E-04	0.245E-03	0.157E-03
	200000.	0.509E-03	0.759E-04	0.129E-03	0.832E-04	0.261E-03	0.169E-03
	300000.	0.469E-03	0.726E-04	0.139E-03	0.915E-04	0.275E-03	0.184E-03
	500000.	0.423E-03	0.637E-04	0.153E-03	0.101E-03	0.304E-03	0.206E-03
P IV 3P 6D	50000.	0.152E-02	0.247E-03	0.256E-03	0.197E-03	0.513E-03	0.399E-03
386.8 Å	100000.	0.136E-02	0.224E-03	0.308E-03	0.235E-03	0.613E-03	0.474E-03
C= 0.36E+17	150000.	0.127E-02	0.214E-03	0.330E-03	0.255E-03	0.654E-03	0.512E-03
	200000.	0.120E-02	0.199E-03	0.353E-03	0.267E-03	0.701E-03	0.537E-03
	300000.	0.111E-02	0.175E-03	0.388E-03	0.287E-03	0.773E-03	0.583E-03
	500000.	0.101E-02	0.145E-03	0.427E-03	0.317E-03	0.824E-03	0.654E-03
P IV 3P 7D	50000.	0.262E-02	0.435E-03	0.511E-03	0.405E-03	*0.103E-02	*0.814E-03
367.7 Å	100000.	0.240E-02	0.401E-03	0.607E-03	0.468E-03	*0.122E-02	*0.950E-03
C= 0.18E+17	150000.	0.226E-02	0.359E-03	0.642E-03	0.503E-03	*0.129E-02	*0.102E-02
	200000.	0.215E-02	0.326E-03	0.680E-03	0.530E-03	*0.135E-02	*0.107E-02
	300000.	0.199E-02	0.278E-03	0.739E-03	0.578E-03	*0.145E-02	*0.116E-02
	500000.	0.179E-02	0.233E-03	0.754E-03	0.622E-03	0.147E-02	0.125E-02

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 4P 4D	50000.	0.164E-01	-0.764E-03	0.147E-02	-0.710E-03	0.292E-02	-0.143E-02
2645.1 Å	100000.	0.131E-01	-0.626E-03	0.181E-02	-0.937E-03	0.359E-02	-0.190E-02
C= 0.35E+19	150000.	0.116E-01	-0.667E-03	0.199E-02	-0.104E-02	0.395E-02	-0.211E-02
	200000.	0.108E-01	-0.681E-03	0.213E-02	-0.113E-02	0.420E-02	-0.228E-02
	300000.	0.976E-02	-0.616E-03	0.232E-02	-0.125E-02	0.456E-02	-0.253E-02
	500000.	0.868E-02	-0.545E-03	0.254E-02	-0.139E-02	0.482E-02	-0.282E-02
P IV 4P 5D	50000.	0.652E-02	0.674E-03	0.830E-03	0.485E-03	0.166E-02	0.981E-03
1242.0 Å	100000.	0.556E-02	0.642E-03	0.980E-03	0.580E-03	0.196E-02	0.118E-02
C= 0.12E+19	150000.	0.509E-02	0.606E-03	0.108E-02	0.647E-03	0.214E-02	0.130E-02
	200000.	0.479E-02	0.583E-03	0.112E-02	0.688E-03	0.227E-02	0.140E-02
	300000.	0.442E-02	0.564E-03	0.121E-02	0.754E-03	0.239E-02	0.153E-02
	500000.	0.401E-02	0.491E-03	0.133E-02	0.841E-03	0.262E-02	0.172E-02
P IV 4P 6D	50000.	0.942E-02	0.142E-02	0.153E-02	0.116E-02	0.307E-02	0.236E-02
941.4 Å	100000.	0.838E-02	0.130E-02	0.184E-02	0.139E-02	0.366E-02	0.280E-02
C= 0.21E+18	150000.	0.782E-02	0.123E-02	0.197E-02	0.151E-02	0.390E-02	0.302E-02
	200000.	0.742E-02	0.115E-02	0.211E-02	0.158E-02	0.419E-02	0.318E-02
	300000.	0.688E-02	0.101E-02	0.231E-02	0.170E-02	0.460E-02	0.345E-02
	500000.	0.621E-02	0.833E-03	0.254E-02	0.188E-02	0.489E-02	0.387E-02
P IV 4P 7D	50000.	0.138E-01	0.223E-02	0.265E-02	0.209E-02	*0.532E-02	*0.420E-02
835.7 Å	100000.	0.127E-01	0.206E-02	0.314E-02	0.242E-02	*0.632E-02	*0.491E-02
C= 0.96E+17	150000.	0.119E-01	0.184E-02	0.333E-02	0.260E-02	*0.669E-02	*0.527E-02
	200000.	0.113E-01	0.167E-02	0.352E-02	0.274E-02	*0.698E-02	*0.552E-02
	300000.	0.105E-01	0.142E-02	0.383E-02	0.299E-02	*0.750E-02	*0.600E-02
	500000.	0.947E-02	0.119E-02	0.390E-02	0.321E-02	0.763E-02	0.644E-02
P IV 5P 5D	50000.	0.128	0.120E-01	0.156E-01	0.869E-02	0.311E-01	0.176E-01
4728.8 Å	100000.	0.110	0.106E-01	0.183E-01	0.104E-01	0.366E-01	0.212E-01
C= 0.13E+20	150000.	0.101	0.101E-01	0.198E-01	0.115E-01	0.399E-01	0.235E-01
	200000.	0.957E-01	0.982E-02	0.209E-01	0.124E-01	0.418E-01	0.252E-01
	300000.	0.885E-01	0.940E-02	0.223E-01	0.135E-01	0.434E-01	0.271E-01
	500000.	0.803E-01	0.795E-02	0.239E-01	0.149E-01	0.466E-01	0.301E-01
P IV 5P 6D	50000.	0.547E-01	0.776E-02	0.826E-02	0.616E-02	0.167E-01	0.125E-01
2133.8 Å	100000.	0.487E-01	0.696E-02	0.993E-02	0.734E-02	0.199E-01	0.149E-01
C= 0.11E+19	150000.	0.454E-01	0.662E-02	0.109E-01	0.805E-02	0.212E-01	0.162E-01
	200000.	0.431E-01	0.616E-02	0.112E-01	0.834E-02	0.225E-01	0.170E-01
	300000.	0.400E-01	0.544E-02	0.122E-01	0.892E-02	0.245E-01	0.182E-01
	500000.	0.361E-01	0.445E-02	0.134E-01	0.988E-02	0.265E-01	0.202E-01
P IV 5P 7D	50000.	0.581E-01	0.916E-02	0.107E-01	0.835E-02	*0.213E-01	*0.167E-01
1658.6 Å	100000.	0.531E-01	0.832E-02	0.125E-01	0.956E-02	*0.253E-01	*0.195E-01
C= 0.38E+18	150000.	0.499E-01	0.743E-02	0.133E-01	0.104E-01	*0.268E-01	*0.210E-01
	200000.	0.476E-01	0.674E-02	0.140E-01	0.109E-01	*0.276E-01	*0.220E-01
	300000.	0.441E-01	0.574E-02	0.154E-01	0.119E-01	*0.299E-01	*0.239E-01
	500000.	0.397E-01	0.477E-02	0.156E-01	0.129E-01	0.306E-01	0.257E-01
P IV 6P 6D	50000.	1.56	0.140	0.230	0.140	0.459	0.282
10507.4 Å	100000.	1.42	0.129	0.266	0.167	0.528	0.335
C= 0.26E+20	150000.	1.34	0.123	0.278	0.179	0.557	0.361
	200000.	1.28	0.113	0.294	0.189	0.595	0.390
	300000.	1.20	0.973E-01	0.318	0.206	0.639	0.424
	500000.	1.09	0.771E-01	0.342	0.228	0.657	0.461
P IV 6P 7D	50000.	0.439	0.553E-01	0.763E-01	0.562E-01	*0.154	*0.113
4358.2 Å	100000.	0.405	0.506E-01	0.891E-01	0.652E-01	*0.179	*0.132
C= 0.26E+19	150000.	0.383	0.446E-01	0.942E-01	0.697E-01	*0.189	*0.142
	200000.	0.366	0.402E-01	0.992E-01	0.741E-01	*0.198	*0.149
	300000.	0.341	0.336E-01	0.107	0.803E-01	*0.210	*0.161
	500000.	0.309	0.277E-01	0.109	0.858E-01	0.215	0.172
P IV 3D 4P	50000.	0.101E-01	0.146E-04	0.764E-03	-0.244E-04	0.150E-02	-0.489E-04
2606.3 Å	100000.	0.774E-02	-0.137E-04	0.100E-02	-0.434E-04	0.199E-02	-0.872E-04
C= 0.16E+20	150000.	0.680E-02	0.121E-04	0.108E-02	-0.570E-04	0.214E-02	-0.115E-03
	200000.	0.626E-02	0.123E-04	0.113E-02	-0.651E-04	0.225E-02	-0.132E-03
	300000.	0.565E-02	-0.102E-04	0.121E-02	-0.793E-04	0.240E-02	-0.160E-03
	500000.	0.503E-02	-0.131E-05	0.128E-02	-0.935E-04	0.256E-02	-0.190E-03

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 3D 5P	50000.	0.344E-02	-0.104E-03	0.388E-03	-0.153E-03	0.771E-03	-0.309E-03
1023.2 Å	100000.	0.283E-02	-0.649E-04	0.448E-03	-0.193E-03	0.891E-03	-0.389E-03
C= 0.60E+18	150000.	0.256E-02	-0.613E-04	0.485E-03	-0.215E-03	0.963E-03	-0.437E-03
	200000.	0.239E-02	-0.641E-04	0.512E-03	-0.231E-03	0.101E-02	-0.468E-03
	300000.	0.219E-02	-0.592E-04	0.545E-03	-0.255E-03	0.107E-02	-0.520E-03
	500000.	0.197E-02	-0.392E-04	0.586E-03	-0.283E-03	0.112E-02	-0.571E-03
P IV 3D 6P	50000.	0.336E-02	0.155E-03	0.575E-03	0.826E-04	0.114E-02	0.167E-03
740.3 Å	100000.	0.296E-02	0.156E-03	0.641E-03	0.104E-03	0.128E-02	0.210E-03
C= 0.36E+18	150000.	0.277E-02	0.151E-03	0.669E-03	0.116E-03	0.134E-02	0.234E-03
	200000.	0.265E-02	0.145E-03	0.683E-03	0.124E-03	0.136E-02	0.252E-03
	300000.	0.249E-02	0.140E-03	0.697E-03	0.138E-03	0.139E-02	0.278E-03
	500000.	0.229E-02	0.131E-03	0.715E-03	0.154E-03	0.142E-02	0.309E-03
P IV 4D 5P	50000.	0.869E-01	0.289E-03	0.882E-02	-0.138E-02	0.175E-01	-0.279E-02
4638.3 Å	100000.	0.720E-01	0.712E-03	0.100E-01	-0.190E-02	0.199E-01	-0.383E-02
C= 0.11E+20	150000.	0.652E-01	0.817E-03	0.108E-01	-0.211E-02	0.213E-01	-0.427E-02
	200000.	0.610E-01	0.793E-03	0.113E-01	-0.228E-02	0.222E-01	-0.462E-02
	300000.	0.558E-01	0.744E-03	0.119E-01	-0.253E-02	0.230E-01	-0.515E-02
	500000.	0.501E-01	0.891E-03	0.126E-01	-0.288E-02	0.237E-01	-0.579E-02
P IV 4D 6P	50000.	0.197E-01	0.138E-02	0.314E-02	0.633E-03	0.624E-02	0.128E-02
1697.6 Å	100000.	0.173E-01	0.121E-02	0.351E-02	0.769E-03	0.698E-02	0.156E-02
C= 0.14E+19	150000.	0.162E-01	0.116E-02	0.368E-02	0.853E-03	0.730E-02	0.173E-02
	200000.	0.154E-01	0.111E-02	0.375E-02	0.923E-03	0.746E-02	0.186E-02
	300000.	0.144E-01	0.102E-02	0.384E-02	0.101E-02	0.760E-02	0.205E-02
	500000.	0.133E-01	0.934E-03	0.394E-02	0.112E-02	0.778E-02	0.226E-02
P IV 5D 6P	50000.	0.310	-0.614E-02	0.469E-01	-0.838E-02	0.933E-01	-0.169E-01
6173.0 Å	100000.	0.280	-0.513E-02	0.523E-01	-0.102E-01	0.104	-0.207E-01
C= 0.25E+20	150000.	0.264	-0.465E-02	0.543E-01	-0.113E-01	0.108	-0.230E-01
	200000.	0.253	-0.446E-02	0.552E-01	-0.122E-01	0.111	-0.247E-01
	300000.	0.237	-0.423E-02	0.567E-01	-0.133E-01	0.113	-0.272E-01
	500000.	0.219	-0.301E-02	0.584E-01	-0.148E-01	0.114	-0.299E-01
P IV 3D 4F	50000.	0.287E-02	0.948E-04	0.188E-03	0.155E-03	0.372E-03	0.313E-03
1405.0 Å	100000.	0.220E-02	0.909E-04	0.278E-03	0.211E-03	0.554E-03	0.427E-03
C= 0.99E+18	150000.	0.192E-02	0.870E-04	0.317E-03	0.235E-03	0.627E-03	0.475E-03
	200000.	0.176E-02	0.803E-04	0.344E-03	0.253E-03	0.676E-03	0.512E-03
	300000.	0.157E-02	0.707E-04	0.388E-03	0.279E-03	0.755E-03	0.567E-03
	500000.	0.138E-02	0.603E-04	0.454E-03	0.315E-03	0.861E-03	0.645E-03
P IV 3D 5F	50000.	0.335E-02	-0.309E-03	0.452E-03	-0.383E-03	0.901E-03	-0.773E-03
790.5 Å	100000.	0.275E-02	-0.269E-03	0.561E-03	-0.457E-03	0.111E-02	-0.925E-03
C= 0.10E+18	150000.	0.247E-02	-0.254E-03	0.630E-03	-0.504E-03	0.124E-02	-0.102E-02
	200000.	0.230E-02	-0.240E-03	0.684E-03	-0.536E-03	0.133E-02	-0.108E-02
	300000.	0.209E-02	-0.217E-03	0.777E-03	-0.578E-03	0.148E-02	-0.119E-02
	500000.	0.185E-02	-0.177E-03	0.846E-03	-0.631E-03	0.157E-02	-0.129E-02
P IV 4D 4F	50000.	0.943	0.608E-01	0.840E-01	0.632E-01	0.166	0.128
19996.3 Å	100000.	0.748	0.541E-01	0.109	0.791E-01	0.217	0.160
C= 0.20E+21	150000.	0.663	0.544E-01	0.123	0.882E-01	0.242	0.179
	200000.	0.612	0.540E-01	0.134	0.954E-01	0.260	0.192
	300000.	0.551	0.498E-01	0.151	0.106	0.288	0.213
	500000.	0.487	0.433E-01	0.172	0.117	0.321	0.239
P IV 4D 5F	50000.	0.241E-01	-0.155E-02	0.284E-02	-0.225E-02	0.567E-02	-0.455E-02
1987.0 Å	100000.	0.199E-01	-0.135E-02	0.352E-02	-0.271E-02	0.694E-02	-0.550E-02
C= 0.65E+18	150000.	0.179E-01	-0.124E-02	0.398E-02	-0.298E-02	0.780E-02	-0.612E-02
	200000.	0.167E-01	-0.114E-02	0.424E-02	-0.318E-02	0.813E-02	-0.639E-02
	300000.	0.151E-01	-0.102E-02	0.471E-02	-0.345E-02	0.890E-02	-0.699E-02
	500000.	0.134E-01	-0.809E-03	0.536E-02	-0.372E-02	0.977E-02	-0.754E-02
P IV 5D 5F	50000.	1.33	-0.167	0.171	-0.133	0.341	-0.268
13123.2 Å	100000.	1.13	-0.149	0.210	-0.159	0.415	-0.322
C= 0.28E+20	150000.	1.03	-0.140	0.230	-0.174	0.457	-0.351
	200000.	0.970	-0.132	0.243	-0.183	0.476	-0.369
	300000.	0.889	-0.123	0.278	-0.202	0.531	-0.412
	500000.	0.797	-0.104	0.305	-0.215	0.589	-0.441

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 4F 5D	50000.	0.187E-01	0.170E-02	0.223E-02	0.120E-02	0.445E-02	0.244E-02
2096.1 Å	100000.	0.159E-01	0.161E-02	0.262E-02	0.145E-02	0.522E-02	0.293E-02
C= 0.22E+19	150000.	0.145E-01	0.154E-02	0.285E-02	0.161E-02	0.571E-02	0.325E-02
	200000.	0.137E-01	0.149E-02	0.302E-02	0.173E-02	0.607E-02	0.353E-02
	300000.	0.126E-01	0.144E-02	0.320E-02	0.188E-02	0.630E-02	0.380E-02
	500000.	0.114E-01	0.126E-02	0.340E-02	0.206E-02	0.669E-02	0.418E-02
P IV 4F 6D	50000.	0.198E-01	0.285E-02	0.316E-02	0.240E-02	0.633E-02	0.486E-02
1361.9 Å	100000.	0.176E-01	0.262E-02	0.379E-02	0.287E-02	0.751E-02	0.576E-02
C= 0.44E+18	150000.	0.164E-01	0.250E-02	0.402E-02	0.309E-02	0.810E-02	0.623E-02
	200000.	0.156E-01	0.232E-02	0.431E-02	0.324E-02	0.875E-02	0.659E-02
	300000.	0.144E-01	0.205E-02	0.476E-02	0.349E-02	0.956E-02	0.720E-02
	500000.	0.130E-01	0.169E-02	0.528E-02	0.392E-02	0.993E-02	0.785E-02
P IV 4F 7D	50000.	0.264E-01	0.414E-02	0.500E-02	0.395E-02	*0.101E-01	*0.795E-02
1151.4 Å	100000.	0.241E-01	0.383E-02	0.596E-02	0.458E-02	*0.119E-01	*0.926E-02
C= 0.18E+18	150000.	0.226E-01	0.343E-02	0.629E-02	0.490E-02	*0.126E-01	*0.994E-02
	200000.	0.215E-01	0.310E-02	0.670E-02	0.520E-02	*0.133E-01	*0.104E-01
	300000.	0.200E-01	0.264E-02	0.722E-02	0.563E-02	*0.142E-01	*0.113E-01
	500000.	0.180E-01	0.221E-02	0.742E-02	0.605E-02	0.145E-01	0.121E-01
P IV 5F 6D	50000.	0.427	0.722E-01	0.626E-01	0.492E-01	0.125	0.992E-01
5525.9 Å	100000.	0.375	0.592E-01	0.744E-01	0.583E-01	0.149	0.117
C= 0.50E+19	150000.	0.348	0.557E-01	0.815E-01	0.629E-01	0.163	0.128
	200000.	0.329	0.516E-01	0.890E-01	0.664E-01	0.175	0.137
	300000.	0.304	0.456E-01	0.937E-01	0.728E-01	0.180	0.146
	500000.	0.273	0.374E-01	0.106	0.766E-01	0.204	0.157
P IV 5F 7D	50000.	0.231	0.412E-01	0.412E-01	0.322E-01	*0.830E-01	*0.654E-01
3172.1 Å	100000.	0.210	0.345E-01	0.477E-01	0.372E-01	*0.952E-01	*0.752E-01
C= 0.14E+19	150000.	0.197	0.309E-01	0.524E-01	0.407E-01	*0.103	*0.822E-01
	200000.	0.187	0.280E-01	0.539E-01	0.429E-01	*0.105	*0.862E-01
	300000.	0.173	0.240E-01	0.609E-01	0.459E-01	*0.116	*0.944E-01
	500000.	0.155	0.199E-01	0.654E-01	0.528E-01	0.116	0.105
P IV 4S 4P	50000.	0.191E-01	-0.516E-03	0.110E-02	-0.383E-03	0.217E-02	-0.770E-03
3356.9 Å	100000.	0.147E-01	-0.621E-03	0.149E-02	-0.543E-03	0.296E-02	-0.110E-02
C= 0.34E+20	150000.	0.129E-01	-0.659E-03	0.162E-02	-0.640E-03	0.322E-02	-0.130E-02
	200000.	0.119E-01	-0.582E-03	0.171E-02	-0.684E-03	0.341E-02	-0.139E-02
	300000.	0.107E-01	-0.586E-03	0.184E-02	-0.767E-03	0.368E-02	-0.155E-02
	500000.	0.951E-02	-0.553E-03	0.201E-02	-0.872E-03	0.400E-02	-0.177E-02
P IV 4S 5P	50000.	0.369E-02	0.676E-04	0.434E-03	0.810E-04	0.864E-03	0.163E-03
1046.1 Å	100000.	0.312E-02	0.100E-03	0.493E-03	0.111E-03	0.980E-03	0.224E-03
C= 0.15E+19	150000.	0.286E-02	0.763E-04	0.527E-03	0.123E-03	0.105E-02	0.248E-03
	200000.	0.270E-02	0.799E-04	0.549E-03	0.133E-03	0.110E-02	0.269E-03
	300000.	0.250E-02	0.776E-04	0.570E-03	0.147E-03	0.114E-02	0.299E-03
	500000.	0.227E-02	0.745E-04	0.593E-03	0.166E-03	0.118E-02	0.336E-03
P IV 4S 6P	50000.	0.388E-02	0.160E-03	0.634E-03	0.113E-03	0.126E-02	0.227E-03
788.7 Å	100000.	0.342E-02	0.157E-03	0.708E-03	0.140E-03	0.141E-02	0.283E-03
C= 0.45E+18	150000.	0.321E-02	0.151E-03	0.743E-03	0.155E-03	0.148E-02	0.315E-03
	200000.	0.306E-02	0.148E-03	0.755E-03	0.167E-03	0.151E-02	0.337E-03
	300000.	0.288E-02	0.144E-03	0.776E-03	0.185E-03	0.154E-02	0.372E-03
	500000.	0.265E-02	0.132E-03	0.800E-03	0.203E-03	0.158E-02	0.409E-03
P IV 4S 7P	50000.	0.561E-02	0.257E-03	0.105E-02	0.135E-03	*0.209E-02	*0.273E-03
691.7 Å	100000.	0.523E-02	0.220E-03	0.114E-02	0.162E-03	0.228E-02	0.328E-03
C= 0.19E+18	150000.	0.502E-02	0.205E-03	0.118E-02	0.180E-03	0.234E-02	0.366E-03
	200000.	0.486E-02	0.200E-03	0.119E-02	0.192E-03	0.238E-02	0.393E-03
	300000.	0.462E-02	0.201E-03	0.121E-02	0.212E-03	0.242E-02	0.425E-03
	500000.	0.429E-02	0.172E-03	0.124E-02	0.231E-03	0.245E-02	0.467E-03
P IV 4S 8P	50000.	0.868E-02	-0.329E-03	0.173E-02	-0.633E-03	*0.345E-02	-0.128E-02
645.9 Å	100000.	0.825E-02	-0.321E-03	0.186E-02	-0.747E-03	*0.368E-02	-0.152E-02
C= 0.73E+17	150000.	0.796E-02	-0.285E-03	0.192E-02	-0.807E-03	*0.382E-02	-0.164E-02
	200000.	0.773E-02	-0.224E-03	0.200E-02	-0.875E-03	*0.393E-02	-0.177E-02
	300000.	0.734E-02	-0.174E-03	0.206E-02	-0.919E-03	0.396E-02	-0.186E-02
	500000.	0.679E-02	-0.141E-03	0.208E-02	-0.101E-02	0.412E-02	-0.204E-02

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 5S 5P	50000.	0.238	-0.113E-01	0.227E-01	-0.816E-02	0.453E-01	-0.165E-01
7474.4 Å	100000.	0.208	-0.122E-01	0.261E-01	-0.103E-01	0.519E-01	-0.207E-01
C= 0.75E+20	150000.	0.193	-0.116E-01	0.281E-01	-0.115E-01	0.560E-01	-0.233E-01
	200000.	0.183	-0.112E-01	0.295E-01	-0.123E-01	0.586E-01	-0.249E-01
	300000.	0.170	-0.106E-01	0.309E-01	-0.136E-01	0.615E-01	-0.277E-01
	500000.	0.155	-0.100E-01	0.328E-01	-0.151E-01	0.642E-01	-0.304E-01
P IV 5S 6P	50000.	0.356E-01	-0.392E-04	0.511E-02	-0.121E-03	0.102E-01	-0.243E-03
2243.2 Å	100000.	0.319E-01	-0.281E-03	0.569E-02	-0.177E-03	0.113E-01	-0.356E-03
C= 0.36E+19	150000.	0.301E-01	-0.172E-03	0.595E-02	-0.214E-03	0.119E-01	-0.432E-03
	200000.	0.288E-01	-0.168E-03	0.606E-02	-0.233E-03	0.121E-01	-0.474E-03
	300000.	0.271E-01	-0.144E-03	0.620E-02	-0.260E-03	0.123E-01	-0.527E-03
	500000.	0.250E-01	-0.179E-03	0.635E-02	-0.297E-03	0.125E-01	-0.600E-03
P IV 5S 7P	50000.	0.323E-01	0.669E-03	0.565E-02	0.358E-03	*0.112E-01	*0.722E-03
1603.4 Å	100000.	0.303E-01	0.365E-03	0.613E-02	0.450E-03	0.122E-01	0.912E-03
C= 0.10E+19	150000.	0.291E-01	0.378E-03	0.629E-02	0.505E-03	0.125E-01	0.102E-02
	200000.	0.282E-01	0.371E-03	0.638E-02	0.543E-03	0.127E-01	0.110E-02
	300000.	0.268E-01	0.411E-03	0.646E-02	0.600E-03	0.129E-01	0.121E-02
	500000.	0.248E-01	0.285E-03	0.663E-02	0.660E-03	0.130E-01	0.135E-02
P IV 5S 8P	50000.	0.410E-01	-0.197E-02	0.790E-02	-0.300E-02	*0.158E-01	-0.603E-02
1377.3 Å	100000.	0.391E-01	-0.204E-02	0.859E-02	-0.353E-02	*0.169E-01	-0.711E-02
C= 0.33E+18	150000.	0.378E-01	-0.182E-02	0.883E-02	-0.382E-02	*0.174E-01	-0.774E-02
	200000.	0.366E-01	-0.153E-02	0.901E-02	-0.410E-02	*0.181E-01	-0.838E-02
	300000.	0.348E-01	-0.128E-02	0.944E-02	-0.439E-02	0.185E-01	-0.883E-02
	500000.	0.322E-01	-0.111E-02	0.946E-02	-0.470E-02	0.185E-01	-0.965E-02
P IV 6S 6P	50000.	1.74	-0.152	0.209	-0.970E-01	0.416	-0.196
13853.1 Å	100000.	1.60	-0.136	0.238	-0.117	0.476	-0.237
C= 0.14E+21	150000.	1.51	-0.127	0.253	-0.130	0.508	-0.262
	200000.	1.46	-0.122	0.263	-0.139	0.529	-0.282
	300000.	1.37	-0.117	0.272	-0.149	0.552	-0.305
	500000.	1.26	-0.986E-01	0.293	-0.165	0.591	-0.338
P IV 6S 7P	50000.	0.231	-0.801E-02	0.353E-01	-0.697E-02	*0.704E-01	-0.141E-01
3999.2 Å	100000.	0.219	-0.790E-02	0.385E-01	-0.840E-02	0.766E-01	-0.171E-01
C= 0.63E+19	150000.	0.211	-0.758E-02	0.397E-01	-0.934E-02	0.788E-01	-0.188E-01
	200000.	0.205	-0.729E-02	0.400E-01	-0.997E-02	0.800E-01	-0.202E-01
	300000.	0.194	-0.672E-02	0.410E-01	-0.107E-01	0.814E-01	-0.218E-01
	500000.	0.180	-0.586E-02	0.421E-01	-0.119E-01	0.838E-01	-0.243E-01
P IV 6S 8P	50000.	0.188	-0.150E-01	0.342E-01	-0.144E-01	*0.679E-01	-0.290E-01
2837.4 Å	100000.	0.181	-0.140E-01	0.367E-01	-0.169E-01	*0.732E-01	-0.346E-01
C= 0.14E+19	150000.	0.175	-0.129E-01	0.381E-01	-0.183E-01	*0.762E-01	-0.370E-01
	200000.	0.170	-0.114E-01	0.394E-01	-0.192E-01	*0.777E-01	-0.390E-01
	300000.	0.162	-0.101E-01	0.413E-01	-0.209E-01	0.816E-01	-0.433E-01
	500000.	0.150	-0.857E-02	0.435E-01	-0.232E-01	0.833E-01	-0.466E-01
P IV 7S 7P	50000.	12.2	-1.86	1.63	-0.935	*3.28	-1.89
25369.5 Å	100000.	11.6	-1.47	1.86	-1.11	3.72	-2.24
C= 0.25E+21	150000.	11.2	-1.31	1.95	-1.20	3.97	-2.44
	200000.	10.9	-1.24	2.04	-1.29	3.97	-2.55
	300000.	10.3	-1.13	2.11	-1.36	4.20	-2.73
	500000.	9.50	-0.888	2.36	-1.51	4.60	-3.07
P IV 7S 8P	50000.	1.39	-0.226	0.228	-0.124	*0.453	-0.249
7052.5 Å	100000.	1.34	-0.182	0.248	-0.143	*0.496	-0.290
C= 0.87E+19	150000.	1.29	-0.163	0.267	-0.159	*0.530	-0.322
	200000.	1.26	-0.151	0.280	-0.167	*0.556	-0.342
	300000.	1.19	-0.129	0.285	-0.177	*0.578	-0.364
	500000.	1.10	-0.104	0.310	-0.188	0.608	-0.388
P IV 3P 4S	50000.	0.354E-03	0.342E-04	0.110E-04	0.188E-04	0.217E-04	0.380E-04
630.8 Å	100000.	0.262E-03	0.358E-04	0.200E-04	0.262E-04	0.399E-04	0.528E-04
C= 0.12E+19	150000.	0.224E-03	0.387E-04	0.274E-04	0.299E-04	0.552E-04	0.605E-04
	200000.	0.204E-03	0.367E-04	0.308E-04	0.323E-04	0.622E-04	0.655E-04
	300000.	0.180E-03	0.348E-04	0.362E-04	0.358E-04	0.728E-04	0.728E-04
	500000.	0.155E-03	0.328E-04	0.429E-04	0.405E-04	0.870E-04	0.829E-04

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 3P 5S	50000.	0.370E-03	0.860E-04	0.278E-04	0.375E-04	0.556E-04	0.757E-04
415.4 Å	100000.	0.298E-03	0.762E-04	0.427E-04	0.456E-04	0.864E-04	0.926E-04
C= 0.23E+18	150000.	0.267E-03	0.701E-04	0.497E-04	0.507E-04	0.100E-03	0.103E-03
	200000.	0.246E-03	0.669E-04	0.544E-04	0.547E-04	0.110E-03	0.110E-03
	300000.	0.220E-03	0.622E-04	0.628E-04	0.596E-04	0.127E-03	0.122E-03
	500000.	0.193E-03	0.578E-04	0.714E-04	0.665E-04	0.145E-03	0.133E-03
P IV 3P 6S	50000.	0.601E-03	0.219E-03	0.707E-04	0.786E-04	0.143E-03	0.159E-03
359.6 Å	100000.	0.519E-03	0.178E-03	0.932E-04	0.940E-04	0.188E-03	0.190E-03
C= 0.93E+17	150000.	0.472E-03	0.153E-03	0.106E-03	0.104E-03	0.216E-03	0.209E-03
	200000.	0.441E-03	0.140E-03	0.117E-03	0.110E-03	0.239E-03	0.224E-03
	300000.	0.402E-03	0.129E-03	0.133E-03	0.119E-03	0.265E-03	0.245E-03
	500000.	0.359E-03	0.111E-03	0.144E-03	0.129E-03	0.288E-03	0.263E-03
P IV 3P 7S	50000.	0.110E-02	0.469E-03	0.169E-03	0.174E-03	0.345E-03	0.352E-03
334.3 Å	100000.	0.977E-03	0.367E-03	0.214E-03	0.206E-03	0.439E-03	0.416E-03
C= 0.44E+17	150000.	0.908E-03	0.323E-03	0.240E-03	0.223E-03	0.485E-03	0.449E-03
	200000.	0.858E-03	0.299E-03	0.264E-03	0.239E-03	0.522E-03	0.487E-03
	300000.	0.789E-03	0.261E-03	0.274E-03	0.255E-03	0.558E-03	0.512E-03
	500000.	0.707E-03	0.213E-03	0.325E-03	0.275E-03	0.651E-03	0.565E-03
P IV 4P 5S	50000.	0.101E-01	0.130E-02	0.702E-03	0.762E-03	0.140E-02	0.154E-02
1907.5 Å	100000.	0.827E-02	0.140E-02	0.988E-03	0.933E-03	0.198E-02	0.189E-02
C= 0.49E+19	150000.	0.748E-02	0.128E-02	0.113E-02	0.103E-02	0.225E-02	0.209E-02
	200000.	0.697E-02	0.122E-02	0.122E-02	0.111E-02	0.249E-02	0.225E-02
	300000.	0.633E-02	0.116E-02	0.140E-02	0.123E-02	0.279E-02	0.248E-02
P IV 4P 6S	50000.	0.648E-02	0.184E-02	0.690E-03	0.747E-03	0.139E-02	0.151E-02
1113.8 Å	100000.	0.558E-02	0.158E-02	0.901E-03	0.895E-03	0.183E-02	0.181E-02
C= 0.90E+18	150000.	0.512E-02	0.137E-02	0.102E-02	0.986E-03	0.210E-02	0.199E-02
	200000.	0.481E-02	0.126E-02	0.112E-02	0.105E-02	0.229E-02	0.214E-02
	300000.	0.442E-02	0.114E-02	0.129E-02	0.114E-02	0.253E-02	0.232E-02
	500000.	0.397E-02	0.101E-02	0.139E-02	0.123E-02	0.280E-02	0.249E-02
P IV 4P 7S	50000.	0.847E-02	0.336E-02	0.123E-02	0.126E-02	0.252E-02	0.256E-02
902.1 Å	100000.	0.750E-02	0.262E-02	0.156E-02	0.149E-02	0.320E-02	0.302E-02
C= 0.32E+18	150000.	0.699E-02	0.229E-02	0.175E-02	0.162E-02	0.354E-02	0.326E-02
	200000.	0.662E-02	0.212E-02	0.192E-02	0.174E-02	0.380E-02	0.354E-02
	300000.	0.611E-02	0.187E-02	0.199E-02	0.185E-02	0.406E-02	0.372E-02
	500000.	0.550E-02	0.152E-02	0.237E-02	0.200E-02	0.472E-02	0.411E-02
P IV 5P 6S	50000.	0.112	0.204E-01	0.112E-01	0.980E-02	0.225E-01	0.199E-01
4169.9 Å	100000.	0.101	0.160E-01	0.140E-01	0.118E-01	0.279E-01	0.239E-01
C= 0.13E+20	150000.	0.944E-01	0.150E-01	0.158E-01	0.131E-01	0.314E-01	0.266E-01
	200000.	0.900E-01	0.142E-01	0.166E-01	0.139E-01	0.337E-01	0.279E-01
	300000.	0.839E-01	0.135E-01	0.182E-01	0.150E-01	0.369E-01	0.305E-01
	500000.	0.765E-01	0.115E-01	0.203E-01	0.163E-01	0.408E-01	0.329E-01
P IV 5P 7S	50000.	0.568E-01	0.185E-01	0.766E-02	0.753E-02	0.154E-01	0.152E-01
2220.0 Å	100000.	0.516E-01	0.147E-01	0.957E-02	0.889E-02	0.195E-01	0.181E-01
C= 0.19E+19	150000.	0.485E-01	0.126E-01	0.106E-01	0.964E-02	0.218E-01	0.195E-01
	200000.	0.463E-01	0.119E-01	0.116E-01	0.104E-01	0.232E-01	0.211E-01
	300000.	0.431E-01	0.106E-01	0.122E-01	0.110E-01	0.248E-01	0.221E-01
	500000.	0.391E-01	0.853E-02	0.145E-01	0.120E-01	0.285E-01	0.244E-01
P IV 6P 7S	50000.	0.724	0.177	0.923E-01	0.780E-01	0.186	0.158
7222.9 Å	100000.	0.669	0.136	0.113	0.925E-01	0.226	0.188
C= 0.21E+20	150000.	0.638	0.119	0.122	0.991E-01	0.249	0.203
	200000.	0.613	0.113	0.129	0.107	0.256	0.218
	300000.	0.576	0.102	0.137	0.113	0.275	0.229
	500000.	0.526	0.799E-01	0.157	0.125	0.318	0.255
P IV 3P 3D	50000.	0.337E-03	-0.517E-06	0.137E-04	0.864E-07	0.267E-04	0.173E-06
826.3 Å	100000.	0.245E-03	-0.978E-06	0.217E-04	0.173E-06	0.429E-04	0.345E-06
C= 0.46E+19	150000.	0.206E-03	-0.575E-06	0.266E-04	0.257E-06	0.526E-04	0.515E-06
	200000.	0.184E-03	-0.564E-06	0.294E-04	0.338E-06	0.584E-04	0.677E-06
	300000.	0.159E-03	-0.963E-06	0.317E-04	0.481E-06	0.629E-04	0.965E-06
	500000.	0.136E-03	-0.114E-05	0.346E-04	0.697E-06	0.690E-04	0.140E-05

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 3P 4D	50000.	0.332E-03	0.205E-04	0.287E-04	0.184E-04	0.567E-04	0.370E-04
444.7 Å	100000.	0.267E-03	0.215E-04	0.378E-04	0.246E-04	0.756E-04	0.498E-04
C= 0.21E+18	150000.	0.237E-03	0.210E-04	0.421E-04	0.274E-04	0.841E-04	0.554E-04
	200000.	0.219E-03	0.205E-04	0.451E-04	0.293E-04	0.907E-04	0.596E-04
	300000.	0.197E-03	0.196E-04	0.497E-04	0.325E-04	0.996E-04	0.662E-04
	500000.	0.175E-03	0.180E-04	0.561E-04	0.367E-04	0.111E-03	0.749E-04
P IV 3P 5D	50000.	0.551E-03	0.577E-04	0.697E-04	0.449E-04	0.139E-03	0.908E-04
371.8 Å	100000.	0.477E-03	0.509E-04	0.832E-04	0.537E-04	0.166E-03	0.109E-03
C= 0.86E+17	150000.	0.438E-03	0.499E-04	0.912E-04	0.595E-04	0.184E-03	0.121E-03
	200000.	0.413E-03	0.480E-04	0.969E-04	0.639E-04	0.193E-03	0.129E-03
	300000.	0.380E-03	0.458E-04	0.105E-03	0.700E-04	0.209E-03	0.142E-03
	500000.	0.342E-03	0.388E-04	0.116E-03	0.768E-04	0.231E-03	0.158E-03
P IV 3P 6D	50000.	0.114E-02	0.172E-03	0.189E-03	0.146E-03	0.379E-03	0.294E-03
339.4 Å	100000.	0.101E-02	0.158E-03	0.226E-03	0.173E-03	0.452E-03	0.348E-03
C= 0.28E+17	150000.	0.941E-03	0.151E-03	0.243E-03	0.186E-03	0.490E-03	0.376E-03
	200000.	0.892E-03	0.141E-03	0.263E-03	0.196E-03	0.533E-03	0.405E-03
	300000.	0.824E-03	0.124E-03	0.293E-03	0.215E-03	0.573E-03	0.439E-03
	500000.	0.742E-03	0.102E-03	0.308E-03	0.236E-03	0.602E-03	0.479E-03
P IV 3P 7D	50000.	0.200E-02	0.395E-03	0.390E-03	0.308E-03	*0.791E-03	*0.622E-03
324.0 Å	100000.	0.185E-02	0.349E-03	0.465E-03	0.358E-03	*0.929E-03	*0.725E-03
C= 0.15E+17	150000.	0.175E-02	0.315E-03	0.497E-03	0.385E-03	*0.995E-03	*0.782E-03
	200000.	0.168E-02	0.281E-03	0.515E-03	0.404E-03	*0.104E-02	*0.816E-03
	300000.	0.156E-02	0.240E-03	0.563E-03	0.439E-03	*0.112E-02	*0.890E-03
	500000.	0.141E-02	0.201E-03	0.587E-03	0.470E-03	0.115E-02	0.945E-03
P IV 4P 4D	50000.	0.172E-01	0.524E-03	0.149E-02	0.616E-03	0.295E-02	0.124E-02
2735.1 Å	100000.	0.138E-01	0.579E-03	0.181E-02	0.837E-03	0.361E-02	0.170E-02
C= 0.78E+19	150000.	0.123E-01	0.522E-03	0.198E-02	0.930E-03	0.395E-02	0.189E-02
	200000.	0.114E-01	0.486E-03	0.210E-02	0.100E-02	0.417E-02	0.203E-02
	300000.	0.104E-01	0.487E-03	0.226E-02	0.112E-02	0.452E-02	0.225E-02
	500000.	0.927E-02	0.434E-03	0.243E-02	0.125E-02	0.477E-02	0.253E-02
P IV 4P 5D	50000.	0.696E-02	0.579E-03	0.818E-03	0.489E-03	0.163E-02	0.991E-03
1239.6 Å	100000.	0.598E-02	0.512E-03	0.967E-03	0.586E-03	0.194E-02	0.119E-02
C= 0.96E+18	150000.	0.548E-02	0.494E-03	0.106E-02	0.653E-03	0.212E-02	0.132E-02
	200000.	0.516E-02	0.472E-03	0.112E-02	0.697E-03	0.224E-02	0.142E-02
	300000.	0.475E-02	0.455E-03	0.120E-02	0.766E-03	0.237E-02	0.154E-02
	500000.	0.429E-02	0.380E-03	0.132E-02	0.841E-03	0.261E-02	0.172E-02
P IV 4P 6D	50000.	0.919E-02	0.127E-02	0.147E-02	0.112E-02	0.293E-02	0.225E-02
940.2 Å	100000.	0.812E-02	0.118E-02	0.175E-02	0.133E-02	0.349E-02	0.266E-02
C= 0.21E+18	150000.	0.755E-02	0.112E-02	0.188E-02	0.143E-02	0.378E-02	0.288E-02
	200000.	0.716E-02	0.104E-02	0.203E-02	0.150E-02	0.411E-02	0.311E-02
	300000.	0.662E-02	0.915E-03	0.225E-02	0.164E-02	0.442E-02	0.337E-02
	500000.	0.596E-02	0.752E-03	0.237E-02	0.180E-02	0.461E-02	0.365E-02
P IV 4P 7D	50000.	0.135E-01	0.258E-02	0.257E-02	0.202E-02	*0.522E-02	*0.409E-02
830.9 Å	100000.	0.125E-01	0.221E-02	0.306E-02	0.235E-02	*0.612E-02	*0.477E-02
C= 0.10E+18	150000.	0.118E-01	0.199E-02	0.327E-02	0.253E-02	*0.656E-02	*0.514E-02
	200000.	0.113E-01	0.182E-02	0.339E-02	0.265E-02	*0.686E-02	*0.536E-02
	300000.	0.105E-01	0.155E-02	0.370E-02	0.288E-02	*0.738E-02	*0.586E-02
	500000.	0.948E-02	0.130E-02	0.387E-02	0.309E-02	0.759E-02	0.622E-02
P IV 5P 5D	50000.	0.262	0.119E-01	0.309E-01	0.122E-01	0.614E-01	0.246E-01
6725.6 Å	100000.	0.232	0.832E-02	0.353E-01	0.146E-01	0.706E-01	0.295E-01
C= 0.28E+20	150000.	0.216	0.871E-02	0.379E-01	0.163E-01	0.758E-01	0.328E-01
	200000.	0.205	0.823E-02	0.392E-01	0.176E-01	0.789E-01	0.354E-01
	300000.	0.191	0.784E-02	0.411E-01	0.189E-01	0.812E-01	0.384E-01
	500000.	0.174	0.587E-02	0.427E-01	0.208E-01	0.842E-01	0.424E-01
P IV 5P 6D	50000.	0.701E-01	0.786E-02	0.104E-01	0.749E-02	0.210E-01	0.151E-01
2465.7 Å	100000.	0.628E-01	0.711E-02	0.124E-01	0.890E-02	0.248E-01	0.179E-01
C= 0.15E+19	150000.	0.587E-01	0.689E-02	0.132E-01	0.956E-02	0.268E-01	0.195E-01
	200000.	0.558E-01	0.635E-02	0.144E-01	0.103E-01	0.286E-01	0.210E-01
	300000.	0.518E-01	0.552E-02	0.158E-01	0.112E-01	0.307E-01	0.229E-01
	500000.	0.469E-01	0.445E-02	0.166E-01	0.122E-01	0.320E-01	0.245E-01

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 5P 7D	50000.	0.693E-01	0.112E-01	0.126E-01	0.976E-02	*0.257E-01	*0.198E-01
1833.1 Å	100000.	0.644E-01	0.102E-01	0.150E-01	0.114E-01	*0.299E-01	*0.230E-01
C= 0.49E+18	150000.	0.610E-01	0.919E-02	0.160E-01	0.122E-01	*0.319E-01	*0.248E-01
	200000.	0.584E-01	0.837E-02	0.166E-01	0.128E-01	*0.338E-01	*0.261E-01
	300000.	0.544E-01	0.712E-02	0.181E-01	0.139E-01	*0.358E-01	*0.283E-01
	500000.	0.493E-01	0.592E-02	0.190E-01	0.150E-01	0.371E-01	0.301E-01
P IV 6P 6D	50000.	1.58	0.125	0.228	0.136	0.458	0.275
10688.7 Å	100000.	1.43	0.115	0.262	0.161	0.529	0.329
C= 0.27E+20	150000.	1.35	0.110	0.278	0.175	0.566	0.359
	200000.	1.29	0.100	0.298	0.188	0.582	0.379
	300000.	1.20	0.854E-01	0.319	0.205	0.614	0.411
	500000.	1.10	0.672E-01	0.333	0.219	0.653	0.447
P IV 6P 7D	50000.	0.417	0.569E-01	0.722E-01	0.528E-01	*0.146	*0.107
4282.4 Å	100000.	0.389	0.523E-01	0.847E-01	0.616E-01	*0.169	*0.125
C= 0.27E+19	150000.	0.369	0.467E-01	0.893E-01	0.658E-01	*0.178	*0.133
	200000.	0.354	0.425E-01	0.935E-01	0.692E-01	*0.188	*0.141
	300000.	0.331	0.359E-01	0.101	0.751E-01	*0.196	*0.151
	500000.	0.301	0.297E-01	0.104	0.802E-01	0.205	0.162
P IV 7P 7D	50000.	8.84	0.901	1.44	0.922	*2.91	*1.86
17969.7 Å	100000.	8.39	0.852	1.65	1.08	*3.28	*2.19
C= 0.47E+20	150000.	8.04	0.761	1.72	1.15	*3.43	*2.32
	200000.	7.75	0.690	1.79	1.20	*3.57	*2.44
	300000.	7.29	0.570	1.92	1.31	*3.75	*2.63
	500000.	6.67	0.475	1.98	1.40	3.86	2.82
P IV 3D 4P	50000.	0.289E-02	0.769E-04	0.231E-03	0.397E-04	0.456E-03	0.798E-04
1486.1 Å	100000.	0.220E-02	0.720E-04	0.307E-03	0.597E-04	0.611E-03	0.121E-03
C= 0.66E+19	150000.	0.192E-02	0.830E-04	0.332E-03	0.727E-04	0.659E-03	0.147E-03
	200000.	0.176E-02	0.874E-04	0.349E-03	0.814E-04	0.694E-03	0.165E-03
	300000.	0.158E-02	0.788E-04	0.373E-03	0.904E-04	0.743E-03	0.183E-03
	500000.	0.140E-02	0.762E-04	0.398E-03	0.103E-03	0.797E-03	0.209E-03
P IV 3D 5P	50000.	0.168E-02	0.879E-04	0.230E-03	0.596E-04	0.457E-03	0.120E-03
751.4 Å	100000.	0.144E-02	0.105E-03	0.262E-03	0.781E-04	0.521E-03	0.158E-03
C= 0.76E+18	150000.	0.132E-02	0.966E-04	0.280E-03	0.868E-04	0.559E-03	0.176E-03
	200000.	0.125E-02	0.947E-04	0.293E-03	0.936E-04	0.585E-03	0.190E-03
	300000.	0.115E-02	0.906E-04	0.305E-03	0.103E-03	0.608E-03	0.211E-03
	500000.	0.105E-02	0.861E-04	0.317E-03	0.117E-03	0.630E-03	0.235E-03
P IV 3D 6P	50000.	0.217E-02	0.144E-03	0.381E-03	0.765E-04	0.759E-03	0.155E-03
608.7 Å	100000.	0.193E-02	0.137E-03	0.426E-03	0.937E-04	0.849E-03	0.190E-03
C= 0.27E+18	150000.	0.181E-02	0.132E-03	0.445E-03	0.104E-03	0.889E-03	0.210E-03
	200000.	0.173E-02	0.127E-03	0.453E-03	0.111E-03	0.906E-03	0.226E-03
	300000.	0.163E-02	0.121E-03	0.466E-03	0.123E-03	0.936E-03	0.249E-03
	500000.	0.150E-02	0.111E-03	0.478E-03	0.135E-03	0.956E-03	0.278E-03
P IV 3D 7P	50000.	0.342E-02	0.205E-03	0.666E-03	0.912E-04	*0.133E-02	*0.184E-03
549.2 Å	100000.	0.321E-02	0.176E-03	0.723E-03	0.109E-03	0.144E-02	0.221E-03
C= 0.12E+18	150000.	0.308E-02	0.165E-03	0.743E-03	0.121E-03	0.148E-02	0.245E-03
	200000.	0.299E-02	0.158E-03	0.752E-03	0.130E-03	0.150E-02	0.262E-03
	300000.	0.284E-02	0.156E-03	0.768E-03	0.142E-03	0.152E-02	0.287E-03
	500000.	0.264E-02	0.135E-03	0.782E-03	0.159E-03	0.155E-02	0.323E-03
P IV 3D 8P	50000.	0.552E-02	-0.183E-03	0.112E-02	-0.408E-03	*0.224E-02	-0.824E-03
520.0 Å	100000.	0.526E-02	-0.179E-03	0.120E-02	-0.482E-03	*0.238E-02	-0.982E-03
C= 0.47E+17	150000.	0.509E-02	-0.156E-03	0.125E-02	-0.519E-03	*0.248E-02	-0.106E-02
	200000.	0.494E-02	-0.118E-03	0.129E-02	-0.563E-03	*0.254E-02	-0.114E-02
	300000.	0.469E-02	-0.869E-04	0.134E-02	-0.591E-03	0.256E-02	-0.120E-02
	500000.	0.434E-02	-0.679E-04	0.136E-02	-0.653E-03	0.268E-02	-0.132E-02
P IV 4D 5P	50000.	0.445E-01	0.490E-03	0.529E-02	0.253E-03	0.105E-01	0.509E-03
3419.9 Å	100000.	0.383E-01	0.815E-03	0.598E-02	0.373E-03	0.119E-01	0.751E-03
C= 0.12E+20	150000.	0.353E-01	0.691E-03	0.637E-02	0.455E-03	0.127E-01	0.919E-03
	200000.	0.334E-01	0.701E-03	0.662E-02	0.500E-03	0.132E-01	0.101E-02
	300000.	0.309E-01	0.677E-03	0.683E-02	0.557E-03	0.136E-01	0.113E-02
	500000.	0.281E-01	0.692E-03	0.706E-02	0.632E-03	0.140E-01	0.129E-02

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 4D 6P	50000.	0.181E-01	0.671E-03	0.290E-02	0.396E-03	0.578E-02	0.800E-03
1654.5 Å	100000.	0.161E-01	0.650E-03	0.324E-02	0.498E-03	0.646E-02	0.101E-02
C= 0.20E+19	150000.	0.151E-01	0.644E-03	0.338E-02	0.557E-03	0.675E-02	0.113E-02
	200000.	0.145E-01	0.624E-03	0.345E-02	0.598E-03	0.686E-02	0.121E-02
	300000.	0.136E-01	0.603E-03	0.353E-02	0.663E-03	0.704E-02	0.134E-02
	500000.	0.125E-01	0.558E-03	0.361E-02	0.732E-03	0.717E-02	0.148E-02
P IV 4D 7P	50000.	0.198E-01	0.858E-03	0.366E-02	0.413E-03	*0.728E-02	*0.834E-03
1278.3 Å	100000.	0.185E-01	0.725E-03	0.397E-02	0.496E-03	0.791E-02	0.100E-02
C= 0.64E+18	150000.	0.177E-01	0.688E-03	0.407E-02	0.551E-03	0.811E-02	0.112E-02
	200000.	0.172E-01	0.668E-03	0.414E-02	0.591E-03	0.823E-02	0.120E-02
	300000.	0.163E-01	0.671E-03	0.420E-02	0.652E-03	0.839E-02	0.133E-02
	500000.	0.151E-01	0.573E-03	0.430E-02	0.709E-03	0.849E-02	0.146E-02
P IV 4D 8P	50000.	0.270E-01	-0.103E-02	0.536E-02	-0.195E-02	*0.107E-01	-0.395E-02
1130.4 Å	100000.	0.257E-01	-0.101E-02	0.576E-02	-0.231E-02	*0.114E-01	-0.470E-02
C= 0.22E+18	150000.	0.248E-01	-0.885E-03	0.593E-02	-0.250E-02	*0.118E-01	-0.505E-02
	200000.	0.241E-01	-0.700E-03	0.615E-02	-0.270E-02	*0.122E-01	-0.546E-02
	300000.	0.229E-01	-0.546E-03	0.634E-02	-0.285E-02	0.123E-01	-0.574E-02
	500000.	0.212E-01	-0.442E-03	0.643E-02	-0.310E-02	0.127E-01	-0.632E-02
P IV 5D 6P	50000.	0.315	-0.267E-02	0.451E-01	-0.683E-02	0.898E-01	-0.138E-01
6123.1 Å	100000.	0.285	-0.965E-03	0.503E-01	-0.845E-02	0.100	-0.171E-01
C= 0.23E+20	150000.	0.268	-0.821E-03	0.522E-01	-0.939E-02	0.104	-0.191E-01
	200000.	0.257	-0.657E-03	0.533E-01	-0.101E-01	0.106	-0.204E-01
	300000.	0.241	-0.474E-03	0.546E-01	-0.112E-01	0.109	-0.226E-01
	500000.	0.222	0.506E-03	0.559E-01	-0.123E-01	0.111	-0.248E-01
P IV 5D 7P	50000.	0.118	0.171E-02	0.201E-01	-0.457E-03	*0.400E-01	-0.922E-03
2931.0 Å	100000.	0.111	0.149E-02	0.218E-01	-0.632E-03	0.434E-01	-0.128E-02
C= 0.34E+19	150000.	0.107	0.138E-02	0.223E-01	-0.711E-03	0.446E-01	-0.144E-02
	200000.	0.103	0.138E-02	0.227E-01	-0.773E-03	0.451E-01	-0.157E-02
	300000.	0.978E-01	0.151E-02	0.231E-01	-0.856E-03	0.456E-01	-0.173E-02
	500000.	0.906E-01	0.137E-02	0.236E-01	-0.968E-03	0.463E-01	-0.197E-02
P IV 5D 8P	50000.	0.116	-0.568E-02	0.218E-01	-0.826E-02	*0.436E-01	-0.167E-01
2254.5 Å	100000.	0.110	-0.532E-02	0.235E-01	-0.984E-02	*0.473E-01	-0.197E-01
C= 0.89E+18	150000.	0.107	-0.481E-02	0.242E-01	-0.106E-01	*0.485E-01	-0.214E-01
	200000.	0.103	-0.402E-02	0.245E-01	-0.112E-01	*0.493E-01	-0.229E-01
	300000.	0.980E-01	-0.336E-02	0.263E-01	-0.122E-01	0.511E-01	-0.246E-01
	500000.	0.907E-01	-0.272E-02	0.259E-01	-0.128E-01	0.506E-01	-0.263E-01
P IV 6D 7P	50000.	2.65	-0.114	0.401	-0.161	*0.800	-0.325
11861.0 Å	100000.	2.48	-0.114	0.437	-0.193	*0.879	-0.389
C= 0.34E+20	150000.	2.37	-0.110	0.454	-0.210	0.914	-0.424
	200000.	2.28	-0.986E-01	0.478	-0.221	0.934	-0.449
	300000.	2.15	-0.785E-01	0.501	-0.238	0.961	-0.479
	500000.	1.98	-0.622E-01	0.518	-0.257	0.995	-0.523
P IV 6D 8P	50000.	0.795	-0.622E-01	0.138	-0.645E-01	*0.274	-0.131
5356.6 Å	100000.	0.755	-0.583E-01	0.150	-0.760E-01	*0.300	-0.154
C= 0.50E+19	150000.	0.726	-0.543E-01	0.153	-0.812E-01	*0.305	-0.165
	200000.	0.702	-0.476E-01	0.159	-0.858E-01	*0.314	-0.176
	300000.	0.663	-0.401E-01	0.171	-0.948E-01	*0.328	-0.188
	500000.	0.610	-0.326E-01	0.186	-0.102	0.359	-0.211
P IV 7D 8P	50000.	16.5	-1.95	2.81	-1.69	*5.59	-3.39
21400.4 Å	100000.	15.8	-1.78	3.10	-1.95	*6.16	-3.92
C= 0.66E+20	150000.	15.2	-1.60	3.26	-2.10	*6.55	-4.29
	200000.	14.7	-1.42	3.48	-2.21	*6.94	-4.55
	300000.	13.8	-1.20	3.70	-2.38	*7.18	-4.81
	500000.	12.7	-0.993	4.03	-2.62	*7.83	-5.35
P IV 3D 4F	50000.	0.120E-02	-0.845E-05	0.838E-04	-0.371E-04	0.165E-03	-0.748E-04
875.1 Å	100000.	0.920E-03	-0.123E-04	0.113E-03	-0.516E-04	0.225E-03	-0.104E-03
C= 0.80E+18	150000.	0.807E-03	-0.281E-05	0.124E-03	-0.586E-04	0.246E-03	-0.119E-03
	200000.	0.740E-03	-0.208E-06	0.131E-03	-0.636E-04	0.261E-03	-0.129E-03
	300000.	0.664E-03	-0.307E-05	0.143E-03	-0.702E-04	0.283E-03	-0.143E-03
	500000.	0.587E-03	-0.629E-06	0.158E-03	-0.795E-04	0.309E-03	-0.162E-03

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 3D 5F	50000.	0.264E-02	0.124E-03	0.652E-03	0.609E-03	0.125E-02	0.123E-02
648.5 Å	100000.	0.215E-02	0.112E-03	0.855E-03	0.724E-03	0.157E-02	0.146E-02
C= 0.17E+17	150000.	0.191E-02	0.923E-04	0.101E-02	0.780E-03	0.178E-02	0.159E-02
	200000.	0.176E-02	0.794E-04	0.107E-02	0.836E-03	0.185E-02	0.166E-02
	300000.	0.158E-02	0.648E-04	0.125E-02	0.881E-03	0.209E-02	0.178E-02
	500000.	0.137E-02	0.537E-04	0.156E-02	0.983E-03	0.233E-02	0.200E-02
P IV 4D 4F	50000.	0.236	-0.108E-01	0.195E-01	-0.115E-01	0.386E-01	-0.232E-01
9599.5 Å	100000.	0.189	-0.117E-01	0.243E-01	-0.146E-01	0.485E-01	-0.297E-01
C= 0.96E+20	150000.	0.169	-0.103E-01	0.268E-01	-0.164E-01	0.535E-01	-0.332E-01
	200000.	0.157	-0.969E-02	0.285E-01	-0.176E-01	0.572E-01	-0.357E-01
	300000.	0.142	-0.968E-02	0.317E-01	-0.196E-01	0.628E-01	-0.397E-01
	500000.	0.126	-0.862E-02	0.348E-01	-0.219E-01	0.681E-01	-0.446E-01
P IV 4D 5F	50000.	0.281E-01	0.755E-03	0.604E-02	0.560E-02	0.117E-01	0.113E-01
1985.9 Å	100000.	0.231E-01	0.616E-03	0.798E-02	0.666E-02	0.147E-01	0.134E-01
C= 0.16E+18	150000.	0.207E-01	0.443E-03	0.937E-02	0.721E-02	0.166E-01	0.147E-01
	200000.	0.191E-01	0.332E-03	0.997E-02	0.760E-02	0.175E-01	0.153E-01
	300000.	0.172E-01	0.211E-03	0.118E-01	0.809E-02	0.193E-01	0.165E-01
	500000.	0.150E-01	0.138E-03	0.143E-01	0.915E-02	0.217E-01	0.184E-01
P IV 5D 5F	50000.	2.34	-0.306E-01	0.391	0.339	0.751	0.687
16012.6 Å	100000.	1.98	-0.263E-01	0.512	0.405	0.923	0.819
C= 0.10E+20	150000.	1.79	-0.361E-01	0.582	0.441	1.02	0.883
	200000.	1.67	-0.405E-01	0.652	0.460	1.11	0.927
	300000.	1.52	-0.456E-01	0.760	0.492	1.25	1.00
	500000.	1.34	-0.396E-01	0.911	0.544	1.37	1.13
P IV 4F 5D	50000.	0.423E-01	0.377E-02	0.479E-02	0.303E-02	0.958E-02	0.613E-02
2968.1 Å	100000.	0.361E-01	0.339E-02	0.570E-02	0.363E-02	0.115E-01	0.735E-02
C= 0.55E+19	150000.	0.330E-01	0.321E-02	0.625E-02	0.402E-02	0.125E-01	0.815E-02
	200000.	0.311E-01	0.306E-02	0.667E-02	0.431E-02	0.135E-01	0.883E-02
	300000.	0.286E-01	0.297E-02	0.720E-02	0.470E-02	0.143E-01	0.954E-02
	500000.	0.257E-01	0.249E-02	0.771E-02	0.515E-02	0.153E-01	0.103E-01
P IV 4F 6D	50000.	0.302E-01	0.427E-02	0.474E-02	0.362E-02	0.947E-02	0.730E-02
1684.1 Å	100000.	0.266E-01	0.394E-02	0.566E-02	0.431E-02	0.113E-01	0.867E-02
C= 0.68E+18	150000.	0.247E-01	0.373E-02	0.606E-02	0.463E-02	0.121E-01	0.933E-02
	200000.	0.234E-01	0.346E-02	0.652E-02	0.487E-02	0.133E-01	0.100E-01
	300000.	0.217E-01	0.305E-02	0.724E-02	0.528E-02	0.145E-01	0.109E-01
	500000.	0.195E-01	0.251E-02	0.783E-02	0.592E-02	0.151E-01	0.119E-01
P IV 4F 7D	50000.	0.367E-01	0.715E-02	0.695E-02	0.547E-02	*0.141E-01	*0.110E-01
1362.9 Å	100000.	0.339E-01	0.626E-02	0.826E-02	0.635E-02	*0.165E-01	*0.129E-01
C= 0.27E+18	150000.	0.321E-01	0.564E-02	0.884E-02	0.681E-02	*0.177E-01	*0.138E-01
	200000.	0.306E-01	0.498E-02	0.919E-02	0.719E-02	*0.184E-01	*0.145E-01
	300000.	0.285E-01	0.426E-02	0.997E-02	0.778E-02	*0.199E-01	*0.157E-01
	500000.	0.257E-01	0.357E-02	0.104E-01	0.833E-02	0.203E-01	0.168E-01
P IV 5F 6D	50000.	0.392	0.317E-01	0.369E-01	-0.112E-01	0.697E-01	-0.227E-01
5143.5 Å	100000.	0.341	0.294E-01	0.447E-01	-0.135E-01	0.786E-01	-0.273E-01
C= 0.11E+19	150000.	0.314	0.289E-01	0.497E-01	-0.149E-01	0.831E-01	-0.303E-01
	200000.	0.295	0.273E-01	0.536E-01	-0.160E-01	0.852E-01	-0.323E-01
	300000.	0.270	0.243E-01	0.611E-01	-0.173E-01	0.883E-01	-0.352E-01
	500000.	0.241	0.201E-01	0.728E-01	-0.193E-01	0.943E-01	-0.387E-01
P IV 5F 7D	50000.	0.213	0.319E-01	0.293E-01	0.192E-01	*0.569E-01	*0.386E-01
2990.6 Å	100000.	0.194	0.269E-01	0.343E-01	0.225E-01	*0.657E-01	*0.455E-01
C= 0.36E+18	150000.	0.182	0.244E-01	0.380E-01	0.241E-01	*0.704E-01	*0.489E-01
	200000.	0.173	0.223E-01	0.412E-01	0.259E-01	0.729E-01	0.523E-01
	300000.	0.160	0.191E-01	0.443E-01	0.275E-01	0.771E-01	0.553E-01
	500000.	0.143	0.160E-01	0.536E-01	0.308E-01	0.872E-01	0.624E-01
PERTURBER DENSITY = 1.E+17cm-3							
P IV 3S 3P	50000.	0.438E-02	-0.181E-04	0.101E-03	-0.281E-05	0.197E-03	-0.551E-05
950.7 Å	100000.	0.316E-02	-0.212E-04	0.178E-03	-0.563E-05	0.350E-03	-0.112E-04
C= 0.81E+20	150000.	0.264E-02	-0.183E-04	0.218E-03	-0.825E-05	0.430E-03	-0.165E-04
	200000.	0.236E-02	-0.161E-04	0.251E-03	-0.106E-04	0.496E-03	-0.212E-04
	300000.	0.203E-02	-0.190E-04	0.280E-03	-0.143E-04	0.558E-03	-0.287E-04
	500000.	0.173E-02	-0.228E-04	0.308E-03	-0.192E-04	0.612E-03	-0.389E-04

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 3S 4P	50000.	0.193E-02	0.392E-04	0.146E-03	0.127E-04	0.288E-03	0.250E-04
388.3 Å	100000.	0.148E-02	0.266E-04	0.196E-03	0.212E-04	0.389E-03	0.424E-04
C= 0.35E+19	150000.	0.130E-02	0.386E-04	0.211E-03	0.256E-04	0.419E-03	0.516E-04
	200000.	0.119E-02	0.418E-04	0.222E-03	0.296E-04	0.442E-03	0.597E-04
	300000.	0.107E-02	0.348E-04	0.237E-03	0.345E-04	0.472E-03	0.699E-04
	500000.	0.943E-03	0.342E-04	0.254E-03	0.393E-04	0.506E-03	0.796E-04
P IV 3S 5P	50000.	0.310E-02	-0.718E-04	0.356E-03	-0.138E-03	0.706E-03	-0.270E-03
315.6 Å	100000.	0.256E-02	-0.398E-04	0.411E-03	-0.176E-03	0.818E-03	-0.352E-03
C= 0.57E+18	150000.	0.231E-02	-0.325E-04	0.445E-03	-0.198E-03	0.887E-03	-0.400E-03
	200000.	0.216E-02	-0.343E-04	0.470E-03	-0.212E-03	0.931E-03	-0.431E-03
	300000.	0.197E-02	-0.313E-04	0.500E-03	-0.236E-03	0.986E-03	-0.475E-03
	500000.	0.177E-02	-0.142E-04	0.530E-03	-0.258E-03	0.103E-02	-0.526E-03
P IV 3S 6P	50000.	0.475E-02	0.260E-03	0.826E-03	0.123E-03	*0.164E-02	*0.239E-03
282.3 Å	100000.	0.420E-02	0.250E-03	0.924E-03	0.156E-03	*0.184E-02	*0.310E-03
C= 0.53E+18	150000.	0.393E-02	0.244E-03	0.965E-03	0.174E-03	*0.193E-02	*0.351E-03
	200000.	0.376E-02	0.236E-03	0.986E-03	0.188E-03	*0.196E-02	*0.378E-03
	300000.	0.353E-02	0.225E-03	0.100E-02	0.209E-03	*0.201E-02	*0.418E-03
	500000.	0.326E-02	0.211E-03	0.103E-02	0.231E-03	0.204E-02	0.469E-03
P IV 4S 4P	50000.	0.334	-0.111E-01	0.186E-01	-0.101E-01	0.368E-01	-0.198E-01
4250.9 Å	100000.	0.260	-0.161E-01	0.257E-01	-0.140E-01	0.514E-01	-0.280E-01
C= 0.43E+21	150000.	0.229	-0.152E-01	0.283E-01	-0.157E-01	0.566E-01	-0.318E-01
	200000.	0.211	-0.140E-01	0.302E-01	-0.170E-01	0.603E-01	-0.345E-01
	300000.	0.190	-0.141E-01	0.329E-01	-0.189E-01	0.660E-01	-0.383E-01
	500000.	0.169	-0.133E-01	0.367E-01	-0.216E-01	0.726E-01	-0.435E-01
P IV 4S 5P	50000.	0.531E-01	-0.232E-02	0.535E-02	-0.255E-02	0.106E-01	-0.496E-02
1206.4 Å	100000.	0.437E-01	-0.212E-02	0.624E-02	-0.321E-02	0.125E-01	-0.639E-02
C= 0.83E+19	150000.	0.395E-01	-0.208E-02	0.683E-02	-0.357E-02	0.136E-01	-0.720E-02
	200000.	0.369E-01	-0.203E-02	0.725E-02	-0.382E-02	0.143E-01	-0.775E-02
	300000.	0.338E-01	-0.193E-02	0.777E-02	-0.424E-02	0.152E-01	-0.854E-02
	500000.	0.303E-01	-0.161E-02	0.837E-02	-0.466E-02	0.162E-01	-0.944E-02
P IV 4S 6P	50000.	0.449E-01	0.135E-02	0.716E-02	0.803E-03	*0.142E-01	*0.157E-02
831.7 Å	100000.	0.394E-01	0.127E-02	0.800E-02	0.104E-02	*0.159E-01	*0.209E-02
C= 0.46E+19	150000.	0.369E-01	0.125E-02	0.835E-02	0.116E-02	*0.167E-01	*0.236E-02
	200000.	0.352E-01	0.125E-02	0.851E-02	0.126E-02	*0.170E-01	*0.254E-02
	300000.	0.330E-01	0.121E-02	0.870E-02	0.139E-02	*0.174E-01	*0.281E-02
	500000.	0.304E-01	0.114E-02	0.894E-02	0.155E-02	0.177E-01	0.316E-02
P IV 5S 5P	50000.	17.9	-1.99	1.68	-1.45	*3.37	-2.79
17528.3 Å	100000.	15.0	-1.75	2.12	-1.79	*4.26	-3.55
C= 0.18E+22	150000.	13.5	-1.67	2.37	-1.97	4.80	-3.99
	200000.	12.6	-1.63	2.59	-2.14	5.10	-4.27
	300000.	11.4	-1.53	2.84	-2.31	5.60	-4.63
	500000.	10.1	-1.27	3.26	-2.58	6.11	-5.18
P IV 5S 6P	50000.	0.457	-0.145E-01	0.571E-01	-0.181E-01	*0.113	-0.350E-01
2322.8 Å	100000.	0.403	-0.123E-01	0.645E-01	-0.220E-01	*0.128	-0.437E-01
C= 0.31E+20	150000.	0.375	-0.115E-01	0.682E-01	-0.245E-01	*0.135	-0.493E-01
	200000.	0.357	-0.112E-01	0.695E-01	-0.263E-01	*0.138	-0.534E-01
	300000.	0.332	-0.102E-01	0.714E-01	-0.287E-01	*0.142	-0.579E-01
	500000.	0.302	-0.743E-02	0.754E-01	-0.312E-01	0.146	-0.633E-01
P IV 6S 6P	50000.	21.7	-2.65	2.61	-1.37	*5.19	-2.61
15077.5 Å	100000.	19.6	-2.21	3.02	-1.67	*6.02	-3.30
C= 0.15E+22	150000.	18.5	-2.02	3.24	-1.85	*6.45	-3.72
	200000.	17.7	-1.92	3.33	-1.97	*6.69	-3.96
	300000.	16.6	-1.83	3.51	-2.10	*7.16	-4.33
	500000.	15.2	-1.53	3.67	-2.32	*7.33	-4.71
P IV 3P 4S	50000.	0.677E-02	0.591E-03	0.241E-03	0.366E-03	0.479E-03	0.719E-03
776.4 Å	100000.	0.507E-02	0.677E-03	0.417E-03	0.508E-03	0.836E-03	0.102E-02
C= 0.14E+20	150000.	0.438E-02	0.696E-03	0.533E-03	0.566E-03	0.108E-02	0.115E-02
	200000.	0.399E-02	0.659E-03	0.604E-03	0.613E-03	0.123E-02	0.124E-02
	300000.	0.353E-02	0.634E-03	0.699E-03	0.685E-03	0.141E-02	0.138E-02
	500000.	0.305E-02	0.600E-03	0.823E-03	0.770E-03	0.168E-02	0.157E-02

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 3P 5S	50000.	0.786E-02	0.138E-02	0.874E-03	0.969E-03	0.177E-02	0.187E-02
485.5 Å	100000.	0.647E-02	0.126E-02	0.115E-02	0.119E-02	0.234E-02	0.235E-02
C= 0.13E+19	150000.	0.573E-02	0.121E-02	0.133E-02	0.131E-02	0.268E-02	0.267E-02
	200000.	0.527E-02	0.118E-02	0.147E-02	0.141E-02	0.296E-02	0.284E-02
	300000.	0.470E-02	0.111E-02	0.168E-02	0.153E-02	0.337E-02	0.310E-02
	500000.	0.407E-02	0.950E-03	0.189E-02	0.170E-02	0.374E-02	0.340E-02
P IV 3P 6S	50000.	0.870E-02	0.342E-02	0.107E-02	0.113E-02	*0.214E-02	*0.215E-02
412.5 Å	100000.	0.735E-02	0.276E-02	0.137E-02	0.138E-02	*0.281E-02	*0.272E-02
C= 0.11E+19	150000.	0.664E-02	0.239E-02	0.158E-02	0.152E-02	*0.323E-02	*0.309E-02
	200000.	0.619E-02	0.220E-02	0.174E-02	0.163E-02	*0.352E-02	*0.329E-02
	300000.	0.560E-02	0.200E-02	0.188E-02	0.173E-02	*0.385E-02	*0.350E-02
	500000.	0.495E-02	0.169E-02	0.215E-02	0.198E-02	0.424E-02	0.397E-02
P IV 3P 7S	50000.	0.160E-01	0.642E-02	*0.258E-02	*0.254E-02		
380.2 Å	100000.	0.142E-01	0.506E-02	0.328E-02	0.307E-02		
C= 0.48E+18	150000.	0.132E-01	0.451E-02	0.360E-02	0.335E-02		
	200000.	0.125E-01	0.421E-02	0.385E-02	0.353E-02		
	300000.	0.115E-01	0.366E-02	0.449E-02	0.380E-02	*0.907E-02	*0.777E-02
	500000.	0.102E-01	0.296E-02	0.467E-02	0.426E-02	*0.925E-02	*0.856E-02
P IV 4P 5S	50000.	0.141	0.190E-01	0.135E-01	0.142E-01	0.272E-01	0.274E-01
1863.6 Å	100000.	0.116	0.178E-01	0.176E-01	0.174E-01	0.355E-01	0.344E-01
C= 0.20E+20	150000.	0.103	0.168E-01	0.202E-01	0.192E-01	0.405E-01	0.391E-01
	200000.	0.954E-01	0.163E-01	0.222E-01	0.207E-01	0.447E-01	0.415E-01
	300000.	0.855E-01	0.154E-01	0.253E-01	0.224E-01	0.506E-01	0.455E-01
	500000.	0.748E-01	0.131E-01	0.282E-01	0.249E-01	0.559E-01	0.498E-01
P IV 4P 6S	50000.	0.692E-01	0.237E-01	0.788E-02	0.819E-02	*0.157E-01	*0.155E-01
1110.1 Å	100000.	0.588E-01	0.191E-01	0.100E-01	0.997E-02	*0.206E-01	*0.197E-01
C= 0.82E+19	150000.	0.535E-01	0.166E-01	0.115E-01	0.110E-01	*0.236E-01	*0.223E-01
	200000.	0.501E-01	0.152E-01	0.127E-01	0.117E-01	*0.257E-01	*0.238E-01
	300000.	0.457E-01	0.139E-01	0.138E-01	0.125E-01	*0.281E-01	*0.252E-01
	500000.	0.407E-01	0.118E-01	0.156E-01	0.143E-01	0.308E-01	0.287E-01
P IV 4P 7S	50000.	0.942E-01	0.359E-01	*0.146E-01	*0.143E-01		
903.2 Å	100000.	0.840E-01	0.283E-01	0.185E-01	0.173E-01		
C= 0.27E+19	150000.	0.783E-01	0.250E-01	0.203E-01	0.189E-01		
	200000.	0.740E-01	0.234E-01	0.217E-01	0.199E-01		
	300000.	0.682E-01	0.204E-01	0.254E-01	0.215E-01	*0.512E-01	*0.439E-01
	500000.	0.609E-01	0.165E-01	0.263E-01	0.240E-01	*0.523E-01	*0.483E-01
P IV 5P 6S	50000.	0.762	0.208	0.819E-01	0.760E-01	*0.166	*0.145
3255.8 Å	100000.	0.658	0.169	0.101	0.929E-01	*0.205	*0.182
C= 0.60E+20	150000.	0.603	0.147	0.117	0.102	*0.233	*0.208
	200000.	0.568	0.135	0.125	0.107	*0.255	*0.218
	300000.	0.523	0.124	0.136	0.119	*0.269	*0.241
	500000.	0.470	0.105	0.160	0.129	*0.317	*0.265
P IV 5P 7S	50000.	0.496	0.171	*0.705E-01	*0.682E-01		
1947.3 Å	100000.	0.444	0.135	0.888E-01	0.819E-01		
C= 0.13E+20	150000.	0.415	0.118	0.988E-01	0.896E-01		
	200000.	0.393	0.111	0.105	0.952E-01		
	300000.	0.363	0.968E-01	0.120	0.100	*0.244	*0.207
	500000.	0.326	0.780E-01	0.128	0.114	*0.249	*0.230
P IV 6P 7S	50000.	7.75	1.90	*1.03	*0.874		
7139.8 Å	100000.	7.15	1.48	*1.28	*1.06		
C= 0.17E+21	150000.	6.78	1.33	1.38	1.15		
	200000.	6.50	1.27	1.47	1.21		
	300000.	6.08	1.12	1.66	1.32	*3.33	*2.72
	500000.	5.52	0.873	1.71	1.47	*3.37	*2.94
P IV 3P 3D	50000.	0.607E-02	0.193E-03	0.265E-03	0.911E-04	0.518E-03	0.179E-03
877.5 Å	100000.	0.446E-02	0.172E-03	0.397E-03	0.146E-03	0.782E-03	0.292E-03
C= 0.30E+20	150000.	0.380E-02	0.197E-03	0.473E-03	0.177E-03	0.940E-03	0.356E-03
	200000.	0.344E-02	0.215E-03	0.503E-03	0.201E-03	0.100E-02	0.407E-03
	300000.	0.302E-02	0.207E-03	0.548E-03	0.226E-03	0.109E-02	0.459E-03
	500000.	0.263E-02	0.196E-03	0.604E-03	0.260E-03	0.120E-02	0.528E-03

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 3P 4D	50000.	0.496E-02	-0.209E-03	0.429E-03	-0.264E-03	0.846E-03	-0.517E-03
525.9 Å	100000.	0.390E-02	-0.178E-03	0.559E-03	-0.355E-03	0.111E-02	-0.712E-03
C= 0.14E+19	150000.	0.344E-02	-0.180E-03	0.624E-03	-0.395E-03	0.124E-02	-0.802E-03
	200000.	0.316E-02	-0.183E-03	0.673E-03	-0.426E-03	0.133E-02	-0.861E-03
	300000.	0.283E-02	-0.170E-03	0.753E-03	-0.474E-03	0.145E-02	-0.954E-03
	500000.	0.249E-02	-0.144E-03	0.839E-03	-0.526E-03	0.162E-02	-0.108E-02
P IV 3P 5D	50000.	0.691E-02	0.870E-03	0.939E-03	0.575E-03	*0.187E-02	*0.111E-02
429.5 Å	100000.	0.591E-02	0.810E-03	0.112E-02	0.698E-03	0.224E-02	0.139E-02
C= 0.14E+19	150000.	0.541E-02	0.781E-03	0.123E-02	0.779E-03	0.245E-02	0.157E-02
	200000.	0.509E-02	0.758E-03	0.129E-02	0.832E-03	0.261E-02	0.169E-02
	300000.	0.469E-02	0.725E-03	0.139E-02	0.915E-03	0.275E-02	0.184E-02
	500000.	0.423E-02	0.636E-03	0.153E-02	0.101E-02	0.304E-02	0.206E-02
P IV 3P 6D	50000.	0.152E-01	0.236E-02	0.256E-02	0.190E-02		
386.8 Å	100000.	0.136E-01	0.216E-02	0.308E-02	0.234E-02		
C= 0.36E+18	150000.	0.127E-01	0.210E-02	0.330E-02	0.254E-02	*0.654E-02	*0.508E-02
	200000.	0.120E-01	0.198E-02	0.353E-02	0.267E-02	*0.701E-02	*0.534E-02
	300000.	0.111E-01	0.174E-02	0.388E-02	0.287E-02	*0.773E-02	*0.580E-02
	500000.	0.101E-01	0.144E-02	0.427E-02	0.317E-02	*0.824E-02	*0.654E-02
P IV 3P 7D	50000.	0.262E-01	0.400E-02	*0.513E-02	*0.388E-02		
367.7 Å	100000.	0.240E-01	0.378E-02	*0.607E-02	*0.464E-02		
C= 0.18E+18	150000.	0.226E-01	0.349E-02	*0.642E-02	*0.500E-02		
	200000.	0.215E-01	0.325E-02	*0.680E-02	*0.530E-02		
	300000.	0.199E-01	0.276E-02	*0.739E-02	*0.578E-02		
	500000.	0.179E-01	0.231E-02	*0.754E-02	*0.622E-02		
P IV 4P 4D	50000.	0.164	-0.757E-02	0.147E-01	-0.701E-02	0.291E-01	-0.137E-01
2645.1 Å	100000.	0.131	-0.605E-02	0.181E-01	-0.935E-02	0.359E-01	-0.187E-01
C= 0.35E+20	150000.	0.116	-0.668E-02	0.199E-01	-0.104E-01	0.395E-01	-0.211E-01
	200000.	0.108	-0.680E-02	0.213E-01	-0.113E-01	0.420E-01	-0.227E-01
	300000.	0.976E-01	-0.615E-02	0.232E-01	-0.125E-01	0.456E-01	-0.253E-01
	500000.	0.868E-01	-0.544E-02	0.254E-01	-0.139E-01	0.482E-01	-0.282E-01
P IV 4P 5D	50000.	0.652E-01	0.659E-02	0.830E-02	0.476E-02	*0.166E-01	*0.924E-02
1242.0 Å	100000.	0.556E-01	0.633E-02	0.980E-02	0.579E-02	0.196E-01	0.115E-01
C= 0.12E+20	150000.	0.509E-01	0.601E-02	0.108E-01	0.645E-02	0.214E-01	0.129E-01
	200000.	0.479E-01	0.582E-02	0.112E-01	0.688E-02	0.227E-01	0.140E-01
	300000.	0.442E-01	0.563E-02	0.121E-01	0.754E-02	0.239E-01	0.153E-01
	500000.	0.401E-01	0.490E-02	0.133E-01	0.841E-02	0.262E-01	0.172E-01
P IV 4P 6D	50000.	0.942E-01	0.135E-01	0.153E-01	0.113E-01		
941.4 Å	100000.	0.838E-01	0.126E-01	0.184E-01	0.138E-01		
C= 0.21E+19	150000.	0.782E-01	0.121E-01	0.197E-01	0.150E-01	*0.390E-01	*0.300E-01
	200000.	0.742E-01	0.114E-01	0.211E-01	0.158E-01	*0.419E-01	*0.316E-01
	300000.	0.688E-01	0.101E-01	0.231E-01	0.170E-01	*0.460E-01	*0.343E-01
	500000.	0.621E-01	0.829E-02	0.254E-01	0.188E-01	*0.489E-01	*0.387E-01
P IV 4P 7D	50000.	0.138	0.206E-01	*0.266E-01	*0.200E-01		
835.7 Å	100000.	0.127	0.194E-01	*0.314E-01	*0.240E-01		
C= 0.96E+18	150000.	0.119	0.178E-01	*0.332E-01	*0.258E-01		
	200000.	0.113	0.166E-01	*0.352E-01	*0.274E-01		
	300000.	0.105	0.141E-01	*0.383E-01	*0.299E-01		
	500000.	0.947E-01	0.118E-01	*0.390E-01	*0.321E-01		
P IV 5P 5D	50000.	1.28	0.117	0.156	0.853E-01	*0.310	*0.165
4728.8 Å	100000.	1.10	0.104	0.183	0.104	*0.366	*0.207
C= 0.13E+21	150000.	1.01	0.100E+00	0.198	0.115	*0.398	*0.234
	200000.	0.957	0.981E-01	0.209	0.124	*0.418	*0.251
	300000.	0.885	0.938E-01	0.223	0.135	0.434	0.271
	500000.	0.803	0.793E-01	0.239	0.149	0.466	0.301
P IV 5P 6D	50000.	0.547	0.740E-01	*0.825E-01	*0.596E-01		
2133.8 Å	100000.	0.487	0.672E-01	0.992E-01	0.730E-01		
C= 0.11E+20	150000.	0.454	0.650E-01	0.109	0.801E-01	*0.212	*0.161
	200000.	0.431	0.615E-01	0.112	0.834E-01	*0.225	*0.169
	300000.	0.400	0.542E-01	0.122	0.892E-01	*0.245	*0.182
	500000.	0.361	0.443E-01	0.134	0.988E-01	*0.265	*0.202

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 5P 7D	50000.	0.581	0.845E-01	*0.107	*0.800E-01		
1658.6 Å	100000.	0.531	0.785E-01	*0.125	*0.949E-01		
C= 0.38E+19	150000.	0.499	0.720E-01	*0.133	*0.103		
	200000.	0.476	0.671E-01	*0.140	*0.109		
	300000.	0.441	0.569E-01	*0.154	*0.119		
	500000.	0.397	0.474E-01	*0.156	*0.129		
P IV 6P 7D	50000.	4.39	0.505	*0.765	*0.537		
4358.2 Å	100000.	4.05	0.475	*0.891	*0.647		
C= 0.26E+20	150000.	3.83	0.431	*0.942	*0.693		
	200000.	3.66	0.400	*0.992	*0.741		
	300000.	3.41	0.333	*1.07	*0.803		
	500000.	3.09	0.274	*1.09	*0.858		
P IV 3D 4P	50000.	0.101	0.211E-03	0.763E-02	-0.242E-03	0.150E-01	-0.476E-03
2606.3 Å	100000.	0.774E-01	-0.218E-03	0.100E-01	-0.433E-03	0.199E-01	-0.867E-03
C= 0.16E+21	150000.	0.680E-01	0.196E-03	0.108E-01	-0.570E-03	0.214E-01	-0.115E-02
	200000.	0.626E-01	0.123E-03	0.113E-01	-0.651E-03	0.225E-01	-0.131E-02
	300000.	0.565E-01	-0.102E-03	0.121E-01	-0.793E-03	0.240E-01	-0.160E-02
	500000.	0.503E-01	-0.129E-04	0.128E-01	-0.935E-03	0.256E-01	-0.190E-02
P IV 3D 5P	50000.	0.344E-01	-0.101E-02	0.387E-02	-0.151E-02	0.769E-02	-0.294E-02
1023.2 Å	100000.	0.283E-01	-0.632E-03	0.448E-02	-0.192E-02	0.890E-02	-0.383E-02
C= 0.60E+19	150000.	0.256E-01	-0.592E-03	0.485E-02	-0.214E-02	0.962E-02	-0.436E-02
	200000.	0.239E-01	-0.639E-03	0.512E-02	-0.231E-02	0.101E-01	-0.466E-02
	300000.	0.219E-01	-0.590E-03	0.545E-02	-0.255E-02	0.107E-01	-0.519E-02
	500000.	0.197E-01	-0.390E-03	0.586E-02	-0.283E-02	0.112E-01	-0.571E-02
P IV 3D 6P	50000.	0.336E-01	0.155E-02	0.574E-02	0.814E-03	*0.114E-01	*0.159E-02
740.3 Å	100000.	0.296E-01	0.154E-02	0.641E-02	0.103E-02	*0.128E-01	*0.206E-02
C= 0.36E+19	150000.	0.277E-01	0.151E-02	0.669E-02	0.115E-02	*0.134E-01	*0.234E-02
	200000.	0.265E-01	0.145E-02	0.683E-02	0.124E-02	*0.136E-01	*0.252E-02
	300000.	0.249E-01	0.139E-02	0.697E-02	0.138E-02	*0.139E-01	*0.278E-02
	500000.	0.229E-01	0.131E-02	0.715E-02	0.154E-02	0.142E-01	0.309E-02
P IV 4D 5P	50000.	0.869	0.345E-02	0.882E-01	-0.136E-01	0.175	-0.268E-01
4638.3 Å	100000.	0.720	0.710E-02	0.100	-0.190E-01	0.199	-0.379E-01
C= 0.11E+21	150000.	0.652	0.839E-02	0.108	-0.210E-01	0.213	-0.426E-01
	200000.	0.610	0.795E-02	0.113	-0.228E-01	0.222	-0.461E-01
	300000.	0.558	0.746E-02	0.119	-0.253E-01	0.230	-0.515E-01
	500000.	0.501	0.892E-02	0.126	-0.288E-01	0.237	-0.579E-01
P IV 4D 6P	50000.	0.197	0.137E-01	0.313E-01	0.623E-02	*0.621E-01	*0.121E-01
1697.6 Å	100000.	0.173	0.120E-01	0.351E-01	0.767E-02	*0.697E-01	*0.153E-01
C= 0.14E+20	150000.	0.162	0.115E-01	0.368E-01	0.852E-02	*0.729E-01	*0.173E-01
	200000.	0.154	0.111E-01	0.375E-01	0.923E-02	*0.746E-01	*0.186E-01
	300000.	0.144	0.102E-01	0.384E-01	0.101E-01	*0.760E-01	*0.205E-01
	500000.	0.133	0.933E-02	0.394E-01	0.112E-01	0.778E-01	0.226E-01
P IV 5D 6P	50000.	3.10	-0.583E-01	0.468	-0.825E-01	*0.927	-0.160
6173.0 Å	100000.	2.80	-0.498E-01	0.522	-0.102	*1.04	-0.203
C= 0.25E+21	150000.	2.64	-0.457E-01	0.543	-0.113	*1.08	-0.229
	200000.	2.53	-0.445E-01	0.552	-0.122	*1.10	-0.246
	300000.	2.37	-0.422E-01	0.567	-0.133	*1.13	-0.271
	500000.	2.19	-0.300E-01	0.584	-0.148	*1.14	-0.299
P IV 3D 4F	50000.	0.287E-01	0.917E-03	0.188E-02	0.153E-02	0.372E-02	0.300E-02
1405.0 Å	100000.	0.220E-01	0.876E-03	0.278E-02	0.211E-02	0.554E-02	0.422E-02
C= 0.99E+19	150000.	0.192E-01	0.870E-03	0.317E-02	0.235E-02	0.627E-02	0.474E-02
	200000.	0.176E-01	0.802E-03	0.344E-02	0.253E-02	0.676E-02	0.511E-02
	300000.	0.157E-01	0.704E-03	0.388E-02	0.279E-02	0.755E-02	0.566E-02
	500000.	0.138E-01	0.601E-03	0.454E-02	0.315E-02	0.861E-02	0.645E-02
P IV 3D 5F	50000.	0.335E-01	-0.292E-02	0.451E-02	-0.374E-02	*0.896E-02	-0.712E-02
790.5 Å	100000.	0.275E-01	-0.259E-02	0.561E-02	-0.455E-02	*0.111E-01	-0.899E-02
C= 0.10E+19	150000.	0.247E-01	-0.248E-02	0.630E-02	-0.503E-02	*0.124E-01	-0.101E-01
	200000.	0.230E-01	-0.239E-02	0.684E-02	-0.536E-02	*0.133E-01	-0.108E-01
	300000.	0.209E-01	-0.216E-02	0.777E-02	-0.578E-02	*0.148E-01	-0.118E-01
	500000.	0.185E-01	-0.176E-02	0.846E-02	-0.631E-02	0.157E-01	-0.129E-01

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 4D 4F	50000.	9.43	0.593	0.840	0.623	1.66	1.21
19996.3 Å	100000.	7.48	0.527	1.09	0.789	2.17	1.57
C= 0.20E+22	150000.	6.63	0.541	1.23	0.881	2.42	1.78
	200000.	6.12	0.540	1.34	0.954	2.60	1.92
	300000.	5.51	0.497	1.51	1.06	2.88	2.13
	500000.	4.87	0.432	1.72	1.17	3.21	2.39
P IV 4D 5F	50000.	0.241	-0.146E-01	0.283E-01	-0.220E-01	*0.566E-01	-0.422E-01
1987.0 Å	100000.	0.199	-0.130E-01	0.352E-01	-0.270E-01	*0.694E-01	-0.535E-01
C= 0.65E+19	150000.	0.179	-0.121E-01	0.398E-01	-0.298E-01	*0.780E-01	-0.609E-01
	200000.	0.167	-0.114E-01	0.424E-01	-0.318E-01	*0.813E-01	-0.636E-01
	300000.	0.151	-0.102E-01	0.471E-01	-0.345E-01	*0.889E-01	-0.697E-01
	500000.	0.134	-0.804E-02	0.536E-01	-0.372E-01	0.977E-01	-0.754E-01
P IV 5D 5F	50000.	13.3	-1.61	1.71	-1.29	*3.38	-2.44
13123.2 Å	100000.	11.3	-1.45	2.10	-1.58	*4.17	-3.13
C= 0.28E+21	150000.	10.3	-1.38	2.30	-1.73	*4.57	-3.49
	200000.	9.70	-1.32	2.43	-1.83	*4.76	-3.67
	300000.	8.89	-1.23	2.78	-2.02	*5.31	-4.11
	500000.	7.97	-1.04	3.05	-2.15	*5.89	-4.41
P IV 4F 5D	50000.	0.187	0.167E-01	0.223E-01	0.118E-01	*0.444E-01	*0.230E-01
2096.1 Å	100000.	0.159	0.159E-01	0.262E-01	0.145E-01	0.522E-01	0.287E-01
C= 0.22E+20	150000.	0.145	0.153E-01	0.285E-01	0.161E-01	0.571E-01	0.324E-01
	200000.	0.137	0.149E-01	0.302E-01	0.173E-01	0.607E-01	0.351E-01
	300000.	0.126	0.144E-01	0.320E-01	0.188E-01	0.630E-01	0.379E-01
	500000.	0.114	0.126E-01	0.340E-01	0.206E-01	0.669E-01	0.418E-01
P IV 4F 6D	50000.	0.198	0.272E-01	0.316E-01	0.233E-01		
1361.9 Å	100000.	0.176	0.253E-01	0.379E-01	0.285E-01		
C= 0.44E+19	150000.	0.164	0.246E-01	0.402E-01	0.307E-01	*0.810E-01	*0.618E-01
	200000.	0.156	0.232E-01	0.431E-01	0.324E-01	*0.875E-01	*0.655E-01
	300000.	0.144	0.204E-01	0.476E-01	0.349E-01	*0.955E-01	*0.717E-01
	500000.	0.130	0.168E-01	0.528E-01	0.392E-01	*0.993E-01	*0.785E-01
P IV 4F 7D	50000.	0.264	0.381E-01	*0.502E-01	*0.378E-01		
1151.4 Å	100000.	0.241	0.361E-01	*0.596E-01	*0.455E-01		
C= 0.18E+19	150000.	0.226	0.332E-01	*0.629E-01	*0.487E-01		
	200000.	0.215	0.309E-01	*0.670E-01	*0.520E-01		
	300000.	0.200	0.262E-01	*0.722E-01	*0.563E-01		
	500000.	0.180	0.219E-01	*0.742E-01	*0.605E-01		
P IV 5F 6D	50000.	4.27	0.692	*0.626	*0.475		
5525.9 Å	100000.	3.75	0.571	0.744	0.580		
C= 0.50E+20	150000.	3.48	0.547	0.815	0.627		
	200000.	3.29	0.515	0.890	0.664		
	300000.	3.04	0.454	0.937	0.728	*1.80	*1.45
	500000.	2.73	0.373	1.06	0.766	*2.04	*1.57
P IV 5F 7D	50000.	2.31	0.383	*0.409	*0.306		
3172.1 Å	100000.	2.10	0.326	*0.477	*0.369		
C= 0.14E+20	150000.	1.97	0.301	*0.524	*0.405		
	200000.	1.87	0.279	*0.539	*0.429		
	300000.	1.73	0.238	*0.609	*0.459		
	500000.	1.55	0.198	*0.654	*0.528		
P IV 4S 4P	50000.	0.191	-0.501E-02	0.110E-01	-0.380E-02	0.216E-01	-0.745E-02
3356.9 Å	100000.	0.147	-0.615E-02	0.149E-01	-0.543E-02	0.296E-01	-0.109E-01
C= 0.34E+21	150000.	0.129	-0.653E-02	0.162E-01	-0.640E-02	0.322E-01	-0.129E-01
	200000.	0.119	-0.581E-02	0.171E-01	-0.684E-02	0.341E-01	-0.139E-01
	300000.	0.107	-0.585E-02	0.184E-01	-0.767E-02	0.368E-01	-0.155E-01
	500000.	0.951E-01	-0.552E-02	0.201E-01	-0.872E-02	0.400E-01	-0.177E-01
P IV 4S 5P	50000.	0.369E-01	0.678E-03	0.434E-02	0.800E-03	0.861E-02	0.157E-02
1046.1 Å	100000.	0.312E-01	0.101E-02	0.493E-02	0.111E-02	0.980E-02	0.221E-02
C= 0.15E+20	150000.	0.286E-01	0.757E-03	0.527E-02	0.123E-02	0.105E-01	0.248E-02
	200000.	0.270E-01	0.798E-03	0.549E-02	0.133E-02	0.110E-01	0.269E-02
	300000.	0.250E-01	0.775E-03	0.570E-02	0.147E-02	0.114E-01	0.299E-02
	500000.	0.227E-01	0.744E-03	0.593E-02	0.166E-02	0.118E-01	0.336E-02

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 4S 6P	50000.	0.388E-01	0.159E-02	0.633E-02	0.111E-02	*0.126E-01	*0.216E-02
788.7 Å	100000.	0.342E-01	0.156E-02	0.708E-02	0.139E-02	*0.141E-01	*0.278E-02
C= 0.45E+19	150000.	0.321E-01	0.150E-02	0.743E-02	0.155E-02	*0.148E-01	*0.314E-02
	200000.	0.306E-01	0.148E-02	0.755E-02	0.167E-02	*0.151E-01	*0.336E-02
	300000.	0.288E-01	0.144E-02	0.776E-02	0.185E-02	*0.154E-01	*0.371E-02
	500000.	0.265E-01	0.131E-02	0.800E-02	0.203E-02	0.158E-01	0.409E-02
P IV 4S 7P	50000.	0.561E-01	0.251E-02	*0.105E-01	*0.133E-02		
691.7 Å	100000.	0.523E-01	0.218E-02	0.114E-01	0.162E-02		
C= 0.19E+19	150000.	0.502E-01	0.203E-02	0.118E-01	0.179E-02		
	200000.	0.486E-01	0.200E-02	0.119E-01	0.192E-02	*0.238E-01	*0.392E-02
	300000.	0.462E-01	0.201E-02	0.121E-01	0.212E-02	*0.242E-01	*0.423E-02
	500000.	0.429E-01	0.171E-02	0.124E-01	0.231E-02	*0.245E-01	*0.467E-02
P IV 4S 8P	50000.	0.868E-01	-0.287E-02	*0.173E-01	-0.611E-02		
645.9 Å	100000.	0.825E-01	-0.294E-02	*0.186E-01	-0.742E-02		
C= 0.73E+18	150000.	0.796E-01	-0.273E-02	*0.192E-01	-0.804E-02		
	200000.	0.773E-01	-0.222E-02	*0.200E-01	-0.875E-02		
	300000.	0.734E-01	-0.171E-02	*0.206E-01	-0.919E-02		
	500000.	0.679E-01	-0.139E-02	0.208E-01	-0.101E-01		
P IV 5S 5P	50000.	2.38	-0.112	0.227	-0.805E-01	0.451	-0.157
7474.4 Å	100000.	2.08	-0.120	0.261	-0.102	0.519	-0.204
C= 0.75E+21	150000.	1.93	-0.115	0.281	-0.114	0.560	-0.232
	200000.	1.83	-0.111	0.295	-0.123	0.586	-0.249
	300000.	1.70	-0.106	0.309	-0.136	0.615	-0.277
	500000.	1.55	-0.100E+00	0.328	-0.151	0.642	-0.304
P IV 5S 6P	50000.	0.356	-0.203E-03	0.510E-01	-0.120E-02	*0.101	-0.235E-02
2243.2 Å	100000.	0.319	-0.280E-02	0.569E-01	-0.176E-02	*0.113	-0.353E-02
C= 0.36E+20	150000.	0.301	-0.172E-02	0.595E-01	-0.214E-02	*0.119	-0.432E-02
	200000.	0.288	-0.168E-02	0.606E-01	-0.233E-02	*0.121	-0.473E-02
	300000.	0.271	-0.144E-02	0.620E-01	-0.260E-02	*0.123	-0.526E-02
	500000.	0.250	-0.178E-02	0.635E-01	-0.297E-02	0.125	-0.600E-02
P IV 5S 7P	50000.	0.323	0.659E-02	*0.563E-01	*0.353E-02		
1603.4 Å	100000.	0.303	0.358E-02	0.613E-01	0.450E-02		
C= 0.10E+20	150000.	0.291	0.374E-02	0.629E-01	0.505E-02		
	200000.	0.282	0.371E-02	0.638E-01	0.543E-02	*0.127	*0.110E-01
	300000.	0.268	0.411E-02	0.646E-01	0.600E-02	*0.129	*0.121E-01
	500000.	0.248	0.285E-02	0.663E-01	0.660E-02	*0.130	*0.135E-01
P IV 5S 8P	50000.	0.410	-0.178E-01	*0.787E-01	-0.289E-01		
1377.3 Å	100000.	0.391	-0.191E-01	*0.859E-01	-0.351E-01		
C= 0.33E+19	150000.	0.378	-0.176E-01	*0.882E-01	-0.380E-01		
	200000.	0.366	-0.152E-01	*0.901E-01	-0.410E-01		
	300000.	0.348	-0.127E-01	*0.944E-01	-0.439E-01		
	500000.	0.322	-0.110E-01	0.946E-01	-0.470E-01		
P IV 6S 6P	50000.	17.4	-1.49	2.08	-0.949	*4.16	-1.82
13853.1 Å	100000.	16.0	-1.33	2.38	-1.16	*4.75	-2.31
C= 0.14E+22	150000.	15.1	-1.26	2.53	-1.30	*5.08	-2.61
	200000.	14.6	-1.22	2.63	-1.39	*5.29	-2.81
	300000.	13.7	-1.17	2.72	-1.49	*5.52	-3.04
	500000.	12.6	-0.984	2.93	-1.65	*5.91	-3.38
P IV 6S 7P	50000.	2.31	-0.787E-01	*0.353	-0.683E-01		
3999.2 Å	100000.	2.19	-0.774E-01	0.385	-0.837E-01		
C= 0.63E+20	150000.	2.11	-0.750E-01	0.397	-0.932E-01		
	200000.	2.05	-0.728E-01	0.400	-0.997E-01	*0.800	-0.201
	300000.	1.94	-0.671E-01	0.410	-0.107	*0.813	-0.218
	500000.	1.80	-0.584E-01	0.421	-0.119	*0.838	-0.243
P IV 6S 8P	50000.	1.88	-0.140	*0.341	-0.138		
2837.4 Å	100000.	1.81	-0.133	*0.367	-0.168		
C= 0.14E+20	150000.	1.75	-0.126	*0.381	-0.182		
	200000.	1.70	-0.114	*0.394	-0.192		
	300000.	1.62	-0.101	*0.413	-0.209		
	500000.	1.50	-0.852E-01	0.435	-0.232		

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 7S 8P	50000.	13.9	-2.18	*2.28	-1.19		
7052.5 Å	100000.	13.4	-1.76	*2.48	-1.42		
C= 0.87E+20	150000.	12.9	-1.60	*2.66	-1.58		
	200000.	12.6	-1.50	*2.80	-1.67		
	300000.	11.9	-1.29	*2.85	-1.77		
	500000.	11.0	-1.03	*3.10	-1.88		
P IV 3P 4S	50000.	0.355E-02	0.341E-03	0.110E-03	0.186E-03	0.218E-03	0.366E-03
630.8 Å	100000.	0.262E-02	0.351E-03	0.200E-03	0.262E-03	0.399E-03	0.523E-03
C= 0.12E+20	150000.	0.224E-02	0.386E-03	0.274E-03	0.298E-03	0.552E-03	0.604E-03
	200000.	0.204E-02	0.367E-03	0.308E-03	0.323E-03	0.622E-03	0.654E-03
	300000.	0.180E-02	0.348E-03	0.362E-03	0.358E-03	0.728E-03	0.727E-03
	500000.	0.155E-02	0.328E-03	0.429E-03	0.405E-03	0.870E-03	0.829E-03
P IV 3P 5S	50000.	0.370E-02	0.852E-03	0.277E-03	0.369E-03	0.556E-03	0.717E-03
415.4 Å	100000.	0.298E-02	0.755E-03	0.427E-03	0.455E-03	0.864E-03	0.909E-03
C= 0.23E+19	150000.	0.267E-02	0.698E-03	0.497E-03	0.506E-03	0.100E-02	0.102E-02
	200000.	0.246E-02	0.668E-03	0.544E-03	0.547E-03	0.110E-02	0.110E-02
	300000.	0.220E-02	0.621E-03	0.628E-03	0.596E-03	0.127E-02	0.122E-02
	500000.	0.193E-02	0.577E-03	0.714E-03	0.665E-03	0.145E-02	0.133E-02
P IV 3P 6S	50000.	0.602E-02	0.217E-02	0.707E-03	0.767E-03	*0.142E-02	*0.146E-02
359.6 Å	100000.	0.519E-02	0.176E-02	0.932E-03	0.937E-03	*0.188E-02	*0.185E-02
C= 0.93E+18	150000.	0.472E-02	0.151E-02	0.106E-02	0.103E-02	*0.216E-02	*0.208E-02
	200000.	0.441E-02	0.140E-02	0.117E-02	0.110E-02	*0.239E-02	*0.223E-02
	300000.	0.402E-02	0.129E-02	0.133E-02	0.119E-02	0.265E-02	0.244E-02
	500000.	0.359E-02	0.111E-02	0.144E-02	0.129E-02	0.288E-02	0.263E-02
P IV 3P 7S	50000.	0.110E-01	0.460E-02	0.169E-02	0.168E-02		
334.3 Å	100000.	0.977E-02	0.361E-02	0.214E-02	0.204E-02		
C= 0.44E+18	150000.	0.908E-02	0.320E-02	0.240E-02	0.222E-02	*0.485E-02	*0.445E-02
	200000.	0.858E-02	0.296E-02	0.264E-02	0.239E-02	*0.522E-02	*0.484E-02
	300000.	0.789E-02	0.261E-02	0.274E-02	0.255E-02	*0.558E-02	*0.509E-02
	500000.	0.707E-02	0.212E-02	0.325E-02	0.275E-02	*0.651E-02	*0.565E-02
P IV 4P 5S	50000.	0.101	0.129E-01	0.701E-02	0.751E-02	0.140E-01	0.146E-01
1907.5 Å	100000.	0.827E-01	0.139E-01	0.988E-02	0.931E-02	0.198E-01	0.185E-01
C= 0.49E+20	150000.	0.748E-01	0.127E-01	0.113E-01	0.103E-01	0.225E-01	0.209E-01
	200000.	0.697E-01	0.122E-01	0.122E-01	0.111E-01	0.249E-01	0.225E-01
	300000.	0.633E-01	0.116E-01	0.140E-01	0.123E-01	0.279E-01	0.247E-01
	500000.	0.567E-01	0.109E-01	0.157E-01	0.134E-01	0.324E-01	0.275E-01
P IV 4P 6S	50000.	0.648E-01	0.181E-01	0.690E-02	0.730E-02	*0.138E-01	*0.139E-01
1113.8 Å	100000.	0.558E-01	0.156E-01	0.901E-02	0.892E-02	*0.183E-01	*0.176E-01
C= 0.90E+19	150000.	0.512E-01	0.136E-01	0.102E-01	0.983E-02	*0.210E-01	*0.198E-01
	200000.	0.481E-01	0.125E-01	0.112E-01	0.105E-01	*0.229E-01	*0.213E-01
	300000.	0.442E-01	0.114E-01	0.129E-01	0.114E-01	0.253E-01	0.232E-01
	500000.	0.397E-01	0.101E-01	0.139E-01	0.123E-01	0.280E-01	0.249E-01
P IV 4P 7S	50000.	0.846E-01	0.329E-01	0.123E-01	0.122E-01		
902.1 Å	100000.	0.750E-01	0.258E-01	0.156E-01	0.149E-01		
C= 0.32E+19	150000.	0.699E-01	0.226E-01	0.175E-01	0.161E-01	*0.354E-01	*0.324E-01
	200000.	0.662E-01	0.211E-01	0.192E-01	0.174E-01	*0.380E-01	*0.352E-01
	300000.	0.611E-01	0.186E-01	0.199E-01	0.185E-01	*0.406E-01	*0.370E-01
	500000.	0.550E-01	0.151E-01	0.237E-01	0.200E-01	*0.472E-01	*0.411E-01
P IV 5P 6S	50000.	1.12	0.200	0.112	0.958E-01	*0.226	*0.184
4169.9 Å	100000.	1.01	0.157	0.140	0.118	*0.279	*0.233
C= 0.13E+21	150000.	0.944	0.148	0.158	0.130	*0.314	*0.265
	200000.	0.900	0.142	0.166	0.139	*0.337	*0.277
	300000.	0.839	0.135	0.182	0.150	0.369	0.304
	500000.	0.765	0.115	0.203	0.163	0.408	0.329
P IV 5P 7S	50000.	0.568	0.181	0.766E-01	0.727E-01		
2220.0 Å	100000.	0.516	0.145	0.957E-01	0.884E-01		
C= 0.19E+20	150000.	0.485	0.125	0.106	0.960E-01	*0.218	*0.193
	200000.	0.463	0.118	0.116	0.104	*0.232	*0.209
	300000.	0.431	0.105	0.122	0.110	*0.248	*0.220
	500000.	0.391	0.851E-01	0.145	0.120	*0.285	*0.244

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 6P 7S	50000.	7.24	1.72	*0.922	*0.753		
7222.9 Å	100000.	6.69	1.33	1.13	0.920		
C= 0.21E+21	150000.	6.37	1.18	1.22	0.986		
	200000.	6.13	1.13	1.29	1.07	*2.56	*2.16
	300000.	5.76	1.02	1.37	1.13	*2.75	*2.28
	500000.	5.26	0.797	1.57	1.25	*3.18	*2.55
P IV 3P 3D	50000.	0.337E-02	-0.624E-05	0.137E-03	0.857E-06	0.267E-03	0.168E-05
826.3 Å	100000.	0.245E-02	-0.105E-04	0.217E-03	0.172E-05	0.429E-03	0.343E-05
C= 0.46E+20	150000.	0.206E-02	-0.715E-05	0.266E-03	0.257E-05	0.526E-03	0.514E-05
	200000.	0.184E-02	-0.564E-05	0.294E-03	0.338E-05	0.584E-03	0.676E-05
	300000.	0.159E-02	-0.963E-05	0.317E-03	0.481E-05	0.629E-03	0.965E-05
	500000.	0.136E-02	-0.114E-04	0.346E-03	0.697E-05	0.690E-03	0.140E-04
P IV 3P 4D	50000.	0.332E-02	0.200E-03	0.287E-03	0.181E-03	0.567E-03	0.355E-03
444.7 Å	100000.	0.267E-02	0.212E-03	0.378E-03	0.245E-03	0.756E-03	0.491E-03
C= 0.21E+19	150000.	0.237E-02	0.208E-03	0.421E-03	0.273E-03	0.841E-03	0.553E-03
	200000.	0.219E-02	0.205E-03	0.451E-03	0.293E-03	0.907E-03	0.595E-03
	300000.	0.197E-02	0.196E-03	0.497E-03	0.325E-03	0.996E-03	0.661E-03
	500000.	0.175E-02	0.180E-03	0.561E-03	0.367E-03	0.111E-02	0.749E-03
P IV 3P 5D	50000.	0.551E-02	0.563E-03	0.697E-03	0.441E-03	*0.139E-02	*0.854E-03
371.8 Å	100000.	0.477E-02	0.499E-03	0.832E-03	0.535E-03	0.166E-02	0.106E-02
C= 0.86E+18	150000.	0.438E-02	0.494E-03	0.912E-03	0.594E-03	0.184E-02	0.121E-02
	200000.	0.413E-02	0.479E-03	0.969E-03	0.639E-03	0.193E-02	0.129E-02
	300000.	0.380E-02	0.458E-03	0.105E-02	0.700E-03	0.209E-02	0.141E-02
	500000.	0.342E-02	0.387E-03	0.116E-02	0.768E-03	0.231E-02	0.158E-02
P IV 3P 6D	50000.	0.114E-01	0.164E-02	0.189E-02	0.141E-02		
339.4 Å	100000.	0.101E-01	0.153E-02	0.226E-02	0.172E-02		
C= 0.28E+18	150000.	0.941E-02	0.149E-02	0.243E-02	0.185E-02	*0.489E-02	*0.373E-02
	200000.	0.892E-02	0.140E-02	0.263E-02	0.196E-02	*0.533E-02	*0.403E-02
	300000.	0.824E-02	0.123E-02	0.293E-02	0.215E-02	*0.573E-02	*0.437E-02
	500000.	0.742E-02	0.102E-02	0.308E-02	0.236E-02	*0.602E-02	*0.479E-02
P IV 3P 7D	50000.	0.200E-01	0.369E-02	*0.391E-02	*0.294E-02		
324.0 Å	100000.	0.185E-01	0.332E-02	*0.465E-02	*0.355E-02		
C= 0.15E+18	150000.	0.175E-01	0.307E-02	*0.497E-02	*0.382E-02		
	200000.	0.168E-01	0.280E-02	*0.515E-02	*0.404E-02		
	300000.	0.156E-01	0.239E-02	*0.563E-02	*0.439E-02		
	500000.	0.141E-01	0.200E-02	*0.587E-02	*0.470E-02		
P IV 4P 4D	50000.	0.172	0.504E-02	0.149E-01	0.609E-02	0.294E-01	0.119E-01
2735.1 Å	100000.	0.138	0.580E-02	0.181E-01	0.836E-02	0.361E-01	0.167E-01
C= 0.78E+20	150000.	0.123	0.510E-02	0.198E-01	0.929E-02	0.395E-01	0.188E-01
	200000.	0.114	0.485E-02	0.210E-01	0.100E-01	0.417E-01	0.203E-01
	300000.	0.104	0.486E-02	0.226E-01	0.112E-01	0.452E-01	0.224E-01
	500000.	0.927E-01	0.434E-02	0.243E-01	0.125E-01	0.477E-01	0.253E-01
P IV 4P 5D	50000.	0.696E-01	0.563E-02	0.817E-02	0.481E-02	*0.163E-01	*0.932E-02
1239.6 Å	100000.	0.598E-01	0.502E-02	0.967E-02	0.584E-02	0.194E-01	0.116E-01
C= 0.96E+19	150000.	0.548E-01	0.489E-02	0.106E-01	0.651E-02	0.212E-01	0.131E-01
	200000.	0.516E-01	0.471E-02	0.112E-01	0.697E-02	0.224E-01	0.141E-01
	300000.	0.475E-01	0.454E-02	0.120E-01	0.766E-02	0.237E-01	0.153E-01
	500000.	0.429E-01	0.379E-02	0.132E-01	0.841E-02	0.261E-01	0.172E-01
P IV 4P 6D	50000.	0.919E-01	0.121E-01	0.147E-01	0.108E-01		
940.2 Å	100000.	0.812E-01	0.113E-01	0.175E-01	0.132E-01		
C= 0.21E+19	150000.	0.755E-01	0.110E-01	0.188E-01	0.142E-01	*0.378E-01	*0.286E-01
	200000.	0.716E-01	0.104E-01	0.203E-01	0.150E-01	*0.411E-01	*0.309E-01
	300000.	0.662E-01	0.911E-02	0.225E-01	0.164E-01	*0.442E-01	*0.335E-01
	500000.	0.596E-01	0.749E-02	0.237E-01	0.180E-01	*0.461E-01	*0.365E-01
P IV 4P 7D	50000.	0.135	0.241E-01	*0.258E-01	*0.193E-01		
830.9 Å	100000.	0.125	0.210E-01	*0.306E-01	*0.233E-01		
C= 0.10E+19	150000.	0.118	0.194E-01	*0.327E-01	*0.251E-01		
	200000.	0.113	0.181E-01	*0.339E-01	*0.265E-01		
	300000.	0.105	0.154E-01	*0.370E-01	*0.288E-01		
	500000.	0.948E-01	0.129E-01	*0.387E-01	*0.309E-01		

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 5P 5D	50000.	2.62	0.116	0.309	0.120	*0.612	*0.232
6725.6 Å	100000.	2.32	0.806E-01	0.353	0.146	*0.706	*0.289
C= 0.28E+21	150000.	2.16	0.860E-01	0.379	0.162	*0.758	*0.327
	200000.	2.05	0.821E-01	0.392	0.176	0.789	0.353
	300000.	1.91	0.781E-01	0.411	0.189	0.812	0.383
	500000.	1.74	0.585E-01	0.427	0.208	0.842	0.424
P IV 5P 6D	50000.	0.701	0.744E-01	0.104	0.726E-01		
2465.7 Å	100000.	0.628	0.683E-01	0.123	0.886E-01		
C= 0.15E+20	150000.	0.587	0.675E-01	0.132	0.952E-01	*0.268	*0.193
	200000.	0.558	0.633E-01	0.144	0.103	*0.286	*0.209
	300000.	0.518	0.550E-01	0.158	0.112	*0.307	*0.227
	500000.	0.469	0.443E-01	0.166	0.122	*0.320	*0.245
P IV 5P 7D	50000.	0.693	0.104	*0.126	*0.930E-01		
1833.1 Å	100000.	0.644	0.964E-01	*0.150	*0.113		
C= 0.49E+19	150000.	0.610	0.893E-01	*0.160	*0.121		
	200000.	0.584	0.833E-01	*0.166	*0.128		
	300000.	0.544	0.707E-01	*0.181	*0.139		
	500000.	0.493	0.589E-01	*0.190	*0.150		
P IV 6P 6D	50000.	15.8	1.17	*2.28	*1.32		
10688.7 Å	100000.	14.3	1.10	2.62	1.60		
C= 0.27E+21	150000.	13.5	1.07	2.78	1.74		
	200000.	12.9	1.00	2.98	1.88	*5.82	*3.76
	300000.	12.0	0.849	3.19	2.05	*6.14	*4.10
	500000.	11.0	0.669	3.33	2.19	*6.53	*4.47
P IV 6P 7D	50000.	4.17	0.524	*0.722	*0.502		
4282.4 Å	100000.	3.89	0.494	*0.847	*0.612		
C= 0.27E+20	150000.	3.69	0.453	*0.893	*0.654		
	200000.	3.54	0.423	*0.935	*0.692		
	300000.	3.31	0.356	*1.01	*0.751		
	500000.	3.01	0.295	*1.04	*0.802		
P IV 3D 4P	50000.	0.289E-01	0.769E-03	0.231E-02	0.394E-03	0.456E-02	0.775E-03
1486.1 Å	100000.	0.220E-01	0.694E-03	0.307E-02	0.596E-03	0.611E-02	0.120E-02
C= 0.66E+20	150000.	0.192E-01	0.841E-03	0.332E-02	0.726E-03	0.659E-02	0.146E-02
	200000.	0.176E-01	0.873E-03	0.349E-02	0.814E-03	0.694E-02	0.165E-02
	300000.	0.158E-01	0.788E-03	0.373E-02	0.904E-03	0.743E-02	0.183E-02
	500000.	0.140E-01	0.762E-03	0.398E-02	0.103E-02	0.797E-02	0.209E-02
P IV 3D 5P	50000.	0.168E-01	0.875E-03	0.230E-02	0.588E-03	0.456E-02	0.115E-02
751.4 Å	100000.	0.144E-01	0.104E-02	0.262E-02	0.780E-03	0.521E-02	0.156E-02
C= 0.76E+19	150000.	0.132E-01	0.963E-03	0.280E-02	0.867E-03	0.559E-02	0.176E-02
	200000.	0.125E-01	0.946E-03	0.293E-02	0.936E-03	0.585E-02	0.190E-02
	300000.	0.115E-01	0.905E-03	0.305E-02	0.103E-02	0.608E-02	0.211E-02
	500000.	0.105E-01	0.860E-03	0.317E-02	0.117E-02	0.630E-02	0.235E-02
P IV 3D 6P	50000.	0.217E-01	0.143E-02	0.380E-02	0.754E-03	*0.754E-02	*0.147E-02
608.7 Å	100000.	0.193E-01	0.136E-02	0.425E-02	0.935E-03	*0.848E-02	*0.186E-02
C= 0.27E+19	150000.	0.181E-01	0.131E-02	0.445E-02	0.104E-02	*0.888E-02	*0.210E-02
	200000.	0.173E-01	0.127E-02	0.453E-02	0.111E-02	*0.906E-02	*0.226E-02
	300000.	0.163E-01	0.121E-02	0.466E-02	0.123E-02	*0.936E-02	*0.248E-02
	500000.	0.150E-01	0.111E-02	0.478E-02	0.135E-02	*0.956E-02	*0.278E-02
P IV 3D 7P	50000.	0.342E-01	0.201E-02	*0.664E-02	*0.897E-03		
549.2 Å	100000.	0.321E-01	0.174E-02	0.722E-02	0.109E-02		
C= 0.12E+19	150000.	0.308E-01	0.164E-02	0.743E-02	0.121E-02		
	200000.	0.299E-01	0.158E-02	0.752E-02	0.130E-02	*0.150E-01	*0.262E-02
	300000.	0.284E-01	0.156E-02	0.768E-02	0.142E-02	*0.152E-01	*0.287E-02
	500000.	0.264E-01	0.135E-02	0.782E-02	0.159E-02	*0.155E-01	*0.323E-02
P IV 3D 8P	50000.	0.552E-01	-0.156E-02	*0.112E-01	-0.394E-02		
520.0 Å	100000.	0.526E-01	-0.162E-02	*0.120E-01	-0.480E-02		
C= 0.47E+18	150000.	0.509E-01	-0.148E-02	*0.125E-01	-0.517E-02		
	200000.	0.494E-01	-0.117E-02	*0.129E-01	-0.563E-02		
	300000.	0.469E-01	-0.854E-03	*0.134E-01	-0.591E-02		
	500000.	0.434E-01	-0.667E-03	0.136E-01	-0.653E-02		

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 4D 5P	50000.	0.445	0.468E-02	0.529E-01	0.251E-02	0.105	0.493E-02
3419.9 Å	100000.	0.383	0.811E-02	0.598E-01	0.372E-02	0.119	0.745E-02
C= 0.12E+21	150000.	0.353	0.697E-02	0.637E-01	0.454E-02	0.127	0.918E-02
	200000.	0.334	0.701E-02	0.662E-01	0.500E-02	0.132	0.101E-01
	300000.	0.309	0.677E-02	0.683E-01	0.557E-02	0.136	0.113E-01
	500000.	0.281	0.691E-02	0.706E-01	0.632E-02	0.140	0.129E-01
P IV 4D 6P	50000.	0.181	0.667E-02	0.290E-01	0.391E-02	*0.575E-01	*0.762E-02
1654.5 Å	100000.	0.161	0.643E-02	0.324E-01	0.497E-02	*0.645E-01	*0.992E-02
C= 0.20E+20	150000.	0.151	0.642E-02	0.338E-01	0.556E-02	*0.675E-01	*0.113E-01
	200000.	0.145	0.623E-02	0.345E-01	0.598E-02	*0.686E-01	*0.121E-01
	300000.	0.136	0.603E-02	0.353E-01	0.663E-02	*0.704E-01	*0.134E-01
	500000.	0.125	0.557E-02	0.361E-01	0.732E-02	0.717E-01	0.148E-01
P IV 4D 7P	50000.	0.198	0.841E-02	*0.365E-01	*0.406E-02		
1278.3 Å	100000.	0.185	0.717E-02	0.396E-01	0.495E-02		
C= 0.64E+19	150000.	0.177	0.684E-02	0.407E-01	0.550E-02		
	200000.	0.172	0.667E-02	0.414E-01	0.591E-02	*0.822E-01	*0.120E-01
	300000.	0.163	0.670E-02	0.420E-01	0.652E-02	*0.839E-01	*0.133E-01
	500000.	0.151	0.572E-02	0.430E-01	0.709E-02	*0.849E-01	*0.146E-01
P IV 4D 8P	50000.	0.270	-0.900E-02	*0.534E-01	-0.188E-01		
1130.4 Å	100000.	0.257	-0.925E-02	*0.576E-01	-0.229E-01		
C= 0.22E+19	150000.	0.248	-0.845E-02	*0.593E-01	-0.249E-01		
	200000.	0.241	-0.694E-02	*0.615E-01	-0.270E-01		
	300000.	0.229	-0.539E-02	*0.634E-01	-0.285E-01		
	500000.	0.212	-0.436E-02	0.643E-01	-0.310E-01		
P IV 5D 6P	50000.	3.15	-0.254E-01	0.451	-0.673E-01	*0.892	-0.131
6123.1 Å	100000.	2.85	-0.825E-02	0.503	-0.843E-01	*1.00	-0.168
C= 0.23E+21	150000.	2.68	-0.772E-02	0.522	-0.938E-01	*1.04	-0.190
	200000.	2.57	-0.648E-02	0.533	-0.101	*1.06	-0.203
	300000.	2.41	-0.463E-02	0.546	-0.112	*1.09	-0.225
	500000.	2.22	0.515E-02	0.559	-0.123	*1.11	-0.248
P IV 5D 7P	50000.	1.18	0.171E-01	*0.201	-0.453E-02		
2931.0 Å	100000.	1.11	0.150E-01	*0.217	-0.631E-02		
C= 0.34E+20	150000.	1.07	0.138E-01	0.223	-0.710E-02		
	200000.	1.03	0.138E-01	0.227	-0.773E-02	*0.450	-0.156E-01
	300000.	0.978	0.151E-01	0.231	-0.856E-02	*0.455	-0.173E-01
	500000.	0.906	0.137E-01	0.236	-0.968E-02	*0.463	-0.197E-01
P IV 5D 8P	50000.	1.16	-0.512E-01	*0.217	-0.797E-01		
2254.5 Å	100000.	1.10	-0.497E-01	*0.235	-0.978E-01		
C= 0.89E+19	150000.	1.07	-0.465E-01	*0.242	-0.106		
	200000.	1.03	-0.400E-01	*0.245	-0.112		
	300000.	0.980	-0.333E-01	*0.263	-0.122		
	500000.	0.907	-0.270E-01	0.259	-0.128		
P IV 6D 7P	50000.	26.5	-1.07	*4.00	-1.56		
11861.0 Å	100000.	24.8	-1.08	*4.36	-1.92		
C= 0.34E+21	150000.	23.7	-1.07	*4.54	-2.09		
	200000.	22.8	-0.981	4.78	-2.21		
	300000.	21.5	-0.780	5.01	-2.38		
	500000.	19.8	-0.618	5.18	-2.57	*9.95	-5.23
P IV 6D 8P	50000.	7.95	-0.574	*1.37	-0.618		
5356.6 Å	100000.	7.55	-0.552	*1.50	-0.755		
C= 0.50E+20	150000.	7.26	-0.527	*1.53	-0.807		
	200000.	7.02	-0.473	*1.59	-0.858		
	300000.	6.63	-0.398	*1.71	-0.948		
	500000.	6.10	-0.324	*1.86	-1.02		
P IV 3D 4F	50000.	0.120E-01	-0.751E-04	0.837E-03	-0.368E-03	0.165E-02	-0.722E-03
875.1 Å	100000.	0.920E-02	-0.123E-03	0.113E-02	-0.516E-03	0.225E-02	-0.103E-02
C= 0.80E+19	150000.	0.807E-02	-0.236E-04	0.124E-02	-0.586E-03	0.246E-02	-0.119E-02
	200000.	0.740E-02	-0.172E-05	0.131E-02	-0.636E-03	0.261E-02	-0.128E-02
	300000.	0.664E-02	-0.302E-04	0.143E-02	-0.702E-03	0.283E-02	-0.143E-02
	500000.	0.587E-02	-0.596E-05	0.158E-02	-0.795E-03	0.309E-02	-0.162E-02

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 3D 5F	50000.	0.263E-01	0.866E-03	0.652E-02	0.589E-02		
648.5 Å	100000.	0.215E-01	0.851E-03	0.855E-02	0.720E-02	*0.157E-01	*0.139E-01
C= 0.17E+18	150000.	0.191E-01	0.800E-03	0.101E-01	0.777E-02	*0.178E-01	*0.158E-01
	200000.	0.176E-01	0.775E-03	0.107E-01	0.836E-02	*0.185E-01	*0.165E-01
	300000.	0.158E-01	0.625E-03	0.125E-01	0.881E-02	*0.209E-01	*0.177E-01
	500000.	0.137E-01	0.519E-03	0.156E-01	0.983E-02	*0.233E-01	*0.200E-01
P IV 4D 4F	50000.	2.36	-0.105	0.195	-0.114	0.385	-0.222
9599.5 Å	100000.	1.89	-0.117	0.243	-0.146	0.485	-0.292
C= 0.96E+21	150000.	1.69	-0.101	0.268	-0.164	0.535	-0.331
	200000.	1.57	-0.968E-01	0.285	-0.176	0.572	-0.356
	300000.	1.42	-0.967E-01	0.317	-0.196	0.628	-0.397
	500000.	1.26	-0.861E-01	0.348	-0.219	0.681	-0.446
P IV 4D 5F	50000.	0.281	0.411E-02	0.604E-01	0.541E-01		
1985.9 Å	100000.	0.231	0.369E-02	0.798E-01	0.662E-01	*0.147	*0.128
C= 0.16E+19	150000.	0.206	0.331E-02	0.937E-01	0.718E-01	*0.166	*0.146
	200000.	0.191	0.315E-02	0.997E-01	0.760E-01	*0.175	*0.152
	300000.	0.171	0.190E-02	0.118	0.809E-01	*0.193	*0.164
	500000.	0.150	0.122E-02	0.143	0.915E-01	*0.217	*0.184
P IV 5D 5F	50000.	23.4	-0.506	3.91	3.28		
16012.6 Å	100000.	19.8	-0.407	5.12	4.03	*9.23	*7.91
C= 0.10E+21	150000.	17.9	-0.429	5.82	4.39	*10.2	*8.77
	200000.	16.7	-0.415	6.52	4.60	*11.1	*9.21
	300000.	15.2	-0.469	7.60	4.92	*12.5	*9.97
	500000.	13.4	-0.406	9.11	5.44	*13.7	*11.3
P IV 4F 5D	50000.	0.423	0.367E-01	0.478E-01	0.297E-01	*0.955E-01	*0.576E-01
2968.1 Å	100000.	0.361	0.333E-01	0.570E-01	0.362E-01	0.114	0.719E-01
C= 0.55E+20	150000.	0.330	0.318E-01	0.625E-01	0.401E-01	0.125	0.811E-01
	200000.	0.311	0.306E-01	0.667E-01	0.431E-01	0.135	0.880E-01
	300000.	0.286	0.296E-01	0.720E-01	0.470E-01	0.143	0.952E-01
	500000.	0.257	0.249E-01	0.771E-01	0.515E-01	0.153	0.103
P IV 4F 6D	50000.	0.302	0.407E-01	0.474E-01	0.351E-01		
1684.1 Å	100000.	0.266	0.380E-01	0.566E-01	0.428E-01		
C= 0.68E+19	150000.	0.247	0.367E-01	0.606E-01	0.461E-01	*0.121	*0.926E-01
	200000.	0.234	0.345E-01	0.652E-01	0.487E-01	*0.133	*0.995E-01
	300000.	0.217	0.304E-01	0.724E-01	0.528E-01	*0.145	*0.109
	500000.	0.195	0.250E-01	0.783E-01	0.592E-01	*0.151	*0.119
P IV 4F 7D	50000.	0.367	0.669E-01	*0.696E-01	*0.522E-01		
1362.9 Å	100000.	0.339	0.596E-01	*0.826E-01	*0.630E-01		
C= 0.27E+19	150000.	0.321	0.549E-01	*0.884E-01	*0.678E-01		
	200000.	0.306	0.496E-01	*0.919E-01	*0.719E-01		
	300000.	0.285	0.423E-01	*0.997E-01	*0.778E-01		
	500000.	0.257	0.354E-01	*0.104	*0.833E-01		
P IV 5F 6D	50000.	3.91	0.322	0.369	-0.110	*0.691	-0.212
5143.5 Å	100000.	3.41	0.298	0.447	-0.135	*0.784	-0.267
C= 0.11E+20	150000.	3.13	0.291	0.497	-0.149	*0.831	-0.302
	200000.	2.95	0.273	0.536	-0.160	*0.852	-0.322
	300000.	2.70	0.243	0.611	-0.173	*0.883	-0.351
	500000.	2.41	0.201	0.728	-0.193	*0.943	-0.387
P IV 5F 7D	50000.	2.13	0.305	*0.293	*0.185		
2990.6 Å	100000.	1.94	0.260	*0.343	*0.223		
C= 0.36E+19	150000.	1.82	0.239	*0.380	*0.240		
	200000.	1.73	0.222	*0.412	*0.259		
	300000.	1.60	0.190	*0.443	*0.275		
	500000.	1.43	0.160	*0.536	*0.308		
PERTURBER DENSITY = 1.E+18cm-3							
P IV 3S 3P	50000.	0.438E-01	-0.173E-03	0.101E-02	-0.271E-04	0.195E-02	-0.511E-04
950.7 Å	100000.	0.316E-01	-0.228E-03	0.178E-02	-0.558E-04	0.349E-02	-0.109E-03
C= 0.81E+21	150000.	0.264E-01	-0.178E-03	0.218E-02	-0.824E-04	0.429E-02	-0.164E-03
	200000.	0.236E-01	-0.159E-03	0.251E-02	-0.106E-03	0.496E-02	-0.211E-03
	300000.	0.203E-01	-0.184E-03	0.280E-02	-0.143E-03	0.558E-02	-0.287E-03
	500000.	0.173E-01	-0.228E-03	0.308E-02	-0.192E-03	0.612E-02	-0.389E-03

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 3S 4P	50000.	0.193E-01	0.390E-03	0.146E-02	0.122E-03	0.283E-02	0.230E-03
388.3 Å	100000.	0.148E-01	0.250E-03	0.196E-02	0.210E-03	0.388E-02	0.411E-03
C= 0.35E+20	150000.	0.130E-01	0.386E-03	0.211E-02	0.256E-03	0.418E-02	0.509E-03
	200000.	0.119E-01	0.418E-03	0.222E-02	0.295E-03	0.441E-02	0.591E-03
	300000.	0.107E-01	0.348E-03	0.237E-02	0.345E-03	0.472E-02	0.698E-03
	500000.	0.943E-02	0.342E-03	0.254E-02	0.393E-03	0.506E-02	0.795E-03
P IV 3S 5P	50000.	0.310E-01	-0.618E-03	0.353E-02	-0.130E-02		
315.6 Å	100000.	0.256E-01	-0.322E-03	0.411E-02	-0.172E-02	*0.810E-02	-0.327E-02
C= 0.57E+19	150000.	0.231E-01	-0.274E-03	0.445E-02	-0.197E-02	*0.884E-02	-0.386E-02
	200000.	0.216E-01	-0.290E-03	0.470E-02	-0.211E-02	*0.929E-02	-0.419E-02
	300000.	0.197E-01	-0.285E-03	0.500E-02	-0.235E-02	*0.986E-02	-0.473E-02
	500000.	0.177E-01	-0.139E-03	0.530E-02	-0.258E-02	*0.103E-01	-0.524E-02
P IV 3S 6P	50000.	0.475E-01	0.250E-02	*0.814E-02	*0.115E-02		
282.3 Å	100000.	0.420E-01	0.244E-02	*0.920E-02	*0.152E-02		
C= 0.53E+19	150000.	0.393E-01	0.240E-02	*0.964E-02	*0.173E-02		
	200000.	0.376E-01	0.232E-02	*0.985E-02	*0.187E-02		
	300000.	0.353E-01	0.223E-02	*0.100E-01	*0.208E-02		
	500000.	0.326E-01	0.210E-02	*0.103E-01	*0.231E-02		
P IV 4S 4P	50000.	3.34	-0.107	0.186	-0.958E-01	*0.363	-0.177
4250.9 Å	100000.	2.60	-0.157	0.257	-0.138	*0.512	-0.266
C= 0.43E+22	150000.	2.29	-0.150	0.283	-0.156	0.565	-0.310
	200000.	2.11	-0.137	0.302	-0.170	0.603	-0.338
	300000.	1.90	-0.140	0.329	-0.188	0.660	-0.382
	500000.	1.69	-0.133	0.367	-0.216	0.726	-0.434
P IV 4S 5P	50000.	0.531	-0.214E-01	0.532E-01	-0.238E-01		
1206.4 Å	100000.	0.437	-0.198E-01	0.623E-01	-0.313E-01		
C= 0.83E+20	150000.	0.395	-0.198E-01	0.683E-01	-0.356E-01	*0.136	-0.692E-01
	200000.	0.369	-0.193E-01	0.725E-01	-0.381E-01	*0.143	-0.751E-01
	300000.	0.338	-0.188E-01	0.777E-01	-0.423E-01	*0.152	-0.850E-01
	500000.	0.303	-0.160E-01	0.837E-01	-0.466E-01	*0.162	- 0.939E-01
P IV 4S 6P	50000.	0.449	0.128E-01	*0.705E-01	*0.755E-02		
831.7 Å	100000.	0.394	0.122E-01	*0.797E-01	*0.102E-01		
C= 0.46E+20	150000.	0.369	0.122E-01	*0.834E-01	*0.116E-01		
	200000.	0.352	0.122E-01	*0.850E-01	*0.126E-01		
	300000.	0.330	0.120E-01	*0.870E-01	*0.139E-01		
	500000.	0.304	0.114E-01	*0.894E-01	*0.155E-01		
P IV 5S 6P	50000.	4.56	-0.130	*0.562	-0.166		
2322.8 Å	100000.	4.03	-0.111	*0.643	-0.213		
C= 0.31E+21	150000.	3.75	-0.106	*0.681	-0.244		
	200000.	3.57	-0.102	*0.695	-0.262		
	300000.	3.32	-0.967E-01	*0.714	-0.285		
	500000.	3.02	-0.736E-01	*0.754	-0.312		
P IV 3P 4S	50000.	0.677E-01	0.578E-02	0.240E-02	0.348E-02	0.478E-02	0.643E-02
776.4 Å	100000.	0.507E-01	0.668E-02	0.417E-02	0.499E-02	0.836E-02	0.965E-02
C= 0.14E+21	150000.	0.438E-01	0.686E-02	0.533E-02	0.565E-02	0.108E-01	0.112E-01
	200000.	0.399E-01	0.648E-02	0.604E-02	0.612E-02	0.122E-01	0.122E-01
	300000.	0.353E-01	0.629E-02	0.699E-02	0.683E-02	0.141E-01	0.138E-01
	500000.	0.305E-01	0.599E-02	0.823E-02	0.770E-02	0.168E-01	0.156E-01
P IV 3P 5S	50000.	0.786E-01	0.128E-01	*0.873E-02	*0.880E-02		
485.5 Å	100000.	0.647E-01	0.119E-01	0.115E-01	0.114E-01		
C= 0.13E+20	150000.	0.573E-01	0.116E-01	0.133E-01	0.131E-01		
	200000.	0.527E-01	0.113E-01	0.147E-01	0.140E-01		
	300000.	0.470E-01	0.108E-01	0.168E-01	0.152E-01		
	500000.	0.407E-01	0.946E-02	0.189E-01	0.170E-01	0.374E-01	0.338E-01
P IV 3P 6S	50000.	0.870E-01	0.328E-01	*0.108E-01	*0.101E-01		
412.5 Å	100000.	0.735E-01	0.266E-01	*0.137E-01	*0.132E-01		
C= 0.11E+20	150000.	0.664E-01	0.232E-01	*0.158E-01	*0.151E-01		
	200000.	0.619E-01	0.213E-01	*0.174E-01	*0.161E-01		
	300000.	0.560E-01	0.197E-01	*0.188E-01	*0.172E-01		
	500000.	0.495E-01	0.169E-01	*0.215E-01	*0.198E-01		

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 3P 7S	50000.	0.160	0.595E-01				
380.2 Å	100000.	0.142	0.472E-01				
C= 0.48E+19	150000.	0.132	0.425E-01				
	200000.	0.125	0.394E-01				
	300000.	0.115	0.353E-01				
	500000.	0.102	0.294E-01	*0.467E-01	*0.426E-01		
P IV 4P 5S	50000.	1.41	0.177	0.134	0.129		
1863.6 Å	100000.	1.16	0.167	0.176	0.167		
C= 0.20E+21	150000.	1.03	0.160	0.202	0.191		
	200000.	0.954	0.155	0.222	0.206		
	300000.	0.855	0.151	0.253	0.223		
	500000.	0.748	0.130	0.282	0.249	*0.559	*0.495
P IV 4P 6S	50000.	0.692	0.227	*0.792E-01	*0.727E-01		
1110.1 Å	100000.	0.588	0.184	*0.100	*0.951E-01		
C= 0.82E+20	150000.	0.535	0.161	*0.115	*0.109		
	200000.	0.501	0.147	*0.127	*0.116		
	300000.	0.457	0.136	*0.138	*0.124		
	500000.	0.407	0.118	*0.156	*0.143		
P IV 4P 7S	50000.	0.943	0.332				
903.2 Å	100000.	0.840	0.263				
C= 0.27E+20	150000.	0.783	0.235				
	200000.	0.740	0.219				
	300000.	0.682	0.197				
	500000.	0.609	0.164	*0.263	*0.240		
P IV 5P 6S	50000.	7.62	1.99	*0.819	*0.673		
3255.8 Å	100000.	6.58	1.62	*1.01	*0.885		
C= 0.60E+21	150000.	6.03	1.42	*1.17	*1.02		
	200000.	5.68	1.29	*1.25	*1.06		
	300000.	5.23	1.21	*1.36	*1.19		
	500000.	4.70	1.05	*1.60	*1.29		
P IV 5P 7S	50000.	4.96	1.59				
1947.3 Å	100000.	4.44	1.25				
C= 0.13E+21	150000.	4.15	1.11				
	200000.	3.93	1.04				
	300000.	3.63	0.934				
	500000.	3.26	0.774	*1.28	*1.14		
P IV 3P 3D	50000.	0.607E-01	0.190E-02	0.265E-02	0.877E-03	0.514E-02	0.165E-02
877.5 Å	100000.	0.446E-01	0.169E-02	0.397E-02	0.144E-02	0.780E-02	0.282E-02
C= 0.30E+21	150000.	0.380E-01	0.196E-02	0.473E-02	0.176E-02	0.939E-02	0.350E-02
	200000.	0.344E-01	0.213E-02	0.503E-02	0.201E-02	0.100E-01	0.402E-02
	300000.	0.302E-01	0.206E-02	0.548E-02	0.226E-02	0.109E-01	0.458E-02
	500000.	0.263E-01	0.196E-02	0.604E-02	0.260E-02	0.120E-01	0.527E-02
P IV 3P 4D	50000.	0.496E-01	-0.192E-02	0.427E-02	-0.250E-02	*0.833E-02	-0.454E-02
525.9 Å	100000.	0.390E-01	-0.166E-02	0.558E-02	-0.348E-02	*0.111E-01	-0.669E-02
C= 0.14E+20	150000.	0.344E-01	-0.171E-02	0.624E-02	-0.394E-02	*0.124E-01	-0.778E-02
	200000.	0.316E-01	-0.173E-02	0.673E-02	-0.425E-02	*0.132E-01	-0.840E-02
	300000.	0.283E-01	-0.166E-02	0.753E-02	-0.473E-02	*0.145E-01	-0.951E-02
	500000.	0.249E-01	-0.143E-02	0.839E-02	-0.526E-02	*0.162E-01	-0.107E-01
P IV 3P 5D	50000.	0.691E-01	0.818E-02	*0.933E-02	*0.528E-02		
429.5 Å	100000.	0.591E-01	0.772E-02	*0.111E-01	*0.675E-02		
C= 0.14E+20	150000.	0.541E-01	0.755E-02	*0.123E-01	*0.775E-02		
	200000.	0.509E-01	0.731E-02	0.129E-01	0.827E-02		
	300000.	0.469E-01	0.712E-02	0.139E-01	0.911E-02		
	500000.	0.423E-01	0.634E-02	0.153E-01	0.101E-01	*0.304E-01	*0.205E-01
P IV 3P 6D	50000.	0.152	0.204E-01				
386.8 Å	100000.	0.136	0.194E-01				
C= 0.36E+19	150000.	0.127	0.193E-01				
	200000.	0.120	0.181E-01				
	300000.	0.111	0.166E-01	*0.388E-01	*0.284E-01		
	500000.	0.101	0.143E-01	*0.427E-01	*0.317E-01		

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 3P 7D	50000.	*0.261	*0.304E-01				
367.7 Å	100000.	0.239	0.308E-01				
C= 0.18E+19	150000.	0.225	0.296E-01				
	200000.	0.215	0.271E-01				
	300000.	0.199	0.250E-01				
	500000.	0.179	0.228E-01				
P IV 4P 4D	50000.	1.64	-0.716E-01	0.147	-0.662E-01	*0.285	-0.120
2645.1 Å	100000.	1.31	-0.578E-01	0.181	-0.915E-01	*0.358	-0.176
C= 0.35E+21	150000.	1.16	-0.642E-01	0.199	-0.104	*0.394	-0.204
	200000.	1.08	-0.656E-01	0.213	-0.112	*0.419	-0.222
	300000.	0.976	-0.604E-01	0.232	-0.124	*0.456	-0.252
	500000.	0.868	-0.543E-01	0.254	-0.139	*0.482	-0.281
P IV 4P 5D	50000.	0.652	0.616E-01	*0.824E-01	*0.438E-01		
1242.0 Å	100000.	0.556	0.601E-01	*0.978E-01	*0.559E-01		
C= 0.12E+21	150000.	0.509	0.579E-01	*0.108	*0.642E-01		
	200000.	0.479	0.559E-01	0.112	0.685E-01		
	300000.	0.442	0.552E-01	0.121	0.751E-01		
	500000.	0.401	0.489E-01	0.133	0.841E-01	*0.262	*0.171
P IV 4P 6D	50000.	0.942	0.117				
941.4 Å	100000.	0.838	0.112				
C= 0.21E+20	150000.	0.782	0.111				
	200000.	0.742	0.104				
	300000.	0.688	0.957E-01	*0.231	*0.168		
	500000.	0.621	0.822E-01	*0.254	*0.188		
P IV 4P 7D	50000.	*1.38	*0.156				
835.7 Å	100000.	1.26	0.158				
C= 0.96E+19	150000.	1.19	0.151				
	200000.	1.13	0.138				
	300000.	1.05	0.128				
	500000.	0.945	0.116				
P IV 5P 5D	50000.	12.8	1.08	*1.55	*0.776		
4728.8 Å	100000.	11.0	0.979	*1.82	*1.00		
C= 0.13E+22	150000.	10.1	0.956	*1.98	*1.14		
	200000.	9.57	0.936	*2.09	*1.24		
	300000.	8.85	0.916	*2.23	*1.35		
	500000.	8.03	0.790	2.39	1.49		
P IV 5P 6D	50000.	5.47	0.640				
2133.8 Å	100000.	4.87	0.600				
C= 0.11E+21	150000.	4.54	0.595				
	200000.	4.31	0.559				
	300000.	4.00	0.515	*1.22	*0.885		
	500000.	3.61	0.439	*1.34	*0.988		
P IV 5P 7D	50000.	*5.79	*0.646				
1658.6 Å	100000.	5.29	0.640				
C= 0.38E+20	150000.	4.98	0.613				
	200000.	4.75	0.561				
	300000.	4.40	0.517				
	500000.	3.97	0.467				
P IV 3D 4P	50000.	1.01	0.244E-02	0.761E-01	-0.234E-02	*0.148	-0.440E-02
2606.3 Å	100000.	0.774	-0.166E-02	0.999E-01	-0.429E-02	*0.198	-0.842E-02
C= 0.16E+22	150000.	0.680	0.174E-02	0.108	-0.569E-02	0.214	-0.114E-01
	200000.	0.626	0.137E-02	0.113	-0.650E-02	0.225	-0.130E-01
	300000.	0.565	-0.105E-02	0.121	-0.792E-02	0.240	-0.160E-01
	500000.	0.503	-0.126E-03	0.128	-0.935E-02	0.256	-0.189E-01
P IV 3D 5P	50000.	0.344	-0.902E-02	0.385E-01	-0.141E-01		
1023.2 Å	100000.	0.283	-0.547E-02	0.447E-01	-0.187E-01		
C= 0.60E+20	150000.	0.256	-0.538E-02	0.485E-01	-0.214E-01	*0.960E-01	-0.420E-01
	200000.	0.239	-0.581E-02	0.512E-01	-0.230E-01	*0.101	-0.453E-01
	300000.	0.219	-0.561E-02	0.545E-01	-0.254E-01	*0.107	-0.517E-01
	500000.	0.197	-0.386E-02	0.586E-01	-0.283E-01	*0.112	-0.569E-01

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 3D 6P	50000.	0.336	0.148E-01	*0.565E-01	*0.762E-02		
740.3 Å	100000.	0.296	0.150E-01	*0.639E-01	*0.101E-01		
C= 0.36E+20	150000.	0.277	0.148E-01	*0.669E-01	*0.115E-01		
	200000.	0.265	0.142E-01	*0.683E-01	*0.124E-01		
	300000.	0.249	0.138E-01	*0.697E-01	*0.137E-01		
	500000.	0.229	0.131E-01	*0.715E-01	*0.154E-01		
P IV 4D 5P	50000.	8.69	0.432E-01	*0.875	-0.129		
4638.3 Å	100000.	7.20	0.786E-01	1.00	-0.186		
C= 0.11E+22	150000.	6.52	0.877E-01	1.08	-0.210	*2.12	-0.415
	200000.	6.10	0.838E-01	1.13	-0.228	*2.21	-0.452
	300000.	5.58	0.769E-01	1.19	-0.252	*2.30	-0.513
	500000.	5.01	0.895E-01	1.26	-0.288	*2.37	-0.578
P IV 4D 6P	50000.	1.97	0.132	*0.308	*0.578E-01		
1697.6 Å	100000.	1.73	0.117	*0.350	*0.745E-01		
C= 0.14E+21	150000.	1.62	0.113	*0.367	*0.848E-01		
	200000.	1.54	0.108	*0.375	*0.919E-01		
	300000.	1.44	0.101	*0.384	*0.100		
	500000.	1.33	0.931E-01	*0.394	*0.112		
P IV 3D 4F	50000.	0.287	0.838E-02	0.187E-01	0.145E-01	0.367E-01	0.266E-01
1405.0 Å	100000.	0.220	0.820E-02	0.278E-01	0.207E-01	0.552E-01	0.398E-01
C= 0.99E+20	150000.	0.192	0.817E-02	0.317E-01	0.234E-01	0.626E-01	0.460E-01
	200000.	0.176	0.756E-02	0.344E-01	0.252E-01	0.675E-01	0.499E-01
	300000.	0.157	0.679E-02	0.388E-01	0.279E-01	0.755E-01	0.565E-01
	500000.	0.138	0.598E-02	0.454E-01	0.315E-01	0.861E-01	0.643E-01
P IV 3D 5F	50000.	0.335	-0.247E-01	*0.451E-01	-0.335E-01		
790.5 Å	100000.	0.275	-0.225E-01	*0.560E-01	-0.435E-01		
C= 0.10E+20	150000.	0.247	-0.223E-01	*0.630E-01	-0.500E-01		
	200000.	0.230	-0.214E-01	*0.684E-01	-0.532E-01		
	300000.	0.208	-0.204E-01	*0.777E-01	-0.575E-01		
	500000.	0.185	-0.174E-01	*0.846E-01	-0.631E-01		
P IV 4D 5F	50000.	2.40	-0.119	*0.282	-0.197		
1987.0 Å	100000.	1.98	-0.110	*0.351	-0.258		
C= 0.65E+20	150000.	1.79	-0.107	*0.398	-0.296		
	200000.	1.67	-0.994E-01	*0.424	-0.316		
	300000.	1.51	-0.947E-01	*0.471	-0.343		
	500000.	1.34	-0.795E-01	*0.536	-0.372		
P IV 4F 5D	50000.	1.87	0.157	*0.221	*0.109		
2096.1 Å	100000.	1.59	0.151	*0.261	*0.140		
C= 0.22E+21	150000.	1.45	0.148	0.285	0.160		
	200000.	1.37	0.143	0.302	0.172		
	300000.	1.26	0.142	0.320	0.187		
	500000.	1.14	0.126	0.340	0.206	*0.669	*0.416
P IV 4F 6D	50000.	1.98	0.234				
1361.9 Å	100000.	1.76	0.225				
C= 0.44E+20	150000.	1.64	0.225				
	200000.	1.56	0.210				
	300000.	1.44	0.194	*0.476	*0.346		
	500000.	1.30	0.166	*0.528	*0.392		
P IV 4F 7D	50000.	*2.63	*0.287				
1151.4 Å	100000.	2.40	0.293				
C= 0.18E+20	150000.	2.26	0.281				
	200000.	2.15	0.257				
	300000.	1.99	0.237				
	500000.	1.79	0.216				
P IV 4S 4P	50000.	1.91	-0.492E-01	0.109	-0.363E-01	0.213	-0.676E-01
3356.9 Å	100000.	1.47	-0.604E-01	0.149	-0.535E-01	0.295	-0.104
C= 0.34E+22	150000.	1.29	-0.646E-01	0.162	-0.638E-01	0.322	-0.127
	200000.	1.19	-0.571E-01	0.171	-0.683E-01	0.341	-0.136
	300000.	1.07	-0.581E-01	0.184	-0.766E-01	0.368	-0.155
	500000.	0.951	-0.552E-01	0.201	-0.872E-01	0.400	-0.176

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 4S 5P	50000.	0.369	0.617E-02	*0.431E-01	*0.758E-02		
1046.1 Å	100000.	0.312	0.965E-02	0.492E-01	0.108E-01		
C= 0.15E+21	150000.	0.286	0.733E-02	0.527E-01	0.123E-01	*0.105	*0.241E-01
	200000.	0.270	0.774E-02	0.549E-01	0.132E-01	*0.109	*0.263E-01
	300000.	0.250	0.765E-02	0.570E-01	0.147E-01	*0.114	*0.298E-01
	500000.	0.227	0.743E-02	0.593E-01	0.166E-01	*0.118	*0.335E-01
P IV 4S 6P	50000.	0.388	0.149E-01	*0.624E-01	*0.104E-01		
788.7 Å	100000.	0.342	0.150E-01	*0.706E-01	*0.136E-01		
C= 0.45E+20	150000.	0.321	0.145E-01	*0.742E-01	*0.154E-01		
	200000.	0.306	0.144E-01	*0.754E-01	*0.166E-01		
	300000.	0.288	0.142E-01	*0.776E-01	*0.184E-01		
	500000.	0.265	0.131E-01	*0.800E-01	*0.203E-01		
P IV 4S 7P	50000.	0.561	0.242E-01				
691.7 Å	100000.	0.523	0.209E-01				
C= 0.19E+20	150000.	0.502	0.198E-01				
	200000.	0.486	0.194E-01				
	300000.	0.462	0.198E-01	*0.121	*0.211E-01		
	500000.	0.429	0.171E-01	*0.124	*0.231E-01		
P IV 4S 8P	50000.	*0.867	-0.179E-01				
645.9 Å	100000.	0.824	-0.212E-01				
C= 0.73E+19	150000.	0.796	-0.212E-01				
	200000.	0.772	-0.160E-01				
	300000.	0.733	-0.142E-01				
	500000.	0.679	-0.135E-01				
P IV 5S 5P	50000.	23.8	-1.07	*2.26	-0.754		
7474.4 Å	100000.	20.8	-1.17	2.60	-0.999		
C= 0.75E+22	150000.	19.3	-1.12	2.81	-1.14	*5.58	-2.24
	200000.	18.3	-1.09	2.95	-1.23	*5.85	-2.42
	300000.	17.0	-1.05	3.09	-1.36	*6.15	-2.76
	500000.	15.5	-0.998	3.28	-1.51	*6.42	-3.03
P IV 5S 6P	50000.	3.56	-0.201E-02	*0.502	-0.115E-01		
2243.2 Å	100000.	3.19	-0.278E-01	*0.567	-0.174E-01		
C= 0.36E+21	150000.	3.01	-0.169E-01	*0.595	-0.213E-01		
	200000.	2.88	-0.165E-01	*0.606	-0.233E-01		
	300000.	2.71	-0.142E-01	*0.620	-0.259E-01		
	500000.	2.50	-0.178E-01	*0.635	-0.297E-01		
P IV 5S 7P	50000.	3.23	0.650E-01				
1603.4 Å	100000.	3.03	0.339E-01				
C= 0.10E+21	150000.	2.91	0.362E-01				
	200000.	2.82	0.358E-01				
	300000.	2.68	0.402E-01	*0.646	*0.598E-01		
	500000.	2.48	0.284E-01	*0.663	*0.660E-01		
P IV 5S 8P	50000.	*4.09	-0.125				
1377.3 Å	100000.	3.91	-0.152				
C= 0.33E+20	150000.	3.77	-0.147				
	200000.	3.66	-0.123				
	300000.	3.48	-0.113				
	500000.	3.22	-0.108				
P IV 6S 7P	50000.	23.1	-0.708				
3999.2 Å	100000.	21.9	-0.722				
C= 0.63E+21	150000.	21.1	-0.713				
	200000.	20.5	-0.689				
	300000.	19.4	-0.652	*4.10	-1.06		
	500000.	18.0	-0.582	*4.21	-1.19		
P IV 6S 8P	50000.	*18.8	-1.14				
2837.4 Å	100000.	18.1	-1.14				
C= 0.14E+21	150000.	17.5	-1.11				
	200000.	17.0	-0.991				
	300000.	16.2	-0.937				
	500000.	15.0	-0.842				

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 3P 4S	50000.	0.355E-01	0.337E-02	0.110E-02	0.178E-02	0.217E-02	0.330E-02
630.8 Å	100000.	0.262E-01	0.347E-02	0.200E-02	0.257E-02	0.398E-02	0.497E-02
C= 0.12E+21	150000.	0.224E-01	0.382E-02	0.274E-02	0.298E-02	0.551E-02	0.590E-02
	200000.	0.204E-01	0.362E-02	0.308E-02	0.322E-02	0.623E-02	0.642E-02
	300000.	0.180E-01	0.346E-02	0.362E-02	0.357E-02	0.728E-02	0.725E-02
	500000.	0.155E-01	0.328E-02	0.429E-02	0.405E-02	0.870E-02	0.827E-02
P IV 3P 5S	50000.	0.370E-01	0.824E-02	0.277E-02	0.343E-02	*0.556E-02	*0.610E-02
415.4 Å	100000.	0.298E-01	0.735E-02	0.427E-02	0.442E-02	*0.860E-02	*0.838E-02
C= 0.23E+20	150000.	0.267E-01	0.683E-02	0.497E-02	0.504E-02	*0.100E-01	*0.981E-02
	200000.	0.246E-01	0.653E-02	0.544E-02	0.545E-02	*0.110E-01	*0.107E-01
	300000.	0.220E-01	0.615E-02	0.628E-02	0.594E-02	*0.127E-01	*0.121E-01
	500000.	0.193E-01	0.576E-02	0.714E-02	0.665E-02	*0.145E-01	*0.133E-01
P IV 3P 6S	50000.	0.602E-01	0.208E-01	*0.706E-02	*0.687E-02		
359.6 Å	100000.	0.519E-01	0.170E-01	*0.932E-02	*0.896E-02		
C= 0.93E+19	150000.	0.472E-01	0.147E-01	*0.106E-01	*0.103E-01		
	200000.	0.441E-01	0.135E-01	*0.117E-01	*0.109E-01		
	300000.	0.402E-01	0.126E-01	*0.133E-01	*0.118E-01		
	500000.	0.359E-01	0.111E-01	0.144E-01	0.129E-01		
P IV 3P 7S	50000.	0.110	0.431E-01				
334.3 Å	100000.	0.976E-01	0.340E-01				
C= 0.44E+19	150000.	0.908E-01	0.304E-01				
	200000.	0.858E-01	0.282E-01				
	300000.	0.789E-01	0.253E-01	*0.274E-01	*0.253E-01		
	500000.	0.707E-01	0.211E-01	*0.325E-01	*0.275E-01		
P IV 4P 5S	50000.	1.01	0.123	0.700E-01	0.698E-01	*0.138	*0.124
1907.5 Å	100000.	0.827	0.135	0.988E-01	0.904E-01	*0.197	*0.170
C= 0.49E+21	150000.	0.748	0.124	0.113	0.103	*0.225	*0.200
	200000.	0.697	0.119	0.122	0.110	*0.248	*0.217
	300000.	0.633	0.114	0.140	0.122	*0.279	*0.246
	500000.	0.567	0.108	0.157	0.134	*0.324	*0.274
P IV 4P 6S	50000.	0.648	0.172	*0.688E-01	*0.652E-01		
1113.8 Å	100000.	0.558	0.150	*0.900E-01	*0.853E-01		
C= 0.90E+20	150000.	0.512	0.132	*0.102	*0.977E-01		
	200000.	0.481	0.121	*0.112	*0.104		
	300000.	0.442	0.112	*0.129	*0.113		
	500000.	0.397	0.101	0.139	0.123		
P IV 4P 7S	50000.	0.847	0.308				
902.1 Å	100000.	0.750	0.243				
C= 0.32E+20	150000.	0.699	0.214				
	200000.	0.662	0.199				
	300000.	0.611	0.181	*0.199	*0.184		
	500000.	0.550	0.150	*0.237	*0.200		
P IV 5P 6S	50000.	11.2	1.89	*1.11	*0.859		
4169.9 Å	100000.	10.1	1.49	*1.40	*1.13		
C= 0.13E+22	150000.	9.44	1.43	*1.58	*1.30		
	200000.	9.00	1.36	*1.66	*1.38		
	300000.	8.40	1.32	*1.82	*1.49		
	500000.	7.65	1.15	2.03	1.63		
P IV 5P 7S	50000.	5.68	1.68				
2220.0 Å	100000.	5.16	1.35				
C= 0.19E+21	150000.	4.85	1.18				
	200000.	4.63	1.11				
	300000.	4.31	1.02	*1.22	*1.09		
	500000.	3.91	0.844	*1.45	*1.20		
P IV 3P 3D	50000.	0.337E-01	-0.528E-04	0.137E-02	0.828E-05	0.265E-02	0.156E-04
826.3 Å	100000.	0.245E-01	-0.989E-04	0.217E-02	0.171E-04	0.428E-02	0.335E-04
C= 0.46E+21	150000.	0.206E-01	-0.660E-04	0.266E-02	0.257E-04	0.526E-02	0.510E-04
	200000.	0.184E-01	-0.538E-04	0.294E-02	0.338E-04	0.583E-02	0.672E-04
	300000.	0.159E-01	-0.940E-04	0.317E-02	0.481E-04	0.629E-02	0.965E-04
	500000.	0.136E-01	-0.114E-03	0.346E-02	0.697E-04	0.690E-02	0.140E-03

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 3P 4D	50000.	0.332E-01	0.190E-02	0.287E-02	0.171E-02	*0.558E-02	*0.312E-02
444.7 Å	100000.	0.267E-01	0.204E-02	0.378E-02	0.240E-02	*0.754E-02	*0.462E-02
C= 0.21E+20	150000.	0.237E-01	0.203E-02	0.421E-02	0.273E-02	*0.840E-02	*0.536E-02
	200000.	0.219E-01	0.199E-02	0.451E-02	0.292E-02	*0.906E-02	*0.580E-02
	300000.	0.197E-01	0.194E-02	0.497E-02	0.324E-02	*0.996E-02	*0.659E-02
	500000.	0.175E-01	0.179E-02	0.561E-02	0.367E-02	0.111E-01	0.747E-02
P IV 3P 5D	50000.	0.551E-01	0.525E-02	*0.692E-02	*0.405E-02		
371.8 Å	100000.	0.477E-01	0.471E-02	*0.831E-02	*0.517E-02		
C= 0.86E+19	150000.	0.438E-01	0.473E-02	*0.911E-02	*0.591E-02		
	200000.	0.413E-01	0.457E-02	0.969E-02	0.636E-02		
	300000.	0.380E-01	0.447E-02	0.105E-01	0.698E-02		
	500000.	0.342E-01	0.386E-02	0.116E-01	0.768E-02	*0.231E-01	*0.157E-01
P IV 3P 6D	50000.	0.114	0.141E-01				
339.4 Å	100000.	0.101	0.136E-01				
C= 0.28E+19	150000.	0.941E-01	0.136E-01				
	200000.	0.892E-01	0.128E-01				
	300000.	0.824E-01	0.117E-01	*0.293E-01	*0.213E-01		
	500000.	0.742E-01	0.101E-01	*0.308E-01	*0.236E-01		
P IV 3P 7D	50000.	*0.199	*0.297E-01				
324.0 Å	100000.	0.185	0.279E-01				
C= 0.15E+19	150000.	0.175	0.268E-01				
	200000.	0.167	0.240E-01				
	300000.	0.156	0.220E-01				
	500000.	0.141	0.198E-01				
P IV 4P 4D	50000.	1.72	0.463E-01	0.148	0.576E-01	*0.288	*0.105
2735.1 Å	100000.	1.38	0.548E-01	0.181	0.819E-01	*0.360	*0.158
C= 0.78E+21	150000.	1.23	0.494E-01	0.198	0.926E-01	*0.394	*0.183
	200000.	1.14	0.465E-01	0.210	0.997E-01	*0.416	*0.198
	300000.	1.04	0.478E-01	0.226	0.111	*0.452	*0.224
	500000.	0.927	0.432E-01	0.243	0.125	*0.477	*0.252
P IV 4P 5D	50000.	0.696	0.521E-01	*0.811E-01	*0.441E-01		
1239.6 Å	100000.	0.598	0.471E-01	*0.966E-01	*0.565E-01		
C= 0.96E+20	150000.	0.548	0.467E-01	*0.106	*0.648E-01		
	200000.	0.516	0.447E-01	0.112	0.693E-01		
	300000.	0.475	0.443E-01	0.120	0.763E-01		
	500000.	0.429	0.377E-01	0.132	0.841E-01	*0.261	*0.171
P IV 4P 6D	50000.	0.919	0.104				
940.2 Å	100000.	0.812	0.101				
C= 0.21E+20	150000.	0.755	0.101				
	200000.	0.716	0.940E-01				
	300000.	0.662	0.864E-01	*0.225	*0.163		
	500000.	0.596	0.742E-01	*0.237	*0.180		
P IV 4P 7D	50000.	*1.35	*0.194				
830.9 Å	100000.	1.24	0.176				
C= 0.10E+20	150000.	1.18	0.168				
	200000.	1.13	0.155				
	300000.	1.05	0.142				
	500000.	0.947	0.127				
P IV 5P 5D	50000.	26.2	1.07	*3.05	*1.10		
6725.6 Å	100000.	23.2	0.735	*3.52	*1.42		
C= 0.28E+22	150000.	21.6	0.806	*3.79	*1.62		
	200000.	20.5	0.766	*3.92	*1.75		
	300000.	19.1	0.752	4.10	1.88		
	500000.	17.4	0.581	4.27	2.08		
P IV 5P 6D	50000.	7.01	0.628				
2465.7 Å	100000.	6.28	0.599				
C= 0.15E+21	150000.	5.87	0.611				
	200000.	5.58	0.568				
	300000.	5.18	0.518	*1.58	*1.11		
	500000.	4.69	0.439	*1.66	*1.22		

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 5P 7D	50000.	*6.91	*0.810				
1833.1 Å	100000.	6.42	0.797				
C= 0.49E+20	150000.	6.09	0.769				
	200000.	5.83	0.706				
	300000.	5.43	0.647				
	500000.	4.92	0.580				
P IV 3D 4P	50000.	0.289	0.764E-02	0.231E-01	0.378E-02	*0.448E-01	*0.709E-02
1486.1 Å	100000.	0.220	0.691E-02	0.307E-01	0.588E-02	0.609E-01	0.115E-01
C= 0.66E+21	150000.	0.192	0.828E-02	0.332E-01	0.725E-02	0.658E-01	0.144E-01
	200000.	0.176	0.866E-02	0.349E-01	0.812E-02	0.693E-01	0.162E-01
	300000.	0.158	0.785E-02	0.373E-01	0.902E-02	0.742E-01	0.183E-01
	500000.	0.140	0.761E-02	0.398E-01	0.103E-01	0.797E-01	0.209E-01
P IV 3D 5P	50000.	0.168	0.838E-02	*0.228E-01	*0.555E-02		
751.4 Å	100000.	0.144	0.101E-01	0.261E-01	0.762E-02		
C= 0.76E+20	150000.	0.132	0.943E-02	0.280E-01	0.864E-02	*0.557E-01	*0.170E-01
	200000.	0.125	0.927E-02	0.293E-01	0.933E-02	*0.584E-01	*0.185E-01
	300000.	0.115	0.897E-02	0.305E-01	0.103E-01	*0.607E-01	*0.210E-01
	500000.	0.105	0.859E-02	0.317E-01	0.117E-01	*0.630E-01	*0.235E-01
P IV 3D 6P	50000.	0.217	0.136E-01	*0.375E-01	*0.701E-02		
608.7 Å	100000.	0.193	0.132E-01	*0.424E-01	*0.909E-02		
C= 0.27E+20	150000.	0.181	0.128E-01	*0.445E-01	*0.103E-01		
	200000.	0.173	0.124E-01	*0.453E-01	*0.111E-01		
	300000.	0.162	0.120E-01	*0.466E-01	*0.123E-01		
	500000.	0.150	0.111E-01	*0.478E-01	*0.135E-01		
P IV 3D 7P	50000.	0.342	0.194E-01				
549.2 Å	100000.	0.321	0.169E-01				
C= 0.12E+20	150000.	0.308	0.160E-01				
	200000.	0.299	0.154E-01				
	300000.	0.284	0.154E-01	*0.767E-01	*0.141E-01		
	500000.	0.264	0.134E-01	*0.782E-01	*0.159E-01		
P IV 3D 8P	50000.	*0.551	-0.864E-02				
520.0 Å	100000.	0.526	-0.109E-01				
C= 0.47E+19	150000.	0.508	-0.108E-01				
	200000.	0.493	-0.774E-02				
	300000.	0.469	-0.665E-02				
	500000.	0.434	-0.641E-02				
P IV 4D 5P	50000.	4.45	0.456E-01	*0.524	*0.241E-01		
3419.9 Å	100000.	3.83	0.805E-01	0.597	0.367E-01		
C= 0.12E+22	150000.	3.53	0.689E-01	0.637	0.454E-01		
	200000.	3.34	0.696E-01	0.662	0.499E-01	*1.32	*0.998E-01
	300000.	3.09	0.676E-01	0.683	0.556E-01	*1.36	*0.113
	500000.	2.81	0.691E-01	0.706	0.632E-01	*1.40	*0.128
P IV 4D 6P	50000.	1.81	0.636E-01	*0.286	*0.366E-01		
1654.5 Å	100000.	1.61	0.625E-01	*0.323	*0.485E-01		
C= 0.20E+21	150000.	1.51	0.628E-01	*0.338	*0.554E-01		
	200000.	1.45	0.610E-01	*0.345	*0.596E-01		
	300000.	1.36	0.598E-01	*0.353	*0.661E-01		
	500000.	1.25	0.556E-01	*0.361	*0.732E-01		
P IV 4D 7P	50000.	1.98	0.816E-01				
1278.3 Å	100000.	1.85	0.693E-01				
C= 0.64E+20	150000.	1.77	0.667E-01				
	200000.	1.72	0.650E-01				
	300000.	1.63	0.661E-01	*0.420	*0.650E-01		
	500000.	1.51	0.571E-01	*0.430	*0.709E-01		
P IV 4D 8P	50000.	*2.70	-0.561E-01				
1130.4 Å	100000.	2.57	-0.670E-01				
C= 0.22E+20	150000.	2.48	-0.656E-01				
	200000.	2.41	-0.503E-01				
	300000.	2.29	-0.448E-01				
	500000.	2.12	-0.424E-01				

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 5D 7P	50000.	11.8	0.173				
2931.0 Å	100000.	11.1	0.151				
C= 0.34E+21	150000.	10.7	0.140				
	200000.	10.3	0.140				
	300000.	9.78	0.152	*2.31	-0.855E-01		
	500000.	9.06	0.138	*2.36	-0.968E-01		
P IV 5D 8P	50000.	*11.5	-0.366				
2254.5 Å	100000.	11.0	-0.387				
C= 0.89E+20	150000.	10.7	-0.383				
	200000.	10.3	-0.317				
	300000.	9.80	-0.293				
	500000.	9.06	-0.264				
P IV 3D 4F	50000.	0.120	-0.484E-03	0.835E-02	-0.350E-02	*0.162E-01	-0.650E-02
875.1 Å	100000.	0.920E-01	-0.110E-02	0.113E-01	-0.507E-02	*0.224E-01	-0.981E-02
C= 0.80E+20	150000.	0.807E-01	-0.147E-03	0.124E-01	-0.584E-02	0.246E-01	-0.116E-01
	200000.	0.740E-01	0.923E-04	0.131E-01	-0.634E-02	0.261E-01	-0.126E-01
	300000.	0.664E-01	-0.250E-03	0.143E-01	-0.701E-02	0.283E-01	-0.142E-01
	500000.	0.587E-01	-0.526E-04	0.158E-01	-0.795E-02	0.309E-01	-0.162E-01
P IV 3D 5F	50000.	0.254	-0.257E-03				
648.5 Å	100000.	0.208	0.187E-02				
C= 0.17E+19	150000.	0.186	0.247E-02				
	200000.	0.172	0.211E-02				
	300000.	0.154	0.339E-02				
	500000.	0.134	0.476E-02				
P IV 4D 4F	50000.	23.6	-0.963	1.94	-1.07	*3.78	-1.93
9599.5 Å	100000.	18.9	-1.10	2.43	-1.43	*4.83	-2.73
C= 0.96E+22	150000.	16.9	-0.977	2.68	-1.64	*5.34	-3.20
	200000.	15.7	-0.927	2.85	-1.76	*5.72	-3.47
	300000.	14.2	-0.949	3.17	-1.96	*6.28	-3.95
	500000.	12.6	-0.858	3.48	-2.19	*6.81	-4.44
P IV 4D 5F	50000.	2.72	-0.404E-01				
1985.9 Å	100000.	2.24	-0.236E-01				
C= 0.16E+20	150000.	2.01	-0.176E-01				
	200000.	1.86	-0.202E-01				
	300000.	1.68	-0.741E-02				
	500000.	1.47	0.830E-02				
P IV 4F 5D	50000.	4.23	0.340	*0.475	*0.272		
2968.1 Å	100000.	3.61	0.313	*0.569	*0.349		
C= 0.55E+21	150000.	3.30	0.304	*0.625	*0.399		
	200000.	3.11	0.291	0.667	0.429		
	300000.	2.86	0.288	0.720	0.468		
	500000.	2.57	0.248	0.771	0.515	*1.53	*1.03
P IV 4F 6D	50000.	3.02	0.350				
1684.1 Å	100000.	2.66	0.339				
C= 0.68E+20	150000.	2.47	0.336				
	200000.	2.34	0.314				
	300000.	2.17	0.289	*0.723	*0.524		
	500000.	1.95	0.248	*0.783	*0.592		
P IV 4F 7D	50000.	*3.66	*0.541				
1362.9 Å	100000.	3.38	0.502				
C= 0.27E+20	150000.	3.20	0.480				
	200000.	3.06	0.425				
	300000.	2.85	0.390				
	500000.	2.57	0.350				
P IV 5F 7D	50000.	*21.0	*2.63				
2990.6 Å	100000.	19.2	2.29				
C= 0.36E+20	150000.	18.0	2.18				
	200000.	17.2	2.00				
	300000.	15.9	1.80				
	500000.	14.3	1.58				

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
PERTURBER DENSITY = 1.E+19cm-3							
P IV 3S 3P	50000.	0.438	-0.176E-02	0.999E-02	-0.241E-03	0.186E-01	-0.407E-03
950.7 Å	100000.	0.316	-0.219E-02	0.177E-01	-0.532E-03	0.344E-01	-0.100E-02
C= 0.81E+22	200000.	0.236	-0.151E-02	0.251E-01	-0.105E-02	0.494E-01	-0.205E-02
	300000.	0.203	-0.184E-02	0.280E-01	-0.143E-02	0.557E-01	-0.283E-02
	500000.	0.173	-0.228E-02	0.307E-01	-0.192E-02	0.612E-01	-0.388E-02
	1000000.	0.143	-0.228E-02	0.343E-01	-0.264E-02	0.683E-01	-0.534E-02
P IV 3S 4P	50000.	0.193	0.373E-02	*0.141E-01	*0.108E-02		
388.3 Å	100000.	0.148	0.236E-02	*0.194E-01	*0.197E-02		
C= 0.35E+21	200000.	0.119	0.411E-02	0.221E-01	0.290E-02		
	300000.	0.107	0.340E-02	0.237E-01	0.344E-02		
	500000.	0.943E-01	0.339E-02	0.253E-01	0.392E-02	*0.505E-01	*0.792E-02
	1000000.	0.816E-01	0.343E-02	0.266E-01	0.470E-02	*0.530E-01	*0.945E-02
P IV 3S 5P	50000.	0.310	-0.292E-02				
315.6 Å	100000.	0.256	-0.101E-02				
C= 0.57E+20	200000.	0.215	-0.130E-02	*0.468E-01	-0.202E-01		
	300000.	0.197	-0.144E-02	*0.499E-01	-0.234E-01		
	500000.	0.177	-0.749E-03	*0.530E-01	-0.257E-01		
	1000000.	0.154	-0.269E-04	*0.596E-01	-0.301E-01		
P IV 3S 6P	50000.	*0.475	*0.224E-01				
282.3 Å	100000.	*0.420	*0.227E-01				
C= 0.53E+20	200000.	0.376	0.219E-01				
	300000.	0.353	0.211E-01				
	500000.	0.326	0.205E-01				
	1000000.	0.291	0.166E-01				
P IV 4S 5P	50000.	*5.31	-0.151				
1206.4 Å	100000.	4.37	-0.155				
C= 0.83E+21	200000.	3.69	-0.162				
	300000.	3.37	-0.161	*0.777	-0.420		
	500000.	3.03	-0.148	*0.836	-0.463		
	1000000.	2.63	-0.122	*0.917	-0.532		
P IV 4S 6P	50000.	*4.48	*0.113				
831.7 Å	100000.	*3.94	*0.112				
C= 0.46E+21	200000.	3.52	0.114				
	300000.	3.30	0.113				
	500000.	3.04	0.110				
	1000000.	2.70	0.855E-01				
P IV 3P 4S	50000.	0.677	0.514E-01	0.239E-01	0.291E-01	*0.469E-01	*0.451E-01
776.4 Å	100000.	0.507	0.625E-01	0.417E-01	0.452E-01	*0.828E-01	*0.795E-01
C= 0.14E+22	200000.	0.399	0.617E-01	0.603E-01	0.591E-01	*0.123	*0.110
	300000.	0.353	0.600E-01	0.699E-01	0.680E-01	*0.141	*0.131
	500000.	0.305	0.587E-01	0.823E-01	0.766E-01	*0.168	*0.155
	1000000.	0.256	0.522E-01	0.102	0.900E-01	*0.199	*0.181
P IV 3P 5S	50000.	0.785	0.953E-01				
485.5 Å	100000.	0.646	0.970E-01				
C= 0.13E+21	200000.	0.527	0.963E-01				
	300000.	0.470	0.939E-01				
	500000.	0.407	0.881E-01				
	1000000.	0.333	0.721E-01	*0.230	*0.194		
P IV 3P 6S	50000.	*0.869	*0.283				
412.5 Å	100000.	0.735	0.234				
C= 0.11E+21	200000.	0.619	0.190				
	300000.	0.560	0.176				
	500000.	0.495	0.160				
	1000000.	0.415	0.126				
P IV 3P 7S	50000.						
380.2 Å	100000.	*1.40	*0.355				
C= 0.48E+20	200000.	*1.23	*0.310				
	300000.	1.13	0.278				
	500000.	1.01	0.262				
	1000000.	0.845	0.220				

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 4P 5S	50000.	*14.1	*1.28				
1863.6 Å	100000.	11.5	1.35				
C= 0.20E+22	200000.	9.53	1.31				
	300000.	8.55	1.29				
	500000.	7.47	1.21				
	1000000.	6.22	0.974	*3.39	*2.85		
P IV 4P 6S	50000.	*6.92	*1.94				
1110.1 Å	100000.	5.87	1.62				
C= 0.82E+21	200000.	5.01	1.31				
	300000.	4.57	1.21				
	500000.	4.07	1.11				
	1000000.	3.46	0.872				
P IV 4P 7S	50000.						
903.2 Å	100000.	*8.26	*1.97				
C= 0.27E+21	200000.	*7.31	*1.71				
	300000.	6.74	1.54				
	500000.	6.04	1.45				
	1000000.	5.07	1.22				
P IV 3P 3D	50000.	0.607	0.178E-01	0.260E-01	0.769E-02	*0.481E-01	*0.128E-01
877.5 Å	100000.	0.446	0.160E-01	0.395E-01	0.135E-01	*0.764E-01	*0.250E-01
C= 0.30E+22	200000.	0.344	0.208E-01	0.503E-01	0.197E-01	*0.997E-01	*0.380E-01
	300000.	0.302	0.201E-01	0.548E-01	0.226E-01	*0.109	*0.445E-01
	500000.	0.263	0.194E-01	0.604E-01	0.259E-01	*0.120	*0.525E-01
	1000000.	0.225	0.182E-01	0.669E-01	0.308E-01	0.133	0.627E-01
P IV 3P 4D	50000.	0.496	-0.135E-01	*0.414E-01	-0.202E-01		
525.9 Å	100000.	0.390	-0.128E-01	*0.553E-01	-0.309E-01		
C= 0.14E+21	200000.	0.316	-0.146E-01	*0.672E-01	-0.408E-01		
	300000.	0.283	-0.141E-01	*0.753E-01	-0.471E-01		
	500000.	0.249	-0.132E-01	*0.839E-01	-0.523E-01		
	1000000.	0.212	-0.115E-01	0.976E-01	-0.602E-01		
P IV 3P 5D	50000.	*0.691	*0.652E-01				
429.5 Å	100000.	0.591	0.660E-01				
C= 0.14E+21	200000.	0.509	0.648E-01				
	300000.	0.468	0.637E-01				
	500000.	0.423	0.601E-01				
	1000000.	0.370	0.490E-01	*0.170	*0.114		
P IV 3P 6D	50000.	*1.48	*0.963E-01				
386.8 Å	100000.	*1.33	*0.121				
C= 0.36E+20	200000.	*1.18	*0.126				
	300000.	1.10	0.117				
	500000.	0.992	0.121				
	1000000.	0.857	0.110				
P IV 3P 7D	50000.						
367.7 Å	100000.						
C= 0.18E+20	200000.	*2.02	*0.131				
	300000.	*1.89	*0.119				
	500000.	*1.71	*0.163				
	1000000.	1.48	0.163				
P IV 4P 4D	50000.	16.4	-0.563	*1.41	-0.535		
2645.1 Å	100000.	13.1	-0.473	*1.78	-0.808		
C= 0.35E+22	200000.	10.8	-0.582	*2.12	-1.08		
	300000.	9.75	-0.537	*2.32	-1.24		
	500000.	8.68	-0.514	*2.54	-1.38		
	1000000.	7.49	-0.470	*2.89	-1.60		
P IV 4P 5D	50000.	*6.51	*0.478				
1242.0 Å	100000.	5.56	0.508				
C= 0.12E+22	200000.	4.79	0.491				
	300000.	4.42	0.491				
	500000.	4.01	0.461				
	1000000.	3.51	0.370	*1.45	*0.943		

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 4P 6D	50000.						
941.4 Å	100000.	*8.20	*0.687				
C= 0.21E+21	200000.	*7.30	*0.718				
	300000.	6.78	0.668				
	500000.	6.13	0.692				
	1000000.	5.31	0.629				
P IV 4P 7D	50000.						
835.7 Å	100000.						
C= 0.96E+20	200000.	*10.7	*0.657				
	300000.	*9.96	*0.595				
	500000.	*9.04	*0.824				
	1000000.	7.81	0.825				
P IV 3D 4P	50000.	10.1	0.279E-01	*0.736	-0.207E-01		
2606.3 Å	100000.	7.74	-0.155E-01	*0.989	-0.406E-01		
C= 0.16E+23	200000.	6.26	0.149E-01	*1.13	-0.641E-01		
	300000.	5.65	-0.904E-02	1.21	-0.791E-01		
	500000.	5.03	-0.419E-03	1.28	-0.933E-01	*2.55	-0.189
	1000000.	4.39	0.111E-01	1.35	-0.112	*2.66	-0.228
P IV 3D 5P	50000.	3.44	-0.542E-01				
1023.2 Å	100000.	2.83	-0.302E-01				
C= 0.60E+21	200000.	2.39	-0.406E-01				
	300000.	2.19	-0.405E-01	*0.544	-0.253		
	500000.	1.97	-0.316E-01	*0.586	-0.282		
	1000000.	1.72	-0.225E-01	*0.643	-0.321		
P IV 3D 6P	50000.	*3.36	*0.131				
740.3 Å	100000.	*2.96	*0.139				
C= 0.36E+21	200000.	2.65	0.134				
	300000.	2.49	0.130				
	500000.	2.29	0.127				
	1000000.	2.05	0.102				
P IV 4D 6P	50000.	*19.7	*1.17				
1697.6 Å	100000.	*17.3	*1.06				
C= 0.14E+22	200000.	15.4	1.00				
	300000.	14.4	0.941				
	500000.	13.3	0.900				
	1000000.	11.8	0.733				
P IV 3D 4F	50000.	2.87	0.530E-01	*0.183	*0.119		
1405.0 Å	100000.	2.20	0.611E-01	*0.276	*0.185		
C= 0.99E+21	200000.	1.75	0.601E-01	*0.344	*0.243		
	300000.	1.57	0.544E-01	0.388	0.277		
	500000.	1.38	0.537E-01	0.454	0.314		
	1000000.	1.18	0.432E-01	0.552	0.368	*0.977	*0.743
P IV 3D 5F	50000.	*3.26	-0.105				
790.5 Å	100000.	2.69	-0.129				
C= 0.10E+21	200000.	2.26	-0.142				
	300000.	2.05	-0.138				
	500000.	1.83	-0.143				
	1000000.	1.56	-0.127				
P IV 4F 5D	50000.	*18.7	*1.25				
2096.1 Å	100000.	15.9	1.30				
C= 0.22E+22	200000.	13.7	1.27				
	300000.	12.6	1.27				
	500000.	11.4	1.19				
	1000000.	9.92	0.966	*3.97	*2.42		
P IV 4F 6D	50000.						
1361.9 Å	100000.	*17.2	*1.37				
C= 0.44E+21	200000.	*15.3	*1.45				
	300000.	14.2	1.34				
	500000.	12.8	1.40				
	1000000.	11.1	1.28				

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 4S 4P	50000.	19.1	-0.435	*1.06	-0.312		
3356.9 Å	100000.	14.7	-0.566	*1.47	-0.491		
C= 0.34E+23	200000.	11.9	-0.543	1.71	-0.665		
	300000.	10.7	-0.555	1.84	-0.763		
	500000.	9.51	-0.541	2.01	-0.869	*4.00	-1.75
	1000000.	8.22	-0.485	2.14	-1.01	*4.24	-2.06
P IV 4S 5P	50000.	3.69	0.473E-01				
1046.1 Å	100000.	3.12	0.867E-01				
C= 0.15E+22	200000.	2.70	0.700E-01				
	300000.	2.50	0.697E-01	*0.569	*0.146		
	500000.	2.27	0.711E-01	*0.593	*0.166		
	1000000.	2.00	0.532E-01	*0.617	*0.19		
P IV 4S 5P	50000.	3.69	0.473E-01				
1046.1 Å	100000.	3.12	0.867E-01				
C= 0.15E+22	200000.	2.70	0.700E-01				
	300000.	2.50	0.697E-01	*0.569	*0.146		
	500000.	2.27	0.711E-01	*0.593	*0.166		
	1000000.	2.00	0.532E-01	*0.617	*0.191		
P IV 4S 6P	50000.	*3.88	*0.124				
788.7 Å	100000.	*3.42	*0.133				
C= 0.45E+21	200000.	3.06	0.131				
	300000.	2.88	0.130				
	500000.	2.65	0.126				
	1000000.	2.37	0.981E-01				
P IV 4S 7P	50000.						
691.7 Å	100000.	*5.21	*0.187				
C= 0.19E+21	200000.	*4.85	*0.177				
	300000.	*4.61	*0.183				
	500000.	4.28	0.164				
	1000000.	3.82	0.124				
P IV 4S 8P	50000.						
645.9 Å	100000.						
C= 0.73E+20	200000.	*7.52	*0.135E-01				
	300000.	*7.17	*0.210E-01				
	500000.	*6.67	-0.561E-01				
	1000000.	5.93	-0.932E-01				
P IV 3P 4S	50000.	0.355	0.306E-01	0.109E-01	0.151E-01	*0.213E-01	*0.239E-01
630.8 Å	100000.	0.262	0.326E-01	0.200E-01	0.234E-01	*0.397E-01	*0.417E-01
C= 0.12E+22	200000.	0.204	0.347E-01	0.308E-01	0.312E-01	*0.626E-01	*0.586E-01
	300000.	0.180	0.332E-01	0.362E-01	0.356E-01	*0.729E-01	*0.694E-01
	500000.	0.155	0.322E-01	0.429E-01	0.404E-01	*0.870E-01	*0.822E-01
	1000000.	0.130	0.295E-01	0.518E-01	0.469E-01	*0.104	*0.948E-01
P IV 3P 5S	50000.	0.370	0.733E-01	*0.277E-01	*0.261E-01		
415.4 Å	100000.	0.298	0.673E-01	*0.426E-01	*0.376E-01		
C= 0.23E+21	200000.	0.246	0.609E-01	*0.544E-01	*0.516E-01		
	300000.	0.220	0.573E-01	*0.628E-01	*0.589E-01		
	500000.	0.193	0.558E-01	*0.714E-01	*0.660E-01		
	1000000.	0.163	0.459E-01	*0.893E-01	*0.748E-01		
P IV 3P 6S	50000.	*0.601	*0.178				
359.6 Å	100000.	0.518	0.150				
C= 0.93E+20	200000.	0.441	0.120				
	300000.	0.402	0.113				
	500000.	0.359	0.105				
	1000000.	0.304	0.808E-01				
P IV 3P 7S	50000.	*1.09	*0.327				
334.3 Å	100000.	*0.967	*0.269				
C= 0.44E+20	200000.	*0.852	*0.230				
	300000.	0.784	0.207				
	500000.	0.703	0.191				
	1000000.	0.592	0.158				

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 4P 6S	50000.	*6.47	*1.44				
1113.8 Å	100000.	5.58	1.31				
C= 0.90E+21	200000.	4.81	1.06				
	300000.	4.41	0.990				
	500000.	3.97	0.950				
	1000000.	3.40	0.734				
P IV 4P 7S	50000.						
902.1 Å	100000.	*7.43	*1.91				
C= 0.32E+21	200000.	*6.57	*1.62				
	300000.	6.07	1.47				
	500000.	5.47	1.36				
	1000000.	4.63	1.11				
P IV 3P 3D	50000.	0.337	-0.576E-03	0.135E-01	0.735E-04	*0.250E-01	*0.124E-03
826.3 Å	100000.	0.245	-0.100E-02	0.216E-01	0.163E-03	0.420E-01	0.307E-03
C= 0.46E+22	200000.	0.184	-0.526E-03	0.294E-01	0.334E-03	0.581E-01	0.653E-03
	300000.	0.159	-0.956E-03	0.316E-01	0.481E-03	0.628E-01	0.954E-03
	500000.	0.136	-0.115E-02	0.346E-01	0.697E-03	0.690E-01	0.140E-02
	1000000.	0.114	-0.111E-02	0.382E-01	0.994E-03	0.761E-01	0.200E-02
P IV 3P 4D	50000.	0.332	0.153E-01	*0.278E-01	*0.139E-01		
444.7 Å	100000.	0.267	0.180E-01	*0.375E-01	*0.213E-01		
C= 0.21E+21	200000.	0.219	0.181E-01	*0.450E-01	*0.281E-01		
	300000.	0.197	0.177E-01	*0.497E-01	*0.323E-01		
	500000.	0.175	0.172E-01	*0.560E-01	*0.365E-01		
	1000000.	0.150	0.141E-01	0.625E-01	0.415E-01		
P IV 3P 5D	50000.	*0.551	*0.393E-01				
371.8 Å	100000.	0.477	0.381E-01				
C= 0.86E+20	200000.	0.413	0.392E-01				
	300000.	0.380	0.388E-01				
	500000.	0.342	0.360E-01				
	1000000.	0.296	0.297E-01	*0.128	*0.862E-01		
P IV 3P 6D	50000.	*1.10	*0.630E-01				
339.4 Å	100000.	*0.988	*0.827E-01				
C= 0.28E+20	200000.	*0.876	*0.880E-01				
	300000.	0.812	0.813E-01				
	500000.	0.732	0.846E-01				
	1000000.	0.632	0.777E-01				
P IV 3P 7D	50000.						
324.0 Å	100000.						
C= 0.15E+20	200000.	*1.59	*0.131				
	300000.	*1.49	*0.118				
	500000.	*1.35	*0.148				
	1000000.	1.17	0.144				
P IV 4P 4D	50000.	17.2	0.347	*1.42	*0.472		
2735.1 Å	100000.	13.8	0.470	*1.79	*0.733		
C= 0.78E+22	200000.	11.4	0.407	*2.09	*0.960		
	300000.	10.4	0.425	*2.26	*1.11		
	500000.	9.27	0.408	*2.43	*1.24		
	1000000.	8.05	0.300	2.72	1.45		
P IV 4P 5D	50000.	*6.95	*0.378				
1239.6 Å	100000.	5.97	0.374				
C= 0.96E+21	200000.	5.16	0.376				
	300000.	4.75	0.380				
	500000.	4.29	0.349				
	1000000.	3.73	0.282	*1.47	*0.949		
P IV 4P 6D	50000.						
940.2 Å	100000.	*7.95	*0.600				
C= 0.21E+21	200000.	*7.04	*0.638				
	300000.	6.52	0.592				
	500000.	5.89	0.619				
	1000000.	5.09	0.568				

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 4P 7D	50000.						
830.9 Å	100000.						
C= 0.10E+21	200000.	*10.7	*0.832				
	300000.	*10.0	*0.752				
	500000.	*9.10	*0.952				
	1000000.	7.88	0.925				
P IV 3D 4P	50000.	2.89	0.706E-01	*0.223	*0.329E-01		
1486.1 Å	100000.	2.20	0.651E-01	*0.304	*0.546E-01		
C= 0.66E+22	200000.	1.76	0.840E-01	0.348	0.795E-01		
	300000.	1.58	0.759E-01	0.373	0.900E-01		
	500000.	1.40	0.751E-01	0.398	0.103	*0.796	*0.208
	1000000.	1.22	0.721E-01	0.421	0.123	*0.841	*0.247
P IV 3D 5P	50000.	1.68	0.721E-01				
751.4 Å	100000.	1.44	0.931E-01				
C= 0.76E+21	200000.	1.25	0.868E-01				
	300000.	1.15	0.842E-01	*0.304	*0.102		
	500000.	1.05	0.834E-01	*0.317	*0.116		
	1000000.	0.930	0.704E-01	*0.333	*0.134		
P IV 3D 6P	50000.	*2.17	*0.118				
608.7 Å	100000.	*1.93	*0.120				
C= 0.27E+21	200000.	1.73	0.115				
	300000.	1.62	0.111				
	500000.	1.50	0.107				
	1000000.	1.34	0.869E-01				
P IV 3D 7P	50000.						
549.2 Å	100000.	*3.19	*0.153				
C= 0.12E+21	200000.	*2.98	*0.143				
	300000.	*2.83	*0.143				
	500000.	2.63	0.130				
	1000000.	2.36	0.101				
P IV 3D 8P	50000.						
520.0 Å	100000.						
C= 0.47E+20	200000.	*4.80	*0.342E-01				
	300000.	*4.58	*0.382E-01				
	500000.	*4.26	*0.135E-01				
	1000000.	3.80	-0.396E-01				
P IV 4D 6P	50000.	*18.1	*0.554				
1654.5 Å	100000.	*16.1	*0.569				
C= 0.20E+22	200000.	14.5	0.567				
	300000.	13.6	0.559				
	500000.	12.5	0.539				
	1000000.	11.1	0.440				
P IV 4D 7P	50000.						
1278.3 Å	100000.	*18.4	*0.630				
C= 0.64E+21	200000.	*17.1	*0.601				
	300000.	*16.3	*0.617				
	500000.	15.1	0.552				
	1000000.	13.5	0.428				
PERTURBER DENSITY = 1.E+20cm-3							
P IV 3S 3P	50000.	4.38	-0.163E-01	0.856E-01	-0.163E-02	*0.122	-0.194E-02
950.7 Å	100000.	3.16	-0.213E-01	0.172	-0.469E-02	*0.311	-0.774E-02
C= 0.81E+23	200000.	2.36	-0.146E-01	0.249	-0.990E-02	*0.478	-0.185E-01
	300000.	2.03	-0.188E-01	0.279	-0.138E-01	*0.549	-0.264E-01
	500000.	1.73	-0.223E-01	0.307	-0.190E-01	*0.609	-0.373E-01
	1000000.	1.43	-0.226E-01	0.343	-0.264E-01	*0.682	-0.528E-01
P IV 3S 4P	50000.	*1.93	*0.321E-01				
388.3 Å	100000.	1.48	0.202E-01				
C= 0.35E+22	200000.	1.19	0.385E-01				
	300000.	1.07	0.322E-01				
	500000.	0.943	0.318E-01				
	1000000.	0.816	0.330E-01	*0.266	*0.468E-01		

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 3S 5P	50000.						
315.6 Å	100000.	*2.48	*0.596E-01				
C= 0.57E+21	200000.	*2.11	*0.340E-01				
	300000.	*1.93	*0.242E-01				
	500000.	1.74	0.279E-01				
	1000000.	1.52	0.254E-01				
P IV 3S 6P	50000.						
282.3 Å	100000.						
C= 0.53E+21	200000.						
	300000.	*3.44	*0.171				
	500000.	*3.19	*0.171				
	1000000.	*2.86	*0.143				
P IV 3P 4S	50000.	*6.77	*0.286	*0.220	*0.146		
776.4 Å	100000.	5.07	0.477	*0.412	*0.333		
C= 0.14E+23	200000.	3.99	0.517	*0.600	*0.482		
	300000.	3.53	0.518	*0.693	*0.593		
	500000.	3.05	0.515	*0.818	*0.724		
	1000000.	2.56	0.472	*1.02	*0.892		
P IV 3P 5S	50000.						
485.5 Å	100000.	*5.98	*0.244				
C= 0.13E+22	200000.	*4.95	*0.473				
	300000.	*4.44	*0.535				
	500000.	3.87	0.517				
	1000000.	3.19	0.461				
P IV 3P 6S	50000.						
412.5 Å	100000.						
C= 0.11E+22	200000.	*5.82	*1.18				
	300000.	*5.30	*1.17				
	500000.	*4.72	*1.07				
	1000000.	3.99	0.881				
P IV 3P 7S	50000.						
380.2 Å	100000.						
C= 0.48E+21	200000.						
	300000.						
	500000.	*8.58	*1.10				
	1000000.	*7.37	*1.06				
P IV 3P 3D	50000.	*6.07	*0.137	*0.211	*0.494E-01		
877.5 Å	100000.	4.46	0.133	*0.378	*0.113		
C= 0.30E+23	200000.	3.44	0.189	*0.495	*0.176		
	300000.	3.02	0.185	*0.543	*0.209		
	500000.	2.63	0.180	*0.603	*0.251		
	1000000.	2.25	0.173	*0.669	*0.307		
P IV 3P 4D	50000.	*4.76	*0.409E-01				
525.9 Å	100000.	*3.79	-0.112E-01				
C= 0.14E+22	200000.	3.09	-0.666E-01				
	300000.	2.78	-0.759E-01				
	500000.	2.45	-0.723E-01				
	1000000.	2.09	-0.721E-01				
P IV 3P 5D	50000.						
429.5 Å	100000.						
C= 0.14E+22	200000.	*4.97	*0.375				
	300000.	*4.59	*0.417				
	500000.	4.16	0.406				
	1000000.	3.65	0.352				
P IV 3P 6D	50000.						
386.8 Å	100000.						
C= 0.36E+21	200000.						
	300000.						
	500000.	*8.80	*0.386				
	1000000.	*7.79	*0.462				

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
P IV 3P 4S	50000.	*3.55	*0.200	*0.102	*0.818E-01		
630.8 Å	100000.	2.62	0.257	*0.198	*0.178		
C= 0.12E+23	200000.	2.04	0.300	*0.306	*0.262		
	300000.	1.80	0.294	*0.366	*0.314		
	500000.	1.55	0.287	*0.427	*0.384		
	1000000.	1.30	0.272	*0.518	*0.465		
P IV 3P 5S	50000.	*3.66	*0.390				
415.4 Å	100000.	*2.96	*0.449				
C= 0.23E+22	200000.	2.45	0.457				
	300000.	2.19	0.450				
	500000.	1.92	0.451				
	1000000.	1.63	0.385				
P IV 3P 6S	50000.						
359.6 Å	100000.						
C= 0.93E+21	200000.	*4.19	*0.722				
	300000.	*3.85	*0.744				
	500000.	*3.46	*0.702				
	1000000.	2.95	0.564				
P IV 3P 7S	50000.						
334.3 Å	100000.						
C= 0.44E+21	200000.						
	300000.						
	500000.	*6.16	*0.911				
	1000000.	*5.31	*0.837				
P IV 3P 3D	50000.	3.37	-0.605E-02	*0.112	*0.498E-03		
826.3 Å	100000.	2.45	-0.104E-01	*0.209	*0.144E-02		
C= 0.46E+23	200000.	1.84	-0.548E-02	*0.290	*0.317E-02		
	300000.	1.59	-0.983E-02	0.315	0.466E-02		
	500000.	1.36	-0.116E-01	0.346	0.690E-02		
	1000000.	1.14	-0.111E-01	0.381	0.992E-02	*0.760	*0.199E-01
P IV 3P 4D	50000.	*3.29	*0.168E-01				
444.7 Å	100000.	*2.65	*0.914E-01				
C= 0.21E+22	200000.	2.18	0.120				
	300000.	1.96	0.129				
	500000.	1.74	0.129				
	1000000.	1.49	0.111				
P IV 3P 5D	50000.						
371.8 Å	100000.						
C= 0.86E+21	200000.	*3.99	*0.192				
	300000.	*3.69	*0.223				
	500000.	*3.33	*0.211				
	1000000.	2.90	0.191				
P IV 3P 6D	50000.						
339.4 Å	100000.						
C= 0.28E+21	200000.						
	300000.						
	500000.	*6.50	*0.254				
	1000000.	*5.74	*0.316				
P IV 3D 5P	50000.						
751.4 Å	100000.	*14.3	*0.645				
C= 0.76E+22	200000.	*12.4	*0.673				
	300000.	*11.5	*0.681				
	500000.	10.5	0.697				
	1000000.	9.28	0.608				
P IV 3D 6P	50000.						
608.7 Å	100000.						
C= 0.27E+22	200000.						
	300000.	*15.9	*0.859				
	500000.	*14.7	*0.848				
	1000000.	*13.2	*0.716				

The analysis of present results and comparison with existing theoretical data will be published elsewhere (Dimitrijević and Sahal−Bréchot, 1996b).

Acknowledgements – This work is a part of the project "Astrometrical, Astrodynamical and Astrophysical Researches", supported by Ministry of Science and Technology of Serbia.

REFERENCES

Barnard, A.J., Cooper, J., Smith, E.W., 1974, J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer **14**, 1025.
Dimitrijević, M. S., and Sahal−Bréchot,S.: 1984, *J. Quant Spectrosc. Radiative Transfer* **31**, 301.
Dimitrijević, M. S., and Sahal−Bréchot, S.: 1996, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, submitted.
Griem, H. R.: 1974, *Spectral Line Broadening by Plasmas*, Academic Press, New York.
Sahal−Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.* **1**, 91.
Sahal−Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.* **2**, 322.
Sahal−Bréchot, S.: 1991, *Astron. Astrophys.* **245**, 322.

ТАБЕЛЕ ПАРАМЕТАРА ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА P IV

М. С. Димитријевић[1] и S. Sahal−Bréchot[2]

[1] *Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11000 Београд, Југославија*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris-Meudon, 92190 Meudon, France

УДК 52−355.3
Претходно саопштење

Користећи семикласичан прилаз, израчунате су ширине и помераји спектралних линија, проузроковани сударима са електронима, протонима и двоструко наелектрисаним јонима хелијума, за 114 мултиплета P IV. Резултати су дати у функцији температуре и концентрације пертурбера.

Bull. Astron. Belgrade № 156 (l997), 205 – 241 **UDC 929(497,11)"19/19"M:52(092)**
Professional paper

MILUTIN MILANKOVIĆ IN SCIENCE CITATION INDEX 1946 - 1996

M. S. Dimitrijević

Astronomical Observatory, Volgina 7, 11000 Belgrade, Yugoslavia

(Received: July 20, 1997)

SUMMARY: The result of the investigation of presence of the most famous Serbian astronomer Milutin Milanković in the Science Citation Index for 1946 -1996 is presented. Milutin Milanković (1879 - 1958) is the author of the mathematical theory of climate and he explained the origin of ice ages. His name bear one crater on the Moon, one on Mars and one asteroid. Wiithin the considered period 522 citations of 17 works and scientific writing have been found. His capital work explaining the origin of ice ages, Kanon der Erdbestrahlung und das Eiszeitproblem, published in 1941, received 253 citations. Bibliography of the cited works with citation index is also given.

1. INTRODUCTION

With the appearance of the Science Citation Index - SCI, which, especially in natural sciences, covers the most important of the world wide published literature,the citation index method for the investigation of scientific production and its importance have been developed. It has been shown in numerous analyses and investigations (Hajtun, 1983 and references therein), that the number of citations is an indicator of *quality* of scientific work, its *value*, *usefulness* and *importance*. The citation index method is of interest to the historicians of science as well, as it allows them to indentify the most important authors, works and various formal and informal groups. It is also an indicator of the *individual contribution* to the science of a particular scientist and of his *prestige*. Moreover, data on citability show articles considered as important by scientists active just in given research field (Garfield and Welljams - Dorof, 1992).

Here is presented the result of the investigation of presence of the most famous Serbian astronomer Milutin Milanković in the SCI for 1946 - 1996. Milutin Milanković (1879 - 1958) is the author of the mathematical theory of climate and he explained the origin of ice ages. His name bear one crater on the Moon, one on Mars and one asteroid. He was director of Belgrade Astronomical Observatory 1948 - 1951. His life, scientific and professional activity is described in Indjić (1997).

2. ANALYSIS

Within SCI published for 1946 - 1996, 522 citations of Milutin Milanković have been found. They refer to 17 scientific writings and books, three being indirect citations. All the cited works together with the found citations are given in the bibliography (indicated in Table 1 headings) and the citation distribution within the considered period is shown in Table 1. From 17 cited articles, 1-5 citations received 9 articles, 6-10 four, and articles No. 12, 2, 4 and 15 have 37, 46, 135 and 253 citations respectively.

The most cited work of Milutin Milanković is *Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem* (No 15 - Canon of Insolation and the Ice Age Problem) which has 253 citations in the considered period. This is the capital monogra-

phy of Milutin Milanković which includes results of his research previously published in 28 articles, collected as a whole, together with new additions and analyses and with numerous examples and applications of his theory. In this capital work Milanković gives the mathematical theory of climate of Earth and planets and explaines the origin of ice - ages.

Looking in Table 1 at the citation distribution over the covered period, one can see that this is a unique work with citability not decreasing with time, but increasing or constant. In the period 1945 - 1960 Canon has 5 citations. In the period 1961 - 1975 it has one or two citations per year on the average. After a smal increase (1976 five times, 1977 three times), in 1978 it has 8 citations. In the period 1978 - 1990 Canon is cited 6 - 12 times per year. A new jump like increase is in 1991, when Canon has 19 citations. It has 17 citations in 1992, 19 in 1993, 13 in 1994, 14 in 1995 and 14 in 1996.

The first jumplike increase of citations is probably connected with the holding of American CLIMAP (Climate Long Range Investigation, Mapping and Prediction) in 1976 (Hays, Imbrie and Shackleton, 1976), confirming completely Milanković's theory and his explanation of the ice ages problem. The second jumplike increase is due to geologists. In Perugia in 1988, was held the first international meeting on Cyclostratigraphy, whose groundwork presented the Milanković's theory of cyclic variations of climate.

When we compare the number of Canon citations with the number of citations of other astronomical papers of Serbian astronomers (Dimitrijević, 1996), one can see that Canon is the most cited (in the Science Citation Index data base) single work in astronomy originating from Serbia. One has to take into account also that Canon has been published in 1941 and that the number of citations generally decreases with time, while relatively recently published articles are more cited than old ones of the same importance.

Articles No. 12, 2 and 4, which have 37, 46 and 135 citations are closely connected with the mathematical theory of climate and their results are included in Canon.

In Théorie mathématique des phénomènes thérmiques produits par la radiation solaire (Mathematical Theory of Thermic Phenomens produced by the Solar Radiation), published in 1920, Milanković develops a theory based on the Celestial Mechanics and Theoretical Physics principles, explaining the distribution of Solar radiation in interplanetary space and on planetary surfaces. He also shows the connection between the insolation and temperature of the planetary layers, and daily, annual and secular insolation variations.

Among the cited articles, intersting is his article from egineering praxis (O membranama jednakog otpora - On membrans with equal resistance) published in 1908, in which he describes the project of an one million liter water tower and finds its optimal shape. This article, published at the beginning of the century has eight citations in the considered period, the last one in 1986.

Table 1. Number of citations of works of Milutin Milanković in Science Citation Index for 1946 - 1996 period. Numbers heading the columns indicate the cited work:

1 - O membranama jednakog otpora, Rad JAZU, 1908, 175, Matematičko - Prirodoslovni razred 44, 140-152.
2 - Théorie mathématique des phénomènes thérmiques produits par la radiation solaire, Paris, Zagreb, Gauthier-Villars et Cie, Ed. Académie Yugoslave des Sciences et des Arts, 1920, 1-338.
3 - Kalorična godišnja doba i njihova primena u paleoklimatskom problemu, Glas SKA, CIX, 1923, 1-30.
4 - Mathematische Klimalehre und Astronomische Theorie der Klimaschwankungen, Handbuch der Klimatologie, Bd I, T.A. Hrsg. von W. Köppen und R. Geiger, Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1930, 1-176.
- Mathematische Klimalehre und Astronomische Theorie der Klimaschwankungen, Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1930, 1-176.
- Matematicheskaya klimatologiya i astronomicheskaya teoriya kolebaniya klimata. Perevod s nemeckogo A. Kh. Khrgian. Pod redakciej prof. S. L. Bastamova. S dobavleniem A. Kh. Khrgiana "Klimaty geologicheskikh epokh i peremeshcheniye materikov". Moskva, Leningrad, Gosudarstvennoe ob'edinennoe nauchno-tekhnicheskoe izdatel'stvo, 1939, 1-207.
5 - Astronomska teorija sekularnih varijacija klime, Glas SKA, CXLIII, 1931, 27-89.
6 - Drehbewegungen der Erde, Handbuch der Geophysik, Bd 1, Lieferung 2, Abschnitt VI. Hrsg von Beno Gutenberg, Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1933, 371-437.
7 - Säkulare Pollverlagerungen, Handbuch der Geophysik, Bd 1, Lieferung 2, Abschnitt VII. Hrsg von Beno Gutenberg, Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1933, 438-500.
8 - Numeričko izračunavanje sekularne putanje Zemljinih polova, Glas Srpske Kraljevske Akademije, 1933, CLIV, Prvi razred, 77, 3-38.
9 - Das Problem der Verlagerungen der Drehpole der Erde in den exakten und in den beschreibenden Naturwissenschaften. Erinnerungen an Alfred Wegener, Publications mathématiques de l'Université de Belgrade, 1933, II, 166-188.
10 - Der Mechanismus der Polverlagerungen und die daraus sich ergebenden Polbahnkurven, Gerlands Beiträge zur Geophysik, 1934, 42, 70-97.
11 - Zur Berechnung der Polfluchtkraft. Antwort auf die Bemerkungen von Herrn Grabowski, Gerlands Beiträge zur Geophysik, 1934, 43, 325-326.
12 - Astronomische Mittel zur Erforschung der Erdgeschichtlichen Klimate, Handbuch der Geophysik, Bd IX, Lieferung 3, Abschnitt VII. Hrsg von Beno Gutenberg, Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1938, 593-698.
13 - Neue Ergebnisse der Astronomischen Theorie der Klimaschwankungen, Bulletin de l'Acade-

mie Royal Serbe, 1938, Academie des Sciences Mathématiques et Naturelles A, Sciences Mathématiques et Physiques, 4, 1-41 + 14 Tab.

14 - Ueber die Verwendung vektorieller Bahnelemente in der Störungsrechnung, Bulletin de l'Academie Royal Serbe, 1939, Academie des Sciences Mathématiques et Naturelles A, Sciences Mathématiques et Physiques, 6, 1-70.

15 - Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem, Belgrad, Königlich Serbische Akademie, 1941; Editions speciales, CXXXIII, Séction des Sciences Mathématiques et Naturelles 33, 1-633. - Canon of Insolation and the Ice -age Problem. Transl. from German. - (Belgrad, Königlich Serbische Akademie, 1941; Special Publications Vol. 132). Jerusalem, Israel Program for Scientific Translations, 1969, 1-484.

16 - Astronomska teorija klimatskih promena i njena primena u geofizici, Beograd, Naučna knjiga, 1948, 1-159.

17 - Astronomische Theorie der Klimaschwankungen, ihr Werdegang und Widerhall, Serbische Akademie der Wissenschaften, Monographien, CCLXXX, Mathematisches Institut, 3, 1957, 1-58.

18 - Milanković cited indirectly.

Table 1. Number of citations of Milanković's works in the period 1945 – 1996 according to SCI. 1946 – 1996

Year	Frequency of citations Numbers (1–18), heading the columns, indicate particular works																		Total
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	
1945				2															2
1946			2				1					1	1						5
1947				2								1		1					4
1948				1				1						1	1				4
1949				2															2
1950		1	1	1											1				4
1951																			0
1952														1					1
1953				2					1										3
1954															1				1
1955		1		1			1			1		3							7
1956				2								3							5
1957												1							1
1958															1				1
1959																			0
1960				1								1			1				3
1961		1		2		1	1					2		1	3				11
1962		1		1										1	1				4
1963				1										1	1				3
1964																			0
1965		1		2							1			2	2				6
1966	1	2		5						1		3		1	6				19
1967				1								1			1				3
1968		2		3			1				1	1			1				9
1969				3		1	1					1			2				8
1970												4	1		2				7
1971		1		1								2							4
1972	2	1		5											2	1			11
1973				1								1			2				4
1974				2									1		1				4
1975				6								1		1	2			1	11
1976				5								1	1		5				12
1977		1		1						2		1			3				8

Year	Frequency of citations Numbers (1–18), heading the columns, indicate particular works																		Total
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	
1978		1		7								1			8				17
1979	1	2		2								1	2		9				17
1980	1	1	1	3	1							1			7			1	16
1981		1		5								1			12				19
1982	1	1		6									1		9				18
1983				3										1	7				11
1984	1	1		5								2			7				16
1985	1	2		4											11				18
1986		4	3	3											8				15
1987		3		5								1			12				21
1988		1		5										1	12		1		20
1989		1		4											10				15
1990				1											6				7
1991		5		1											19				25
1992		4		4								1			17			1	27
1993		1		6						2					19				28
1994				9											13				22
1995		3		5											14				22
1996		3		4											14				21
Total	8	46	4	135	1	2	5	1	1	6	1	37	7	10	253	1	1	3	522

BIBLIOGRAPHY OF CITED WORKS OF MILUTIN MILANKOVIĆ, WITH CITATIONS

1. O membranama jednakog otpora, Rad JAZU, 1908, 175, Matematičko - Prirodoslovni razred 44, 140-152.

1966

1. Dokmeci, M.C.: 1966, A shell of constant strength, Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Physik, **17**, 545.

1972

2. Schumann, W., Wuthrich, W.: 1972, Shells of constant strength, Acta Mechanica **14**, 189.

3. Sayir, M., Schumann, W.: 1972, Anisotropic membrane shells with same rigidity, Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Physik, **23**, 815.

1979

4. Kruzelecki, J.: 1979, Axially-Symmetric Shells of Uniform Membrane Strength As Optimal Shells, Bulletin de l'Academie Polonaise des Sciences-Serie des Sciences Techniques, **27**, 683-690.

1980

5. Prager, W., Rozvany, G.I.N.: 1980, Optimal Spherical Cupola of Uniform Strength, Ingenieur Archiv, **49**, 287-293.

1982

6. Dow, M., Nakamura, H., Rozvany, G.I.N.: 1982, Optimal Cupolas of Uniform Strength - Spherical M-Shells and Axisymmetric T-Shells, Ingenieur Archiv, **52**, 335-353.

1984

7. Kruzelecki, J., Zyczkowski, M.: 1984, Optimal-Design of an Elastic Cylindrical-Shell Under Overall Bending with Torsion, Solid Mechanics Archives, **9**, 269-306.

1985

8. Kruzelecki, J., Zyczkowski, M.: 1985, Optimal Structural Design of Shells - A Survey, Solid Mechanics Archives, **10**, 101-170.

---

2. Théorie mathématique des phénomènes thérmiques produits par la radiation solaire, Paris, Zagreb, Gauthier-Villars et Cie, Ed. Académie Yugoslave des Sciences et des Arts, 1920, 1-338.

1950

1. Opik, E.J.: 1950, Secular changes of the stellar structure and the ice ages, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, **110**, 49.

1955

2. Emiliani, C.: 1955, Pleistocene temperatures, Journal of Geology, **63**, 538.

1961

3. Jardetzky, W.: 1961, Investigation of Milankovitch and quaternary curve of effective Solar radiation, Annuals of the New York Academy of Sciences, **95**, 418.

1962

4. Adem, J.: 1962, On the theory of the general circulation of the atmosphere, Tellus, **14**, 102.

1965

5. Opik, E. J.: 1965, Climatic change in cosmic perspective, Icarus, **4**, 289.

1966

6. Miyamoto, S.: 1966, Martian atmosphere and crust, Icarus, **5**, 360.

7. Van den Heuvel, E.P.: 1966, On precession as a cause of pleistocene variations of Atlantic Ocean water temperatures, Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, **11**, 323.

1968

8. Saltzman, B.: 1968, Steady state solutions for axially - symmetric climate variables, Pure and Applied Geophysics, **69**, 237.

9. Bollinge, C.J.: 1968, Sun tides - An unexplored astronomical approach to clymate cycles and trends, Tellus, **20**, 412.

1971

10. Saltzman, B., Vernekar, A.D.: 1971, Effect of Earth orbital radiation variations on climate, Journal of Geophysical Research, **76**, 4195.

1972

11. Dilke, F.W.W.: 1972, Solar spoon, Nature, **240**, 262.

1977

12. Berger, A.: 1977, Long-term variations of the Earth's orbital elements, Celestial Mechanics, **15**, 53-74.

1978

13. Saltzman, B.: 1978, Survey of statistical - dynamical models of the terrestrial climate, Advances in Geophysics, **20**, 183-304.

1979

14. Chavez, A.: 1979, Estimation of global solar - radiation in short - term periods, Archiv für Meteorologie Geophysik und Bioklimatologie, serie B, **27**, 335-348.

15. Xu, Q.: 1979, Causes of ice ages, Scientia Geologica Sinica, **252**, 79.

1980

16. Schonwiese, C.D.: 1980, Climatic-Change Predictability and Realization by Means of Statistical Filter Models, Meteorologische Rundschau, **33**, 75-83.

1981

17. Adem, J.: 1981, Numerical Experiments on Ice-Age Climates, Climatic Change, **3**, pp 155-171.

1982

18. Imbrie, J.: 1982, Astronomical Theory of the Pleistocene Ice Ages - A Brief Historical Review, Icarus, **50**, pp 408-422.

1984

19. Saltzman, B., Hansen, A.R., Maasch, K.A.: 1984, The Late Quaternary Glaciations As the Response of a 3-Component Feedback-System to Earth-Orbital Forcing, Journal of the Atmospheric Sciences, **41**, 3380-3389.

1985

20. Kutzbach, J. E.: 1985, Modeling of Paleoclimates, Advances in Geophysics, **28**, pp 159-196.

21. Hughes, T.J.: 1985, The Great Cenozoic Ice-Sheet, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, bf 50, 9-43.

1986

22. Denis, C.: 1986, On the Change of Kinetical Parameters of the Earth During Geological Times, Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, **87**, 559-568.

23. Grassberger, P.: 1986, Do Climatic Attractors Exist, Nature, **323**, 609-612.

24. Flohn, H.: 1986, Singular Events and Catastrophes Now and in Climatic History, Naturwissenschaften, **73**, 136-149.

25. Hartmann, D.L., Berroir, A., Hunt, G.E., Ramanathan, V.: 1986, Earth Radiation Budget Data and Climate Research, Reviews of Geophysics, **24**, 439-468.

1987

26. Foucault, A., Fang, N.Q.: 1987, Climatic Control of the Quaternary Sedimentation in the Bay of Bengal, Comptes Rendus de l'Academie des Sciences, Serie II-Mecanique Physique Chimie Sciences de l'Univers, Sciences de la Terre, **305**, 1383-1388.

27. Foucault, A., Renard, M.: 1987, Isotopic Arguments for a Climatic Control of Marly-Calcareous Sedimentation in the Spanish Mesozoic (Sierra-de-Fontcalent, Province-of-Alicante), Comptes Rendus de l'Academie des Sciences, Serie II-Mecanique Physique Chimie Sciences de l'Univers Sciences de la Terre, **305**, 517-521.

28. Foucault, A., Powichrowski, L., Prudhomme, A.: 1987, Astronomical Control of Turbiditic Sedimentation - The Case of Helminthoid Flysch (Maastrichtian, Ligurian Alps, Italy), Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Serie II - Mecanique Physique Chimie Sciences de l'Univers Sciences de la Terre, **305**, pp 1007-1011.

1988

29. Berger, A.: 1988, Milankovitch Theory and Climate, Reviews of Geophysics, **26**, 624-657.

1989

30. Blancvalleron, M.M., Foucault, A., Gannat, E.: 1989, Climatic, Orbital, and Solar Control of Evaporitic Sedimentation - The Case of the Upper Salt (Lower Oligocene) of the Mulhouse Basin (South of the Rhinegraben, France), Comptes Rendus de l'Academie des Sciences, Serie II-Mecanique Physique Chimie Sciences de l'Univers Sciences de la Terre, **308**, 435-441.

1991

31. Melieres, F.: 1991, Nature and Origin of Bajocian Limestone-Marl Alternances of the Sancerre-Couy Borehole (Cher, France), Bulletin de la Societe Geologique de France, **162**, 953-970.

32. Sorel, D., Purser, B.H., Cenatus, H.: 1991, Attempt at Dating the Haitian Uplifted Reefs Using the Climatic Orbital Forcing Time Scale, Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Serie II-Mecanique Physique Chimie Sciences de l'Univers Sciences de la Terre, **313**, 1277-1282.

33. Houghton, J.: 1991, The Bakerian Lecture, 1991 - The Predictability of Weather and Climate, Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series A-Physical Sciences and Engineering, **337**, 1648, 521-572.

34. Carpentier, B., Gely, J. P., Huc, A. Y., Durand, B., Blancvalleron, M. M., Ansart, M.: 1991, Use of Organic-Carbon Content as a Chronostratigraphic Tool, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **88**, pp 231-237.

35. Maltezou, F., Anderson, R. N.: 1991, Milankovitch Cycles in Electrical-Resistivity Logs from the Toa-Baja Scientific Drillhole, Puerto-Rico, Geophysical Research Letters, **18**, pp 517-520.

1992

36. Carpentier, B., Gely, J. P., Blancvalleron, M. M., Huc, A. Y.: 1992, Simulation of Sedimentation in an Evaporitic Basin at Water Level Under Eustatic Influence - Application to the Paleogene Mulhouse Basin (Alsace, France), Revue de l'Institut Francais du Petrole, **47**, pp 559-585.

37. Berger, A., Loutre, M. F., Laskar, J.: 1992, Stability of the Astronomical Frequencies over the Earths History for Paleoclimate Studies, Science, **255**, pp 560-566.

38. Berger, A. L.: 1992, Astronomical Theory of Paleoclimates and the Last Glacial-Interglacial Cycle, Quaternary Science Reviews, **11**, pp 571-581.

39. Foucault, A.: 1992, Sedimentary Record of Orbital Cycles, Methodology, Results and Perspectives, Bulletin de la Societe Geologique de France, **163**, pp 325-335.

1993

40. Berger, A., Loutre, M. F., Tricot, C.: 1993, Insolation and Earths Orbital Periods, Journal of Geophysical Research-Atmospheres, **98**, pp 10341-10362.

1995

41. Guillocheau, F.: 1995, Nature, Rank and Origin of Phanerozoic Sedimentary Cycles, Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Serie II Fascicule A-Sciences de la Terre et des Planetes, **320**, 1141-1157.

42. Sluiter, I.R.K., Kershaw, A.P., Holdgate, G.R., Bulman, D.: 1995, Biogeographic, Ecological and Stratigraphic Relationships of the Miocene Brown-Coal Floras, Latrobe Valley, Victoria, Australia, International Journal of Coal Geology, **28**, 277-302.

43. Emiliani, C.: 1995, 2 Revolutions in the Earth-Sciences, Terra Nova, **7**, pp 587-597.

1996

44. Mayer, L.A., Gobrecht, C., Pisias, N.G.: 1996, 3-Dimensional Visualization of Orbital Forcing and Climatic Response - Interactively Exploring the Pacemaker of the Ice Ages, Geologische Rundschau, **85**, 505-512.

45. Berger, W,H,, Bickert, T., Yasuda, M.K., Wefer, G.: 1996, Reconstruction of Atmospheric CO2 from Ice-Core Data and the Deep-Sea Record of Ontong-Java Plateau - The Milankovitch Chron, Geologische Rundschau, **85**, 466-495.

46. Berger, A.: 1996, Insolation in Terms of Earths Orbital Parameters - Comment, Theoretical and Applied Climatology, **53**, pp 253-255.

---

3. Kaloričnа godišnja doba i njihova primena u paleoklimatskom problemu, Glas SKA, CIX, 1923, 1-30.

1946

1. Choubert, G.: 1946, Geologie - Essai d'interpretation de la courbe des terasses marines quaternaires, Comptes rendus hébdomadaires des séances de l'Academie des sciences, **223**, 511.

2. Choubert, G.: 1946, Geologie - Sur l'influence des pluviaux sur le creusement et le comblement fluviatiles pendant le quaternaire, Comptes rendus hébdomadaires des séances de l'Academie des sciences, **223**, 810.

1950

3. Opik, E.J.: 1950, Secular changes of the stellar structure and the ice ages, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, **110**, 49.

1980

4. Kopal, Z.: 1980, Stability of the Solar-System, Moon and the Planets, **22**, 5-11.

---

4. Mathematische Klimalehre und Astronomische Theorie der Klimaschwankungen, Handbuch der Klimatologie, Bd I, T.A. Hrsg. von W. Köppen und R. Geiger, Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1930, 1-176.

4a. Mathematische Klimalehre und Astronomische Theorie der Klimaschwankungen, Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1930, 1-176.

4b. Matematicheskaya klimatologiya i astronomicheskaya teoriya kolebaniya klimata. Perevod s nemeckogo A. Kh. Khrgian. Pod redakciej prof. S. L. Bastamova. S dobavleniem A. Kh. Khrgiana "Klimaty geologicheskikh epokh i peremeshcheniye materikov". Moskva, Leningrad, Gosudarstvennoe ob'edinennoe nauchno-tekhnicheskoe izdatel'stvo, 1939, 1-207.

1945

1. Farrow, B., Pelton, M.O.: 1945, A photographic daylight recorder, Journal of Scientific Instruments, **22**, 210.

2. Flint, R.F.: 1946, Glacial Climates in the Southern Hemisphere - Discussion, American Journal of Science D, **244**, 861.

1947

3. Himpel, K.: 1947, Ein beitrag zum Eiszeitproblem, Zeitschrift fur Naturforschung A, **2**, 419.

4. Firbas, F.: 1947, Uber die Spateiszeitlichen verschiebungen der Waldgrenze, Naturwissenschaften, **34**, 114.

1948

5. Klein, W.H.: 1948, Calculation of the Solar radiation and the Solar heat load on man, Journal of Meteorology **5**, 119.

1949

6. Landsberg, H.: 1949, Climatologie of the pleistocene, Geological Society of America Bulletin, **60**, 1437.

7. Willett, H.C.: 1949, Long period fluctuations of the general circulation of the atmosphere, Journal of Meteorology **6**, 34.

1950

8. Budel, J.: 1950, Die Klimaphasen der Wurmeiszeit - (Beitrage zur Geomorphologie der Klimazonen und vorzeitklimate 4, Naturwissenschaften, **37**, 438.

1953

9. Hess, S.L., Frank, R.M.: 1953, A Theory of Temporal and Latitudinal Distribution of Temperature, Journal of Meteorology, **10**, 135.

10. Rubin, M.J.: 1953, Seasonal variations of the Antarctic tropopause, Journal of Meteorology, **10**, 127.

1955

11. Emiliani, C.: 1955, Pleistocene temperatures, Journal of Geology, **63**, 538.

1956

12. Schwerdtfeger, W., Prohaska, F.: 1956, The semiannual pressure oscillation, its cause and effects - reply, Journal of Meteorology, **13**, 217.

13. Gifford, F.: 1956, The Surface - temperature climate of Mars, Astrophysical Journal, **123**, 154.

1960

14. Eardley, A.J., Gvosdetsky, V.: 1960, Analysis of the pleistocene core from Great Salt Lake, Utah, Geological Society of America Bulletin, **71**, 1323.

1961

15. Fairbridge, R.: 1961, Convergence of evidence on climatic change and ice ages, Ann. NY Acad. **95**, 542.

16. Jardetzky, W.: 1961, Investigation of Milankovitch and quaternary curve of effective Solar radiation, Annuals of the New York Academy of Sciences, **95**, 418.

1962

17. Koo, C.: 1962, Cybernetic aspects of atmospheric processes, Scientia Sinica, **11**, 259.

1963

18. Zubakov, V.A.: 1963, Time relations of Glacier stages and Interstadials of last Glaciation (from C 14 data), Doklady Akademii Nauk SSSR, **152**, 941.

1965

19. Bayer, K.: 1965, Objective meteorologische teilung des jahres in naturliche jahreszeiten nach den anderungen des luftdruckfeldes, Zeitschrift für Meteorologie, **17**, 103.

20. Svatkov, N.M.: 1965, Thermodynamic foundations of development of geographic shell, Doklady Akademii Nauk SSSR, **163**, 1213.

1966

21. Donn, W.L., Ewing, M.: 1966, A theory of ice ages 3., Science, **152**, 1706.

22. Delisle, J.F.: 1966, Mean daily insolation in New Zealand, New Zealand Journal of Science, **9**, 992.

23. Wilson, A.T.: 1966, Variation in Solar insolation to the south polar region as a trigger which induces instability in the Antarctic ice sheet, Nature, **270**, 477-478.

24. Lee, R., Baumgart. A.: 1966, Topography and insolation climate of a mountainous forest aerea, Forest Science, **12**, 258.

25. Zubakov, V.A.: 1966, A comparison of radiometric scale of continental pleistocene with chronological diagrams of bathypelagic bottom sediments and curve of solar radiation, Doklady Akademii Nauk SSSR, **171**, 1153.

1967

26. Tsuchiya, I.: 1967, Dynamic climatological studies on meandering of westerlies and japanese climate, Papers in Meteorology and Geophysics, **18**, 27.

1968

27. Saltzman, B.: 1968, Steady state solutions for axially - symmetric climate variables, Pure and Applied Geophysics, **69**, 237.

28. Shaw, D.M., Donn, W.L.: 1968, Milankowitch radiation variations - a quantitative evaluation, Science, **162**, 1270.

29. Sharaf, Sh.G., Budnikova, A.N.: 1968, Kolebaniya Solnechnogo oblucheniya Zemli, byzvannye vekovymi izmeneniyami elementov Zemnoj orbity, Doklady Akademii Nauk SSSR, **182**, 291-293.

1969

30. Wilson, A. T.: 1969, Climatic effects of large - scale surges of ice sheets, Canadian Journal of Earth Sciences, **6**, 911.

31. Budyko, M.I.: 1969, The effect of solar radiation on the climate of the Earth, Telus, **21**, 611-619.

32. Sergin, S.Y., Sergin, V.Y.: 1969, A study of dynamics of climate fluctuations during quaternary, Doklady Akademii Nauk SSSR, **186**, 897.

1971

33. Barrett, E.W.: 1971, Depletion of short - wave irradiance at ground by particles suspended in atmosphere, Solar Energy, **13**, 323.

1972

34. Budyko, M.I.: 1972, Future climate, Transactions of American Geophysical Union, **53**, 868.

35. Ginzburg, A.S.: 1972, Forced oscillations of temperature in system atmosphere - underlying layer, Izvestiya Akademii Nauk SSSR Fizika Atmosfery i okeana, **8**, 458.

36. Derome, J., Wiinniel, A.: 1972, Maintenances of axisymmetric part of flow in atmosphere, Pure and Applied Geophysics, **95**, 163.

37. Harris, G.P.: 1972, Ecology of corticolous lichens 3. Simulation model of productivity as a function of light - intensity and water availability, Journal of Ecology, **60**, 19.

38. Rutter, A.J., Kershaw, K.A., Robins, P.C., Morton, A.J.: 1972, Predictive model of rainfall interception in forests 1. Derivation of model from observations in a plantation of corsican pine, Agricultural Meteorology, **9**, 367.

1973

39. Swift, L.W., Swank, W.T., Mankin, J.B., Luxmoore, J.W., Gpldstein, R.A.: 1973, Simulations of evapotranspiration from mature, cut and regrowing forest vegetation, Agricultural Meteorology, **12**, 329.

1974

40. Bryson, R.A.: 1974, Perspective on climatic change, Science, **184**, 753.

41. Bolle, H.J.: 1974, Possibilities of remote - sensing to determine parameters needed for climate change studies, Acta Astronomica, **1**, 1399.

1975

42. Berger, A.: 1975, Terrestrial insolation and elliptic integrals, Annales de la Société scientifique de Bruxelles, series 1, Sciences mathématiques, astronomiques et physiques, **89**, 69-91.

43. Ulrich, R.K.: 1975, Solar neutrinos and variations in solar luminosity, Science, **190**, 619-624.

44. Williams, G.E.: 1975, Late precambrian glacial climate and Earths obliquity, Geological Magazine, **112**, 441-465.

45. Barrett, E.W.: 1975, Inadvertent weather and climate modification, CRC Critical Reviews on Environmental Control, **6**, 15.

46. Vugts, H.F., Zimmerman, J.T.F.: 1975, Interaction between daily heat balance and tidal cycle, Nature, **255**, 113-117.

47. Maruashvili, L.I.: 1975, Imprint of clymatic cycles in cave deposit, Doklady Akademii Nauk SSSR, **225**, 65.

1976

48. Young, G.M.: 1976, Late precambrian mixtites - glacial and-or non-glacial, American Journal of Sciences, **276**, 366-374.

49. Johnson, R.G., McClure B.T.: 1976, Model for Northern hemisphere continental ice sheet variations, Quaternary Research, **6**, 325.

50. Cess, R.D.: 1976, Climate change - uppraisal of atmospheric feedback mechanisms employing zonal climatology, Journal of the Atmospheric Sciences, **33**, 1831-1843.

51. Mason, B.J.: 1976, Towards the understanding and prediction of climatic variations, Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, **102**, 473-498.

52. Haxel, O.: 1976, Contribution of Physics to paleoclimatology, Naturwissenschaften, **63**, 16-22.

1977

53. Berger, A.: 1977, Long-term variations of the Earth's orbital elements, Celestial Mechanics, **15**, 53-74.

1978

54. Bourangu., N.I., Petrov, N.A.: 1978, Influence of periodical variation of orbital elements of Earth on its insolation, Izvestiya Akademii Nauk SSSR Fizika Atmosfery i Okeana, **14**, 388.

55. Vulis, I.L., Monin, A.S.: 1978, Astronomical fluctuations of Earth insolation, Doklady Akademii Nauk SSSR, **242**, 1034.

56. Crittenden, P.D., Read, D.J.: 1978, Effects of air pollution on plant-growth with special refference to sulfur-dioxide. 1. Introduction and chamber conditions, New Phytologist, **80**, 33-48.

57. Shutts, G.J., Green, J.S.A.: 1978, Mechanisms and models of climatic change, Nature, **276**, 339-342.

58. Beaty, C.B.: 1978, Causes of glaciation, American Scientists, **66**, 452-459.

59. Schonwiese, C.D.: 1978, Problem of statistical climatic modeling, Archiv für , Meteorologie Geophysik und Bioclimatologie, serie B - Klimatologie umwell, **26**, 105-120.

60. Saltzman, B.: 1978, Survey of statystical - dynamical models of the terrestrial climate, Advances in Geophysics, **20**, ed. B. Saltzman, Academic Press, New York.

1979

61. Monin, A.S.: 1979, Air - sea interaction and climatic oscillations, Dynamics of Atmospheres and Oceans, **3**, 85.

62. Vulis, I.L., Monin, A.S.: 1979, Towards astronomical theory of the Earth's climate, Izvestiya Akademii Nauk SSSR Fizika Atmosfery i Okeana, **15**, 3.

1980

63. Toon, O.B., Bilski, K., Burns, J.A., Pollack, J.B., Ward, W.: 1980, The Astronomical Theory of Climatic-Change on Mars, Icarus, **44**, 552-607.

64. Herman, Y., Bogyo, T.P.: 1980, Quantitative Paleoclimatology - Micropaleontologic Data from Deep-Sea Cores, Marine geology, **36**, 23-34.

65. Imbrie, J., Imbrie, J.Z.: 1980, Modeling the Climatic Response to Orbital Variations, Science, **207**, pp 943-953.

1981

66. Brock, T.D.: 1981, Calculating Solar-Radiation for Ecological-Studies, Ecological Modelling, **14**, 1-19.

67. Clifton, H.E.: 1981, Progradational Sequences in Miocene Shoreline Deposits, Southeastern Caliente Range, California, Journal of Sedimentary Petrology, **51**, 165-184.

68. Dean, W.E., Cepek, P., Gardner, J.V.: 1981, Tertiary Carbonate-Dissolution Cycles on the Sierra Leone Rise, Eastern Equatorial Atlantic-Ocean, Marine Geology, **39**, 81-101.

69. Sutera, A.: 1981, On Stochastic Perturbation and Long-Term Climate Behavior, Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, **107**, 137-151.

70. Kockarts, G.: 1981, Effects of Solar Variations on the Upper-Atmosphere, Solar Physics, **74**, 295-320.

1982

71. Sabadini, R., Boschi, E., Yuen, D.A.: 1982, Polar Wandering and the Forced Responses of a Rotating, Multilayered, Viscoelastic Planet, Journal of Geophysical Research, **87**, 2885-2903.

72. Schubert, G., Yuen, D.A.: 1982, Initiation of Ice Ages by Creep Instability and Surging of the East Antarctic Ice-Sheet, Nature, **296**, 127-130.

73. Johnson, R.G.: 1982, Brunhes Matuyama Magnetic Reversal Dated at 790,000 Yr Bp by Marine Astronomical Correlations, Quaternary Research, **17**, 135-147.

74. Benzi, R., Parisi, G., Sutera, A., Vulpiani, A.: 1982, Stochastic Resonance in Climatic-Change, Tellus, **34**, 10-16.

75. Nevessky, E.N.: 1982, Some Features of the Development of the Earths Shelf Zones in Meso-Cenozoic Time, Okeanologiya, **22**, 57-71.

76. Imbrie, J.: 1982, Astronomical Theory of the Pleistocene Ice Ages - A Brief Historical Review, Icarus, **50**, pp 408-422.

1983

77. Benzi, R., Parisi, G., Sutera, A., Vulpiani, A.: 1983, A Theory of Stochastic Resonance in Climatic-Change, Siam Journal on Applied Mathematics, **43**, 565-578.

78. Mamaev, O.I.: 1983, The Theory of Climatological Temperature - Precipitation Diagram, Doklady Akademii Nauk SSSR, **272**, 1457-1461.

79. Borisenkov, Y. P., Agaponov, S. V., Tsvetkov, A. V.: 1983, On Some Characteristics of Insolation Changes in the Past and the Future, Climatic Change, **5**, pp 237-244.

1984

80. Wiinnielsen, A.: 1984, On Simple Climate Models with Periodic and Stochastic Forcing, Geophysical and Astrophysical Fluid Dynamics, **28**, 1-30.

81. Siddiqui, M.M., Wang, C.C.: 1984, High-Resolution Frequency-Analysis of Geological Time-Series, Journal of Geophysical Research-Atmospheres, **89**, 7195-7201.

82. Knox, F., Mcelroy, M.B.: 1984, Changes in Atmospheric CO_2 - Influence of the Marine Biota at High-Latitude, Journal of Geophysical Research-Atmospheres, **89**, 4629-4637.

83. Pisias, N.G., Shackleton, N.J.: 1984, Modeling the Global Climate Response to Orbital Forcing and Atmospheric Carbon-Dioxide Changes, Nature, **310**, 757-759.

84. Cotillon, P., Rio, M.: 1984, Comparison Between the Cyclicity of Pelagic Early Cretaceous Successions in the Southern Subalpine Ranges (S E France), Central Atlantic (Site 534 Dspd) and Gulf of Mexico (Sites 535 and 540 DSDP) - Paleoclimatic Consequences and Application to Transtethyan Stratigraphical Correlations, Bulletin de la Societe Geologique de France, **26**, 47-62.

1985

85. Yamamoto, A., Fukuyama, K., Kashiwaya, K.: 1985, Periodic Variations of Grain-Size in Pleistocene Sediments in Lake Biwa and Earth-Orbital Cycles, Geophysical Research Letters, **12**, 585-588.

86. Borisenkov, Y.P., Eddy, J.A., Tsvetkov, A.V.: 1985, Combined Effects of Earth Orbit Perturbations and Solar - Activity on Terrestrial Insolation .1. Sample Days and Annual Mean-Values, Journal of the Atmospheric Sciences, **42**, 933-940.

87. Imbrie, J.: 1985, A Theoretical Framework for the Pleistocene Ice Ages, Journal of the Geological Society 1985, 142, MAY, 417-432.

88. House, M.R.: 1985,Correlation of Mid-Paleozoic Ammonoid Evolutionary Events with Global Sedimentary Perturbations, Nature, **313**, 17-22.

1986

89. Sankarrao, M.: 1986, An Overview of Climate Models, Proceedings of the Indian Academy of Sciences-Earth and, Planetary Sciences, **95**, 447-484.

90. Richmond, G.M.: 1986, Stratigraphy and Correlation of Glacial Deposits of the Rocky Mountains, the Colorado Plateau and the Ranges of the Great-Basin, Quaternary Science Reviews, **5**, 99.

91. Lindzen, R.S.: 1986, A Simple-Model for 100K-Year Oscillations in Glaciation, Journal of the Atmospheric Sciences, **43**, 986-996.

1987

92. Kellogg, W.W.: 1987, Mankinds Impact on Climate - The Evolution of an Awareness, Climatic Change, **10**, 113-136.

93. Saari, M.R., Schubert, G., Yuen, D.A.: 1987, Climatic Warming and Basal Melting of Large Ice Sheets - Possible Implications for East Antarctica, Geophysical Research Letters, **14**, 33-36.

94. Mukherjee, B.K., Dani, K.K., Indira, K.: 1987, Low-Latitudecanic-Eruptions and Their Effects on Sri Lankan Rainfall During the Northeast Monsoon, Journal of Climatology, **7**, 145-155.

95. Kashiwaya, K., Fukuyama, K., Yamamoto, A.: 1987, Time Variations of Erosional Force and Grain-Size in Pleistocene Lake-Sediments, Quaternary Research, **28**, 61-68.

96. Hyde, W. T., Peltier, W. R.: 1987, Sensitivity Experiments with a Model of the Ice-Age Cycle - The Response to Milankovitch Forcing, Journal of the Atmospheric Sciences, **44**, pp 1351-1374.

1988

97. Lindzen, R.S., Hou, A.Y.: 1988, Hadley Circulations for Zonally Averaged Heating Centered Off the Equator, Journal of the Atmospheric Sciences, **45**, 2416-2427.

98. Broecker, W.S., Andree, M., Bonani, G., Oeschger, H., Klas, M., Wolfli, W.: 1988, New Evidence from the South China Sea for an Abrupt Termination of the Last Glacial Period, Nature, **333**, 156-158.

99. Kashiwaya, K., Yamamoto, A., Fukuyama, K.: 1988, Statistical-Analysis of Grain-Size Distribution in Pleistocene Sediments from Lake Biwa, Japan, Quaternary Research, **30**, 12-18.

100. Heinrich, H.: 1988, Origin and Consequences of Cyclic Ice Rafting in the Northeast Atlantic-Ocean During the Past 130,000 Years, Quaternary Research, **29**, 142-152.

101. Gilchrist, A.: 1988, Applying Large Computers to Problems in Physics - Numerical Weather Prediction and Climate Simulation, Reports on Progress in Physics, **51**, 1205-1226.

1989

102. Zachariasse, W.J., Zijderveld, J.D.A., Langereis, C.G., Hilgen, F.J., Verhallen, P.J.J.M.: 1989, Early Late Pliocene Biochronology and Surface-Water Temperature-Variations in the Mediterranean, Marine Micropaleontology, **14**, 339-355.

103. Turner, B.R., Whateley, M.K.G.: 1989, Tidally Influenced Coal-Bearing Sediments in the Tertiary Bering River Coalfield, South-Central Alaska, Sedimentary Geology, **61**, 111-123.

104. Adams, L.J., Tetzlaff, G.: 1989, Annual Precipitation Values at 20-Degrees-N 0-Degrees-E in the Early Holocene, Theoretical and Applied Climatology, **39**, 205-212.

105. Rognon, P.: 1989, Variations of Aridity in the Sahara Since 125,000 Bp, in Relation to Orbital and Glacial Forcings, Bulletin de la Societe Geologique de France, **5**, 13-20.

1990

106. Ogura, K., Machihara, T., Takada, H.: 1990, Diagenesis of Biomarkers in Biwa Lake-Sediments over 1 Million Years, Organic Geochemistry, **16**, 805-813.

1991

107. Short, D. A., Mengel, J. G., Crowley, T. J., Hyde, W. T., North, G. R.: 1991, Filtering of Milankovitch Cycles by Earths Geography, Quaternary Research, **35**, pp 157-173.

1992

108. Woronow, A.: 1992, A Test of the Gamma Method for Evaluating the Periodicity of Cyclical Sediments, Earth and Planetary Science Letters, **113**, 443-447.

109. Afanasyev, S.L.: 1992, Mesocyclite Method of the Geological Age-Determination, Doklady Akademii Nauk, **323**, 719-722.

110. Vanhoof, A.A.M., Langereis, C.G.: 1992, The Upper Kaena Sedimentary Geomagnetic Reversal Record from Southern Sicily, Journal of Geophysical Research-Solid Earth, **97**, 6941-6957.

111. Lehouerou, H. N.: 1992, Outline of the Biological History of the Sahara, Journal of Arid Environments, **22**, pp 3-30.

1993

112. Jung, P.: 1993, Periodically Driven Stochastic-Systems, Physics Reports-Review Section of Physics Letters, **234**, 175-295.

113. Abrahamsen, N.: 1993, Magnetic Variations and Possible Milankovitch Cycles in a Deep-Sea Core from the Central North-Atlantic, Journal of Geomagnetism and Geoelectricity, **45**, 133-141.

114. Duplessy, J.C., Bard, E., Labeyrie, L., Duprat, J., Moyes, J.: 1993, Oxygen-Isotope Records and Salinity Changes in the Northeastern Atlantic-Ocean During the Last 18,000 Years, Paleoceanography, **8**, 341-350.

115. Rusanov, V., Angelov, V., Chakarova, K., Ajdanlijsky, G.: 1993, Long-Period (over 10(6) Years) Paleoclimatic Variations - Astronomical Cause and Possible Geologic Record, Naturwissenschaften, **80**, 170-172.

116. Williams, G.E.: 1993, History of the Earths Obliquity, Earth-Science Reviews, **34**, 1-45.

117. Imbrie, J., Berger, A., Boyle, E.A., Clemens, S.C., Duffy, A., Howard, W.R., Kukla, G., Kutzbach, J., Martinson, D.G., Mcintyre, A., Mix, A.C., Molfino, B., Morley, J.J., Peterson, L.C., Pisias, N.G., Prell, W.L., Raymo, M.E., Shackleton, N.J., Toggweiler, J.R.: 1993, On the Structure and Origin of Major Glaciation Cycles .2. The 100,000-Year Cycle, Paleoceanography, **8**, 699-735.

1994

118. Saltzman, B., Verbitsky, M.: 1994,Late Pleistocene Climatic Trajectory in the Phase-Space of Global Ice, Ocean State, and CO_2 - Observations and Theory, Paleoceanography, **9**, 767-779.

119. Hammer, G.L., Wright, G.C.: 1994, A Theoretical-Analysis of Nitrogen and Radiation Effects on Radiation Use Efficiency in Peanut, Australian Journal of Agricultural Research, **45**, 575-589.

120. Berger, W.H., Yasuda, M.K., Bickert, T., Wefer, G., Takayama, T.: 1994, Quaternary Time-Scale for the Ontong-Java Plateau - Milankovitch Template for Ocean Drilling Program Site-806, Geology, **22**, 463-467.

121. Crowley, T.J., Kim, K.Y.: 1994, Milankovitch Forcing of the Last Interglacial Sea-Level, Science, **265**, 1566-1568.

122. Lindzen, R.S.: 1994, Climate Dynamics and Global Change, Annual Review of Fluid Mechanics, **26**, 353-378.

123. Berger, W.H.: 1994, Quaternary Fourier Stratigraphy - Orbital Templates and Milankovitch Anomalies, Mathematical Geology, **26**, 769-781.

124. Berger, W.H., Jansen, E.: 1994, Fourier Stratigraphy - Spectral Gain Adjustment of Orbital Ice Mass Models as an Aid in Dating Late Neogene Deep-Sea Sediments, Paleoceanography, **9**, 693-703.

125. Sadourny, R.: 1994, The Suns Influence on Climate, Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Serie II, **319**, 1325-1342.

126. Rea, D. K.: 1994, The Paleoclimatic Record Provided by Eolian Deposition in the Deep-Sea - The Geologic History of Wind, Reviews of Geophysics, **32**, pp 159-195.

1995

127. Hall, C.M., Farrell, J.W.: 1995, Laser Ar-40/Ar-39 Ages of Tephra from Indian-Ocean Deep-Sea Sediments - Tie Points for the Astronomical and Geomagnetic Polarity Time Scales, Earth and Planetary Science Letters, **133**, 327-338.

128. Liu, H.S.: 1995, A New View on the Driving Mechanism of Milankovitch Glaciation Cycles, Earth and Planetary Science Letters, **131**, 17-26.

129. Berger, W.H., Bickert, T., Wefer, G., Yasuda, M.K.: 1995, Brunhes-Matuyama Boundary - 790 Ky Date Consistent with ODP Leg-130 Oxygen-Isotope Records Based on Fit to Milankovitch Template, Geophysical Research Letters, **22**, 1525-1528.

130. Chen, J.J., Farrell, J.W., Murray, D.W., Prell, W.L.: 1995, Timescale and Paleoceanographic Implications of a 3.6-My Oxygen-Isotope Record from the Northeast Indian-Ocean (Ocean Drilling Program Site-758), Paleoceanography, **10**, 21-47.

131. Emiliani, C.: 1995, 2 Revolutions in the Earth-Sciences, Terra Nova, **7**, pp 587-597.

1996

132. Revel, M., Cremer, M., Grousset, F.E., Labeyrie, L.: 1996, Grain-Size and Sr-Nd Isotopes as Tracer of Paleo-Bottom Current Strength, Northeast Atlantic-Ocean, Marine Geology, **131**, 233-249.

133. Berger, W,H,, Bickert, T., Yasuda, M.K., Wefer, G.: 1996, Reconstruction of Atmospheric CO2 from Ice-Core Data and the Deep-Sea Record of Ontong-Java Plateau - The Milankovitch Chron, Geologische Rundschau, **85**, 466-495.

134. Dargenio, B., Iorio, M., Tarling, D.H.: 1996, Periodicity of Magnetic Intensities in Magnetic Anomaly Profiles - The Cenozoic of the South-Atlantic, Geophysical Journal International, **127**, pp 141-155.

135. Stepanov, V.N.: 1996, The Modeling of Large-Scale Ocean Circulation with Simple Circulation Model, Okeanologiya, bf 36, 325-338.

---

5. Astronomska teorija sekularnih varijacija klime, Glas SKA, CXLIII, 1931, 27-89.

1980

1. Kopal, Z.: 1980, Stability of the Solar-System, Moon and the Planets, **22**, 5-11.

---

6. Drehbewegungen der Erde, Handbuch der Geophysik, Bd 1, Lieferung 2, Abschnitt VI. Hrsg von Beno Gutenberg, Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1933, 371-437.

1961

1. Emiliani, C.: 1961, Cenozoic climatic changes as indicated by stratigraphy and chronology of deep - sea cores of Globigerina - ooze facies, Annals of the New York Academy of Sciences, **95**, 521.

1969

2. Wilson, A. T.: 1969, Climatic effects of large - scale surges of ice sheets, Canadian Journal of Earth Sciences, **6**, 911.

---

7. Säkulare Pollverlagerungen, Handbuch der Geophysik, Bd 1, Lieferung 2, Abschnitt VII. Hrsg von Beno Gutenberg, Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1933, 438-500.

1946

1. Umbgrove, J.H.F.: 1946, Recent theories of polar displacement, American Journal of Science, **244**, 105.

1955

2. Hospers, J.: 1955, Rock magnetism and polar wandering, Journal of Geology, **63**, 59.

1961

3. Emiliani, C.: 1961, Cenozoic climatic changes as indicated by stratigraphy and chronology of deep - sea cores of Globigerina - ooze facies, Annals of the New York Academy of Sciences, **95**, 521.

1968

4. Mikhailo, A.A.: 1968, Secular variations of geographic coordinates, Soviet Astronomy - Astronomicheskij Zhurnal USSR, **12**, 377.

1969

5. Wilson, A. T.: 1969, Climatic effects of large - scale surges of ice sheets, Canadian Journal of Earth Sciences, **6**, 911.

---

8. Numeričko izračunavanje sekularne putanje Zemljinih polova, Glas Srpske Kraljevske Akademije, 1933, CLIV, Prvi razred, 77, 3-38.

1948

1. Prey, A.: 1948, Die methoden und ergebnisse der geophysik, Experientia, **4**, 88.

---

9. Das Problem der Verlagerungen der Drehpole der Erde in den exakten und in den beschreibenden Naturwissenschaften. Erinnerungen an Alfred Wegener, Publications mathématiques de l'Université de Belgrade, 1933, II, 166-188.

1953

1. Fleckenstein, J.O.: 1953, Erdkreisel der Geophysik und Fundamentalsystem der Astronomie, Experientia, **9**, 437.

---

10. Der Mechanismus der Polverlagerungen und die daraus sich ergebenden Polbahnkurven, Gerlands Beiträge zur Geophysik, 1934, 42, 70-97.

1955

1. Hospers, J.: 1955, Rock magnetism and polar wandering, Journal of Geology, **63**, 59.

1966

2. Karklin, V.P., Sarukhin, E.I.: 1966, A study of secular movement of Earth pole since 1900 till 1958, Doklady Akademii Nauk SSSR, **166**, 921.

1977

3. Keondzhyan, V.P., Monin, A.S.: 1977, O bluzhdanii polyusov vsledstvie kontinental'nogo drejfa, Doklady Akademii Nauk SSSR, **233**, 316-319.

4. Keondzhyan, V.P., Monin, A.S.: 1977, Drift of continents and large scale displacements of Earth's pole, Fizika Zemli, **22**, 77.

1993

5. Ricard, Y., Spada, G., Sabadini, R.: 1993, Polar Wandering of a Dynamic Earth, Geophysical Journal International, **113**, 284-298.

6. Spada, G., Sabadini, R., Ricard, Y.: 1993, On a Particular Solution of the Nonlinear Liouville Equations, Geophysical Journal International, **114**, 399-404.

---

11. Zur Berechnung der Polfluchtkraft. Antwort auf die Bemerkungen von Herrn Grabowski, Gerlands Beiträge zur Geophysik, 1934, 43, 325-326.

1968

1. Glangeau., L.: 1968, Geodynamic methods and their applications to Western Mediteranean structure, Revue de Geographie Physique et de geologie dynamique, **10**, 83.

---

12. Astronomische Mittel zur Erforschung der Erdgeschichtlichen Klimate, Handbuch der Geophysik, Bd IX, Lieferung 3, Abschnitt VII. Hrsg von Beno Gutenberg, Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1938, 593-698.

1946

1. Umbgrove, J.H.F.: 1946, Recent theories of polar displacement, American Journal of Science, **244**, 105.

1947

2. Himpel, K.: 1947, Ein beitrag zum Eiszeitproblem, Zeitschrift fr Naturforschung A, **2**, 419.

1955

3. Emiliani, C.: 1955, Pleistocene temperatures, Journal of Geology, **63**, 538.

4. Hospers, J.: 1955, Rock magnetism and polar wandering, Journal of Geology, **63**, 59.

5. Stokes, W.L.: 1955, Another look at the ice age, Science, **122**, 815.

1956

6. Ewing, M., Donn, W.L.: 1956, Theory of ice ages, Science, **123**, 1061.

7. Suess, H.E.: 1956, Absolute chronology of the last glaciation, Science, **123**, 355.

8. Lundgershausen, G.F.: 1956, The periodicity observed in climate variations of past geological epochs and some problems of geochronology, Doklady Akademii Nauk SSSR, **108**, 707.

1957

9. Irving, E.: 1957, Rock magnetism - A new approach to some palaeographic problems, Advances in Physics, **6**, 194.

1960

10. Cox, A., Doell, R.R.: 1960, Review of Paleomagnetism, Geological Society of America Bulletin, **71**, 645.

1961

11. Emiliani, C.: 1961, Cenozoic climatic changes as indicated by stratigraphy and chronology of deep - sea cores of Globigerina - ooze facies, Annals of the New York Academy of Sciences, **95**, 521.

12. Jardetzky, W.: 1961, Investigation of Milankovitch and quaternary curve of effective Solar radiation, Annuals of the New York Academy of Sciences, **95**, 418.

1965

13. Merke. F.: 1965, Die Eiszeit als primordiale Ursache des endemischen Kropfes, Schweizerische Medizinische Wochenschrift, **95**, 1183-1192.

1966

14. Broecker, W.S.: 1966, Absolute dating and the astronomical theory of glaciation, Science, **151**, 299-304.

15. Donn, W.L., Ewing, M.: 1966, A theory of ice ages 3., Science, **152**, 1706.

16. Wilson, A.T.: 1966, Variation in Solar insolation to the south polar region as a trigger which induces instability in the Antarctic ice sheet, Nature, **270**, 477-478.

1967

17. Selli, R.: 1967, Pliocene - pleistocene boundary in italian marine sections and its relationships to continental stratigraphies, Progress in Oceanography, **4**, 67.

1968

18. Broecker, W.S., Thurber, D.L., Goddard, J., Ku, T., Matthews, R.K., Mesolella, K.J.: 1968, Milankovitch hypothesis supported by precise dating of coral reefs and deep-sea sediments, Science, **159**, 297-300.

1969

19. Trabant, P.K.: 1969, Coastal microbathymetry of Fort Lauderdale Florida, Marine Technology Society Journal, **3**, 47.

1970

20. Duplessy, J.C., Labeyrie, J., Lalou, C., Nguyen, H.V.: 1970, Continental Climatic Variations between 130,000 and 90,000 Years BP, Nature, **226**, 631-633.

21. Herman, Y.: 1970, Arctic paleo - oceanography in late cenozoic time, Science, **169**, 474.

22. Hertzler, J.R.: 1970, Paleomagnetic field as inferred from marine magnetic studies, Journal of Geomagnetism, **22**, 197.

23. Veeh, H.H., Chapelle, J.: 1970, Astronomical theory of climatic change, support from New - Guinea, Science, **167**, 862.

1971

24. Wolfe, J.A.: 1971, Tertiary climatic fluctuations and methods of analysis of tertiary flows, Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology, **9**, 27.

25. Lalou, C., Duplessy, J.C., Nguyen, H.V.: 1971, Present geochronological data on sea levels and paleoclimatology of Riss-Wurm interglacial, Revue de Geographie Physique et de geologie dynamique, **13**, 447.

1973

26. Steiner, J., Grillmai., E.: 1973, Possible galactic causes for periodic and episodic glaciations, Geological Society of America Bulletin, **84**, 1003.

1975

27. Berger, A.: 1975, Terrestrial insolation and elliptic integrals, Annales de la Société scientifique de Bruxelles, series 1, Sciences mathématiques, astronomiques et physiques, **89**, 69-91.

1976

28. Mason, B.J.: 1976, Towards the understanding and prediction of climatic variations, Quaterly Journal of the Royal Meteorological Society, **102**, 473.

1977

29. Zindzen, R.S., Farell, B.: 1977, Some realistic modifications of simple climate models, Journal of the Atmospheric Sciences, **34**, 1487-1501.

1978

30. Wolfe, J.A.: 1978, Paleobotanical interpretation of tertiary climates in northen hemisphere, American Scientists, **66**, 694-703.

1979

31. Sprigg, R.C.: 1979, Stranded and submerged sea-beach systes of southeast South-Australia and Aeolian desert cycle, Sedimentary Geology, **22**, 55-96.

1980

32. Idnurm, M., Cook, P.J.: 1980, Paleomagnetism of Beach Ridges in South-Australia and the Milankovitch Theory of Ice Ages, Nature, **286**, 699-702.

1981

33. Meier, S.: 1981, Terrestrial and Extra-Terrestrial Hypotheses on the Ice - Age - Synthesis or Contradiction, Zeitschrift fur Meteorologie, **31**, 357-360.

1984

34. Denness, B.: 1984, The Greenhouse Affair, Marine Pollution Bulletin, **15**, 355-362.

35. Collen, J.D., Vella, P.: 1984, Hautotara, Te-Muna and Ahiaruhe Formations, Middle to Late Pleistocene, Wairarapa, New-Zealand, Journal of the Royal Society of New Zealand, **14**, 297-317.

1987

36. Denness, B.: 1987, Sea-Level Modeling - The Past and the Future, Progress in Oceanography, **18**, 41-59.

1992

37. Nazarov, V. I.: 1992, The Response of Entomofauna of the Last Glaciation to the Insolation Rate, Doklady Akademii Nauk Belarusi, **36**, pp 450-452 .

---

13. Neue Ergebnisse der Astronomischen Theorie der Klimaschwankungen, Bulletin de l'Academie Royal Serbe, 1938, Academie des Sciences Mathématiques et Naturelles A, Sciences Mathématiques et Physiques, 4, 1-41 + 14 Tab.

1946

1. Umbgrove, J.H.F.: 1946, Recent theories of polar displacement, American Journal of Science, **244**, 105.

1970

2. Broecker, W.S., Van Donk, J.: 1970, Insolation changes, ice volumes and the O^{18} record in deep-sea cores, Review of Geophysics and Space Physics, **8**, 169-198.

1974

3. Chappell, J.: 1970, Relationships between sealevels, ^{18}O variations and orbital perturbations, during the past 250,000 years, Nature, **252**, 199-202.

1976

4. Haxel, O.: 1976, Contribution of Physics to paleoclimatology, Naturwissenschaften, **63**, 16-22.

1979

5. Ito, K.: 1979, Simple rheological model for plate motion to explain episodic volcanism and tectonism - Application of Whitehead and Gaus fault model, Tectonophysics, **57**, 85.

6. Osmond, J.K.: 1979, Accumulation models of Th-230 and Pa-231 in deep-sea sediments, Earth Science reviews, **15**, 95-150.

1982

7. Sabadini, R., Boschi, E., Yuen, D.A.: 1982, Interaction of Cryospheric Forcings with Rotational - Dynamics Has Consequences for Ice Ages, Nature, **296**, 338-341.

---

14. Ueber die Verwendung vektorieller Bahnelemente in der Störungsrechnung, Bulletin de l'Academie Royal Serbe, 1939, Academie des Sciences Mathématiques et Naturelles A, Sciences Mathématiques et Physiques, 6, 1-70.

1947

1. Musen, P.: 1947, Uber die Vektoriel-Skalaren Gleichungen der Astronomisches Storungs Theorie, Zeitschrift für Naturforschung A, **2**, 365.

1948

2. Musen, P.: 1948, Zur Reduktion des Dreikorperproblems, Zeitschrift für Naturforschung A, **3**, 360.

1952

3. Fleckenstein, J.O.: 1952, Les theoremes de Laplace sur les perturbations seculaires dans les elements vectoriels des orbites planetaires, Experientia, **8**, 136.

1961

4. Musen, P.: 1961, On long-period lunar and solar effects on motion of an artificial satellite 2., Journal of Geophysical Research, **66**, 2797.

1962

5. Wen, L.S.: 1962, A unified treatment of variation of parameters and differential expressions methods in trajectory prediction and error analysis, Journal of Aerospace Science, **29**, 61.

1963

6. Allan, R.R., Ward, G.N.: 1963, Planetary equations in terms of vectorial elements, Proceedings of the Cambridge Philosophical Society, **59**, 669.

1966

7. Musen, P.: 1966, Application of Krylov - Bogolubov method to solution of stellar 3 body problem, Journal of Astronautical Sciences, **13**, 177.

1975

8. Deprit, A.: 1975, Ideal elements for perturbed Keplerian motions, Journal of Research of the National Bureau of Standards, section B, Mathematics and Mathematical Physics, **79**, 1-15.

1983

9. Hestenes, D.: 1983, Celestial Mechanics with Geometric Algebra, Celestial Mechanics, **30**, 151-170.

1988

10. Bartnik, E.A., Haberzettl, H., Sandhas, W.: 1988, Equations of Motion Using the Dynamical Evolution of the Runge-Lenz Vector, Astrophysical Journal, **334**, 517-526.

---

15. Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem, Belgrad, Königlich Serbische Akademie, 1941; Editions speciales, CXXXIII, Séction des Sciences Mathématiques et Naturelles 33, 1-633.

15a. Canon of Insolation and the Ice -age Problem. Transl. from German. - (Belgrad, Königlich Serbische Akademie, 1941; Special Publications Vol. 132). Jerusalem, Israel Program for Scientific Translations, 1969, 1-484.

1948

1. Wundt, W.: 1948, Uber die Krafte bei der bildung der Erdkruste, Experientia, **4**, 241.

1950

2. Budel, J.: 1950, Die Klimaphasen der Wurmeiszeit - (Beitrage zur Geomorphologie der Klimazonen und vorzeitklimate. 4., Naturwiissenschafften, **37**, 438.

1954

3. Jardetzky, W. S.: 1954, The principal characteristics of the formation of the Earth's crust, Science, **119**, 361.

1958

4. Landsberg, H. E.: 1958, Trends in Climatology, Science, **128**, 749.

1960

5. Eardley, A.J., Gvosdetsky, V.: 1960, Analysis ofd the pleistocene core from Great Salt Lake, Utah, Geological Society of America Bulletin, **71**, 1323.

1961

6. Jardetzky, W. S.: 1961, Investigations of Milankovitch and Quaternary Curve of effective Solar radiation, Annals of the New York Academy of Sciences, **95**, 418-423.

7. Karlstrom, T.: 1961, Glacial history of Alaska - Its bearing on palaeoclimatic theory, Annals of the New York Academy of Sciences, **95**, 290.

8. Zeuner, F. E.: 1961, Sequence of teraces of lower Thames and Radiation chronology, Annals of the New York Academy of Sciences, **95**, 377.

1962

9. Jardetzky, W. S.: 1962, Aperiodic pole shift and deformations of Earth crusts, Journal of Geophysical Research, **67**, 4461.

1963

10. Deutsch, E. R.: 1963, Polar wandering - A phantom event, American Journal of Science, **261**, 194.

1965

11. Havemann, H.: 1965, Kontinentenversciebung mit oder ohne polwanderung, Tectonophysics, **2**, 259.

12. Opik, E. J.: 1965, Climatic change in cosmic perspective, Icarus, **4**, 289.

1966

13. Opik, E. J.: 1966, More on climatic change, Icarus, **5**, 215.

14. van den Heuvel, E. P. J.: 1966, Ice shelf theory of Pleistocene glaciations, Nature, **210**, 363-365.

15. van den Heuvel, E. P. J.: 1966, On climatic change in cosmic perspective, Icarus, **5**, 214.

16. van den Heuvel, E. P. J.: 1966, On precession as a cause of Pleistocene variations of Atlantic ocean water temperature, Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, **11**, 323.

17. van den Heuvel, E. P. J.: 1966, On climatic change in cosmic perspective, Icarus, **5**, 218.

18. Wilson, A. T.: 1966, Variation in Solar insolation to South pole region as a trigger which induces instability in Antarctic ice sheet, Nature, **210**, 477.

1967

19. Kemp W. C., Eger, D. T.: 1967, Relationships among sequences with applications to geological data, Journal of Geophysical Research, **72**, 739-750.

1968

20. Emiliani, C.: 1968, Pleistocene epoch and evolution of man, Current Anthropology, **9**, 27.

1969

21. Mesolella, K. J., Matthews, R. K., Broecker, W. S., Thurber, D. L.: 1969, Astronomical theory of climatic change - Barbados data, Journal of Geology, **77**, 250-274.

22. Wilson, A. T.: 1969, Climati effects of large - scale surges of ice sheets, Canadian Journal of Earth Sciences, **6**, 911.

1970

23. Wesson, P. S.: 1970, Position against continental drift, Quaterly Journal of the Royal Astronomical Society, **11**, 312.

24. Landsber, H. E.: 1970, Man - made climatic changes, Science, **170**, 1265.

1972

25. Wetheral, R. T., Manabe, S.: 1972, Response of joint Ocean - atmosphere model to seasonal - variation of Solar - radiation, Monthly Weather Review, **100**, 42.

26. Mcinture, A., Ruddiman, W. F., Jantzen, K.: 1972, Southward penetrations of North Atlantic polar front - Faunal and floral evidence of large scale surface water mass movements over last 225,000 years, Deep Sea Research, **19**, 61.

1973

27. Landsber, H. E.: 1973, Influence of man on atmosphere, Recherche, **3**, 129.

28. Wayman, P. A.: 1973, Phenomenon of ice ages - Review of some contributions by Opik E. J., Irish Astronomical Journal, **10**, 63.

1974

29. Berggren, W. A., Vancouve, J. A.: 1974, Late neogene - Biostratigraphy, geochronology and palaeoclimatology of last 15 million years in marine and continental sequences, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **16**, 1.

1975

30. Landsber, H. E., Albert, J. M.: 1975, Some aspects of global climatic fluctuations, Archiv für Meteorologie Geophysik und Bioklimatologie, Series B - Climatology Environmental meteorology Radiation research, **23**, 165.

31. Berger, A.: 1975, Terrestrial insolation and elliptic integrals, Annales de la Société Scientifique de Bruxelles, **89**, 69-91.

1976

32. Suarez, M. J., Held, I.M.: 1976, Modeling climatic response to orbital parameter variations, Nature, **263**, 46.

33. Berger, A. L.: 1976, Obliquity and precession for last 5 000 000 years, Astronomy and Astrophysics, **51**, 127-135.

34. Mörner, N. A.: 1976, Eustasy and geoid changes, Journal of Geology, **84**, 123-151.

35. Hays, J. D., Imbrie, J., Shackleton, N.J.: 1976, Variations in Earths orbit peacemaker of ice ages, Science, **194**, 1121.

36. Wigley, T. M. L.: 1976, Spectral analysis and astronomical theory of climatic change, Nature, **264**, 629-631.

1977

37. Berger, A.: 1977, Long term variations of Earth orbital elements, Celestial Mechanics, **15**, 53.

38. Berger, A., 1977, Power and limitation of an energy - balance climate model as applied to astronomical theory of paleoclimates, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology **21**, 227-235.

39. Berger, A.: 1977, Support for astronomical theory of climatic change, Nature, **269**, 44.

1978

40. Ditbern, G. J., 1978, Climatic change - Volcanos, man - made polution and carbon - dioxide, IEEE Transactions on Geoscience electronics, **16**, 50.

41. Andrews, J. T., Barry, R.G., 1978, Glacial inception and disintegration during last glaciation, Annual Review on Earth and Planetary Sciences, **6**, 205.

42. Berger, A. L., 1978, Long term variations of caloric insolation resulting from Earth's orbital elements, Quaternary Research, **9**, 139-167.

43. Penner, S. S., 1978, Ist International Symposium: Space observations of long-term climatic changes - Introductory remarks on space observations of long - term climatic changes produced by escalating energy use, Acta Astronomica, **5**, 581.

44. Sclater, J. G., 1978, Marine Geosciences, in: Advances in Oceanography, General Symposium of the Joint Oceanographic Assembly, Edinburgh, Scotland, Sept. 13 - 24, 1976, eds. H. Charnock, G. Deacon, Plenum Press, New York, 307.

45. England, J., Bradley, R. S., 1978, Past glacial activity in Canadian high Arctic, Science, **200**, 265.

46. Berger, A. L.: 1978, Long term variations of daily insolation and quaternary climatic change, Journal of the Atmospheric Sciences, **35**, 2362-2367.

47. Willson, R. C., 1978, Accurate Solar constant determinations by cavity pirheliometers, Journal of Geophysical Research, **83**, 4003.

1979

48. Kominz, M. A., Heath, G. R., Ku, T. L., Pisias, N. G., 1979, Brunhes time scales and the interpretation of climatic change, Earth and Planetary Sciences Letters, **45**, 394.

49. Saltzman, B., 1979, Survey of statistical - dynamical models of the terrestrial climate, in: Advances in Geophysics, **20**, ed. B. Saltzman, Academic Press, New York, 183.

50. Sprigg, R. C., 1979, Stranded and submerged sea-beach systems of southeast south - Australian and Aeolian desert cycle, Sedimentary Geology, **22**, 53.

51. Cess, R. D., Wronka, J. C., 1979, Ice ages and the Milankovitch theory - Study of interactive climate feedback mechanisms, Telus, **31**, 185.

52. Hartmann, D. L., Short, D. A., 1979, Role of Zonal Asymmetries in Climate Change, Journal of the Atmospheric Sciiences, **36**, 519.

53. Suarez, M. J., Held, I. M., 1979, Sensitivity of an Energy-Balance Climate Model to Variations in the Orbital Parameters, Journal of Geophysical Research, **84**, 4825.

54. Pollack, J. B., 1979, Climatic Change on the Terrestrial Planets, Icarus, **37**, 479.

55. Bencmof, R., 1979, Simple Astronomical Theory of Climate, American Journal of Physics, **47**, 619.

56. Schneide, S. H., Thompson, S. L., 1979, Ice Ages and Orbital Variations - Some Simple Theory and Modelling, Quaternary Research **12**, 188.

1980

57. Briskin, M., Harrell, J.: 1980, Time-Series Analysis of the Pleistocene Deep-Sea Paleoclimatic Record, Marine Geology, **36**, 1-22.

58. Kopal, Z.: 1980, Ice Ages on the Earth and Their Astronomical Implications, Moon and the Planets, **23**, 253-258.

59. Ruddiman, W. F., Durazzi, J. T., Mcintyre, A., Nieblerhunt, V.: 1980, Oceanic Evidence for the Mechanism of Rapid Northern Hemisphere Glaciation, Quaternary Research, **13**, 33-64.

60. Bryson, R. A.:1980, An Experimental Deterministic Climate Model with Predictive Properties, Rivista di Meteorologia Aeronautica, **40**, 155-172.

61. Sergin, V. Y.: 1980, Origin and Mechanism of Large-Scale Climatic Oscillations, Science, **209**, 1477-1482.

62. Imbrie, J., Imbrie, J.Z.: 1980, Modeling the Climatic Response to Orbital Variations, Science, **207**, 943-953.

63. Pollard, D., Ingersoll, A.P., Lockwood, J.G.: 1980, Response of a Zonal Climate Ice-Sheet Model to the Orbital Perturbations During the Quaternary Ice Ages, Tellus, **32**, 301-319.

1981

64. Adem, J.: 1981, Numerical Experiments on Ice-Age Climates, Climatic Change, **3**, 155-171.

65. Molnar, G.: 1981, A Survey of Possible Effects of Long-Lasting Absence of Solar-Activity on Climate and Some Speculations on Possible Mechanisms, Climatic Change, **3**, 189-203.

66. Hoffert, M.I., Callegari, A.J., Hsieh, C.T., Ziegler, W.: 1981, Liquid Water on Mars - An Energy-Balance Climate Model for $CO_2 - H_2O$ Atmospheres, Icarus, **47**, 112-129.

67. Ghil, M., Letreut, H.: 1981, A Climate Model with Cryodynamics and Geodynamics, Journal of Geophysical Research-Oceans and Atmospheres, **86**, 5262-5270.

68. Kukla, G., Berger, A., Brown, J., Lotti, R.: 1981, Orbital Signature of Interglacialism, Nature, **290**, 295-300.

69. Ruddiman, W.F., Mcintyre, A.: 1981, The Mode and Mechanism of the Last Deglaciation - Oceanic Evidence, Quaternary Research, **16**, pp 125-134.

70. Birchfield, G. E., Lunde, A. T., Weertman, J.: 1981, A Paleoclimate Model of Northern Hemisphere Ice Sheets, Quaternary Research, **15**, 126-142.

71. Kutzbach, J. E.: 1981, Monsoon Climate of the Early Holocene - Climate Experiment with the Earths Orbital Parameters for 9000 Years Ago, Science, **214**, 59-61.

72. Ruddiman, W. F., Mcintyre, A.: 1981, Oceanic Mechanisms for Amplification of the 23,000-Year Ice-Volume Cycle, Science, **212**, 617-627.

73. Wigley, T.M.L.: 1981, Climate and Paleoclimate - What We Can Learn About Solar Luminosity Variations, Solar Physics, **74**, 436-471.

74. Ruddiman, W. F., Mcintyre, A.: 1981, The North-Atlantic Ocean During the Last Deglaciation, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **35**, 145-214.

75. North, G. R., Cahalan, R. F., Coakley, J. A.: 1981, Energy-Balance Climate Models, Reviews of Geophysics, **19**, 91-121.

1982

76. Parrish, J. T.: 1982, Upwelling and Petroleum Source Beds, with Reference to Paleozoic, AAPG Bulletin-American Association of Petroleum Geologists, **66**, 750-774.

77. Ruddiman, W. F., Mcintyre, A.: 1982, Severity and Speed of Northern Hemisphere Glaciation Pulses - The Limiting Case, Geological Society of America Bulletin, **93**, 1273-1279.

78. Imbrie, J.: 1982, Astronomical Theory of the Pleistocene Ice Ages - A Brief Historical Review, Icarus, **50**, 408-422.

79. Held, I. M.: 1982, Climate Models and the Astronomical Theory of the Ice Ages, Icarus, **50**, 449-461.

80. Birchfield, G. E., Weertman, J.: 1982, A Model Study of the Role of Variable Ice Albedo in the Climate Response of the Earth to Orbital Variations, Icarus, **50**, 462-472.

81. Bhattacharya, K., Ghil, M., Vulis, I.L.: 1982, Internal Variability of an Energy-Balance Model with Delayed Albedo Effects, Journal of the Atmospheric Sciences, **39**, 1747-1773.

82. Kutzbach, J. E., Ottobliesner, B. L.: 1982, The Sensitivity of the African-Asian Monsoonal Climate to Orbital Parameter Changes for 9000 Years Bp in a Low-Resolution General-Circulation Model, Journal of the Atmospheric Sciences, **39**, 1177-1188.

83. Birchfield, G. E., Lunde, A. T., Weertman, J.: 1982, A Model Study of the Role of High-Latitude Topography in the Climatic Response to Orbital Insolation Anomalies, Journal of the Atmospheric Sciences, **39**, 71-87.

84. Berger, A.: 1982, The Milankovitch Astronomical Theory of Paleoclimates - A Modern Review, Vistas in Astronomy, **24**, 103-122.

1983

85. Borisenkov, Y. P., Agaponov, S. V., Tsvetkov, A. V.: 1983, On Some Characteristics of Insolation Changes in the Past and the Future, Climatic Change, **5**, 237-244.

86. North, G. R., Mengel, J. G., Short, D. A.: 1983, Simple Energy-Balance Model Resolving the Seasons and the Continents - Application to the Astronomical Theory of the Ice Ages, Journal of Geophysical Research-Oceans and Atmospheres, **88**0, 6576-6586.

87. Rossignolstrick, M.: 1983, African Monsoons, an Immediate Climate Response to Orbital Insolation, Nature, **304**, 46-49.

88. Fillon, R. H., Williams, D. F.: 1983, Glacial Evolution of the Plio-Pleistocene - Role of Continental and Arctic Ocean Ice Sheets, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **42**, 7-33.

89. Denton, G. H., Hughes, T. J.: 1983, Milankovitch Theory of Ice Ages - Hypothesis of Ice-Sheet Linkage Between Regional Insolation and Global Climate, Quaternary Research, **20**, 125-144.

90. Crowley, T. J.: 1983, The Geologic Record of Climatic-Change, Reviews of Geophysics, **21**, 828-877.

91. Birchfield, G. E., Wertman, J.: 1983, Topography, Albedo-Temperature Feedback, and Climate Sensitivity, Science, **219**, 284-285.

1984

92. Ruddiman, W. F., Mcintyre, A.: 1984, Ice-Age Thermal Response and Climatic Role of the Surface Atlantic-Ocean, 40-Degrees-N to 63-Degrees-N, Geological Society of America Bulletin, **95**, pp 381-396.

93. Ohmura, A.: 1984, On the Cause of Fram Type Seasonal Change in Diurnal Amplitude of Air-Temperature in Polar-Regions, Journal of Climatology, **4**, 325-338.

94. Boyd, R. F., Clark, D. L., Jones, G., Mcintyre, A., Pisias, N.G., Ruddiman, W. F.: 1984, Central Arctic Ocean Response to Pleistocene Earth- Orbital Variations, Quaternary Research, **22**, 121-128.

95. *** : 1984, The Last Interglacial Ocean, Quaternary Research, **21**, 123-224.

96. Mix, A.C., Ruddiman, W.F.: 1984, Oxygen-Isotope Analyses and Pleistocene Ice Volumes, Quaternary Research, **21**, 1-20.

97. Peixoto, J. P., Oort, A.H.: 1984, Physics of Climate, Reviews of Modern Physics, **56**, 365-429.

98. Watts, R.G., Hayder, E.: 1984, A Two-Dimensional, Seasonal, Energy-Balance Climate Model with Continents and Ice Sheets - Testing the Milankovitch Theory, Tellus Series A-Dynamic Meteorology and Oceanography, **36**, 120-131.

1985

99. Kutzbach, J. E.: 1985, Modeling of Paleoclimates, Advances in Geophysics, **28**, 159-196.

100. Hyde, W.T., Peltier, W.R.: 1985, Sensitivity Experiments with a Model of the Ice-Age Cycle - The Response to Harmonic Forcing, Journal of the Atmospheric Sciences, **42**, 2170-2188.

101. Manabe, S., Broccoli, A.J.: 1985, The Influence of Continental Ice Sheets on the Climate of an Ice-Age, Journal of Geophysical Research-Atmospheres, **90**, 2167-2190.

102. West, R.G.: 1985, Climatic-Change in the Quaternary - Evidence and Ideas, Journal of the Geological Society, **142**, 413-416.

103. North, G.R., Crowley, T.J.: 1985, Application of a Seasonal Climate Model to Cenozoic Glaciation, Journal of the Geological Society, **142**, 475-482.

104. Goodwin, P. W., Anderson, E. J.: 1985, Punctuated Aggradational Cycles - A General Hypothesis of Episodic Stratigraphic Accumulation, Journal of Geology, **93**, 515-533.

105. Rossignolstrick, M.: 1985, Mediterranean Quaternary Sapropels, an Immediate Response of the African Monsoon to Variation of Insolation, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **49**, 237-263.

106. Janecek, T. R., Rea, D.K.: 1985, Quaternary Fluctuations in the Northern Hemisphere Trade Winds and Westerlies, Quaternary Research, **24**, 150-163.

107. Ruddiman, W.F., Duplessy, J. C.: 1985, Conference on the Last Deglaciation - Timing and Mechanism, Quaternary Research, **23**, pp 1-17.

108. Bowman, K. P.: 1985, Sensitivity of an Energy-Balance Climate Model with Predicted Snowfall Rates, Tellus Series A-Dynamic Meteorology and Oceanography, **37**, 233-248.

109. Yevjevich, V., Harmancioglu, N. B.: 1985, Past and Future of Analysis of Water-Resources Time-Series, Water Resources Bulletin, **21**, pp 625-633.

1986

110. Ruddiman, W.F., Mcintyre, A., Raymo, M.: 1986, Matuyama 41,000-Year Cycles - North-Atlantic Ocean and Northern Hemisphere Ice Sheets, Earth and Planetary Science Letters, **80**, 117-129.

111. Loubere, P., Moss, K.: 1986, Late Pliocene Climatic-Change and the Onset of Northern Hemisphere Glaciation As Recorded in the Northeast Atlantic-Ocean, Geological Society of America Bulletin, **97**, pp 818-828.

112. Kutzbach, J. E., Guetter, P. J.: 1986, The Influence of Changing Orbital Parameters and Surface Boundary-Conditions on Climate Simulations for the Past 18000 Years, Journal of the Atmospheric Sciences, **43**, 1726-1759.

113. Duplessy, J. C., Arnold, M., Bard, E., Duprat, J., Maurice, P., Moyes, J.: 1986, Direct Dating of the Oxygen-Isotope Record of the Last Deglaciation by C-14 Accelerator Mass-Spectrometry, Nature, **320**, 350-352.

114. Brassell, S. C., Eglinton, G., Marlowe, I. T., Pflaumann, U., Sarnthein, M.: 1986, Molecular Stratigraphy - A New Tool for Climatic Assessment, Nature, **320**, 129-133.

115. Mix, A. C., Ruddiman, W. F.: 1986, Structure and Timing of the Last Deglaciation - Oxygen - Isotope Evidence, Quaternary Science Reviews, **4**, 59-108.

116. Bryson, R. A., Goodman, B. M.: 1986, Milankovitch and Global Ice Volume Simulation, Theoretical and Applied Climatology, **37**, 22-28.

117. Fischer, A. G.: 1986, Climatic Rhythms Recorded in Strata, Annual Review of Earth and Planetary Sciences, **14**, 351-376.

1987

118. Edwards, R. L., Chen, J. H., Wasserburg, G. J.: 1987, U-238-U-234-Th-230-Th-232 Systematics and the Precise Measurement of Time over the Past 500000 Years, Earth and Planetary Science Letters, **81**, 175-192.

119. Hyde, W. T., Peltier, W. R.: 1987, Sensitivity Experiments with a Model of the Ice-Age Cycle - The Response to Milankovitch Forcing, Journal of the Atmospheric Sciences, **44**, 1351-1374.

120. Genthon, C., Barkov, N. I., Barnola, J. M., Jouzel, J., Korotkevich, Y. S., Kotlyakov, V. M., Lorius, C., Raynaud, D.: 1987, Vostok Ice Core - Climatic Response to CO_2 and Orbital Forcing Changes over the Last Climatic Cycle, Nature, **329**, 414-418.

121. Martinson, D. G., Hays, J. D., Imbrie, J., Moore, T. C., Pisias, N. G., Shackleton, N. J.: 1987, Age Dating and the Orbital Theory of the Ice Ages - Development of a High-Resolution-0 to 300,000-Year Chronostratigraphy, Quaternary Research, **27**, 1-29.

122. Edwards, R. L., Chen, J. H., Ku, T. L., Wasserburg, G. J.: 1987, Precise Timing of the Last Period from Mass - Spectrometric Determination of Th-230 in Corals, Science, **236**, pp 1547-1553.

123. Mix, A. C.: 1987, Hundred-Kiloyear Cycle Queried, Nature, **327**, pp 370-370.

124. Stothers, R. B.: 1987, Beat Relationships Between Orbital Periodicities in Insolation Theory, Journal of the Atmospheric Sciences, **44**, pp 1875-1876.

125. Burton, R., Kendall, C. G. S. C., Lerche, I.: 1987, Out of Our Depth - On the Impossibility of Fathoming Eustasy from the Stratigraphic Record, Earth-Science Reviews, **24**, 237-277.

126. Foucault, A., Powichrowski, L., Prudhomme, A.: 1987, Astronomical Control of Turbiditic Sedimentation - The Case of Helminthoid Flysch (Maastrichtian, Ligurian Alps, Italy), Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Serie II - Mecanique Physique Chimie Sciences de l'Univers Sciences de la Terre, **305**, 1007-1011.

127. Dewever, P.: 1987, Ribbon Radiolarites and Variation of Earth Rotation, Bulletin de la Societe Geologique de France, **3**, 957-960.

128. Harrington, J. B.: 1987, Climatic-Change - A Review of Causes, Canadian Journal of Forest Research-Journal Canadien de la Recherche Forestiere, **17**, 1313-1339.

129. Tiwari, R. K.: 1987, A Walsh Spectral Comparison of Oxygen (Delta-18-O) and Carbon Isotope (Delta-13-C) Variations of the Pleistocene Bore Hole (Eureka 67-135) from the Gulf-of-Mexico and Their Orbital Significance, Marine Geology, **78**, 167-174.

1988

130. Harvey, L. D. D.: 1988, On the Role of High-Latitude Ice, Snow, and Vegetation Feedbacks in the Climatic Response to External Forcing Changes, Climatic Change, **13**, 191-224.

131. Bryson, R. A.: 1988, Civilization and Rapid Climatic-Change, Environmental Conservation, **15**, 7-15.

132. Neeman, B. U., Ohring, G., Joseph, J. H.: 1988, The Milankovitch Theory and Climate Sensitivity .1. Equilibrium Climate Model Solutions for the Present Surface Conditions, Journal of Geophysical Research-Atmospheres, **93**, 1153-1174.

133. Neeman, B. U., Ohring, G., Joseph, J. H.: 1988, A Vertically Integrated Snow Ice Model over Land Sea for Climate Models .2. Impact on Orbital Change Experiments, Journal of Geophysical Research-Atmospheres, **93**, 3677-3695.

134. Algeo, T. J., Wilkinson, B. H.: 1988, Periodicity of Mesoscale Phanerozoic Sedimentary Cycles and the Role of Milankovitch Orbital Modulation, Journal of Geology, **96**, 313-322.

135. Mckenna, T. E., Williams, D. F., Full, W. E., Lerche, I.: 1988, Quantitative Techniques in Isotope Chronostratigraphy, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **64**, 241-264.

136. Ruddiman, W. F., Raymo, M. E.: 1988, Northern Hemisphere Climate Regimes During the Past 3-Ma - Possible Tectonic Connections, Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences, **318**, 411-430.

137. Lister, G. S.: 1988, A 15,000-Year Isotopic Record from Lake Zurich of Deglaciation and Climatic-Change in Switzerland, Quaternary Research, **29**, 129-141.

138. Kutzbach, J. E.: 1988, Climatic Changes of the Last 18,000 Years - Observations and Model Simulations, Science, **241**, 1043-1052.

139. Strasser, A.: 1988, Shallowing-Upward Sequences in Purbeckian Peritidal Carbonates (Lowermost Cretaceous, Swand French Jura Mountains), Sedimentology, **35**, 369-383.

140. Hengeveld, R.: 1988, Mayr Ecological Species Criterion, Systematic Zoology, **37**, 47-55.

141. Berger, A.: 1988, Milankovitch Theory and Climate, Reviews of Geophysics, **26**, 624-657.

1989

142. Fairbanks, R. G.: 1989, A 17,000-Year Glacio-Eustatic Sea-Level Record - Influence of Glacial Melting Rates on the Younger Dryas Event and Deep-Ocean Circulation, Nature, **342**, 637-642.

143. Poulianos, N. A.: 1989, Petralona Cave Within Lower Middle Pleistocene Sites, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **73**, pp 287-294.

144. Fichefet, T., Gallee, H., Berger, A., Marsiat, I., Tricot, C.: 1989, Climate Studies with a Coupled Atmosphere-Upper-Ocean-Ice-Sheet Model, Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series A-Mathematical and Physical Sciences, **329**, 249-261.

145. Bryson, R. A.: 1989, Will There Be a Global Greenhouse Warming, Environmental Conservation, **16**, 97-99.

146. Berger, A., Loutre, M. F., Dehant, V.: 1989, Pre-Quaternary Milankovitch Frequencies, Nature, **342**, 133-133.

147. Torbett, M. V.: 1989, Solar-System and Galactic Influences on the Stability of the Earth, Global and Planetary Change, **75**, 3-33.

148. Beget, J. E., Hawkins, D. B.: 1989, Influence of Orbital Parameters on Pleistocene Loess Deposition in Central Alaska, Nature, **337**, pp 151-153.

149. Bryson, R. A.: 1989, Late Quaternary Volcanic Modulation of Milankovitch Climate Forcing, Theoretical and Applied Climatology, **39**, pp 115-125.

150. Ruddiman, W. F., Kutzbach, J. E.: 1989, Forcing of Late Cenozoic Northern Hemisphere Climate by Plateau Uplift in Southern Asia and the American West, Journal of Geophysical Research-Atmospheres, **94**, 8409-8427.

151. Johnson, D. R.: 1989, The Forcing and Maintenance of Global Monsoonal Circulations - An Isentropic Analysis, Advances in Geophysics, **31**, 43-316.

1990

152. Posmentier, E. S.: 1990, Periodic, Quasi-Periodic, and Chaotic Behavior in a Nonlinear Toy Climate Model, Annales Geophysicae-Atmospheres Hydrospheres and Space Sciences, **8**, 781-790.

153. Berger, A., Gallee, H., Fichefet, T., Marsiat, I., Tricot, C.: 1990, Testing the Astronomical Theory with a Coupled Climate Ice-Sheet Model, Global and Planetary Change, **89**, 125-141.

154. Broecker, W. S., Denton, G. H.: 1990, The Role of Ocean-Atmosphere Reorganizations in Glacial Cycles, Quaternary Science Reviews, **9**, 305-341.

155. Burchell, M. T., Stefani, M., Masetti, D.: 1990, Cyclic Sedimentation in the Southern Alpine Rhaetic - The Importance of Climate and Eustasy in Controlling Platform-Basin Interactions, Sedimentology, **37**, pp 795-815.

156. Lezine, A. M., Casanova, J., Hillairemarcel, C.: 1990, Across an Early Holocene Humid Phase in Western Sahara - Pollen and Isotope Stratigraphy, Geology, **18**, 264-267.

157. Delaeter, J. R.: 1990, Mass-Spectrometry in Cosmochemistry, Mass Spectrometry Reviews, **9**, 453-497.

1991

158. Vidic, N., Pavich, M., Lobnik, F.: 1991, Statistical-Analyses of Soil Properties on a Quaternary Terrace Sequence in the Upper Sava River Valley, Slovenia, Yugoslavia, Geoderma, **51**, 189-211.

159. Yiou, P., Genthon, C., Ghil, M., Jouzel, J., Letreut, H., Barnola, J. M., Lorius, C., Korotkevitch, Y. N.: 1991, High-Frequency Paleovariability in Climate and CO_2 Levels from Vostok Ice Core Records, Journal of Geophysical Research-Solid Earth, **96**, pp 365-378.

160. Cerveny, R. S.: 1991, Orbital Signals in the Diurnal Cycle of Radiation, Journal of Geophysical Research-Atmospheres, **96**, pp 7209-7215.

161. Neumann, T., Stuben, D.: 1991, Detailed Geochemical Study and Growth History of Some Ferromanganese Crusts from the Tuamotu Archipelago, Marine Mining, **10**, 29-48.

162. Ruddiman, W. F.: 1991, Notes on Long-Term Forcing of Arctic Climate, Norsk Geologisk Tidsskrift, **71**, 167-168.

163. Jansa, L. F.: 1991, Processes Affecting Paleogeography, with Examples from the Tethys, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **87**, 345-371.

164. Berger, A., Loutre, M. F.: 1991, Insolation Values for the Climate of the Last 10000000 Years, Quaternary Science Reviews, **10**, pp 297-317.

165. Schoonmaker, P. K., Foster, D. R.: 1991, Some Implications of Paleoecology for Contemporary Ecology, Botanical Review, **57**, pp 204-245.

166. Borer, J. M., Harris, P. M.: 1991, Lithofacies and Cyclicity of the Yates Formation, Permian Basin - Implications for Reservoir Heterogeneity, AAPG Bulletin-American Association of Petroleum Geologists, **75**, 726-779.

167. Budd, W. F.: 1991, Antarctica and Global Change, Climatic Change, **18**, 271-299.

168. Chen, J. H., Curran, H. A., White, B., Wasserburg, G. J.: 1991, Precise Chronology of the Last Period - U - 234-Th-230 Data from Fossil Coral Reefs in the Bahamas, Geological Society of America Bulletin, **103**, 82-97.

169. Kashiwaya, K., Fukuyama, K., Yamamoto, A.: 1991, Time-Variation in Coarse Materials from Lake Bottom Sediments and Secular Paleoclimatic Change, Geophysical Research Letters, **18**, 1245-1248.

170. Maltezou, F., Anderson, R. N.: 1991, Milankovitch Cycles in Electrical-Resistivity Logs from the Toa-Baja Scientific Drillhole, Puerto-Rico, Geophysical Research Letters, **18**, 517-520.

171. Tushingham, A. M., Peltier, W. R.: 1991, Ice-3G - A New Global-Model of Late Pleistocene Deglaciation Based upon Geophysical Predictions of Postglacial Relative Sea-Level Change, Journal of Geophysical Research-Solid Earth and Planets, **96**, 4497-4523.

172. Gallee, H., Vanypersele, J. P., Fichefet, T., Tricot, C., Berger, A.: 1991, Simulation of the Last Glacial Cycle by a Coupled, Sectorially Averaged Climate-Ice Sheet Model .1. The Climate Model, Journal of Geophysical Research-Atmospheres, **96**, 3139-3161.

173. Deblonde, G., Peltier, W. R.: 1991, Simulations of Continental Ice-Sheet Growth over the Last Glacial-Cycle - Experiments with a One-Level Seasonal Energy-Balance Model Including Realistic Geography, Journal of Geophysical Research-Atmospheres, **96**, pp 9189-9215.

174. Short, D. A., Mengel, J. G., Crowley, T. J., Hyde, W. T., North, G. R.: 1991, Filtering of Milankovitch Cycles by Earths Geography, Quaternary Research, **35**, 157-173.

175. Kashiwaya, K., Atkinson, T. C., Smart, P. L.: 1991, Periodic Variations in Late Pleistocene Speleothem Abundance in Britain, Quaternary Research, **35**, 190-196.

176. Carpentier, B., Gely, J. P., Huc, A. Y., Durand, B., Blancvalleron, M. M., Ansart, M.: 1991, Use of Organic-Carbon Content as a Chronostratigraphic Tool, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **88**, 231-237.

1992

177. Berger, A., Fichefet, T., Gallee, H., Tricot, C., Vanypersele, J. P.: 1992, Entering the Glaciation with a 2-D Coupled Climate Model, Quaternary Science Reviews, **11**, 481-493.

178. Warren, C. R.: 1992, Iceberg Calving and the Glacioclimatic Record, Progress in Physical Geography, **16**, 253-282.

179. Carpentier, B., Gely, J. P., Blancvalleron, M. M., Huc, A. Y.: 1992, Simulation of Sedimentation in an Evaporitic Basin at Water Level Under Eustatic Influence - Application to the Paleogene Mulhouse Basin (Alsace, France), Revue de l'Institut Francais du Petrole, **47**, pp 559-585.

180. Cibaj, I., Thorez, J., Guillocheau, F., Mansy, J. L., Tessier, B., Chamley, H.: 1992, Facies Distribution and High-Resolution Sequence Architecture of a Storm Dominated Platform in the Devonian of Ardenne (Northern France), Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Serie II- Mecanique Physique Chimie Sciences de la Terre et de l'Univers, **314**, 1065-1070.

181. Berger, A., Loutre, M. F.: 1992, Astronomical Solutions for Paleoclimate Studies over the Last 3 Million Years, Earth and Planetary Science Letters, **111**, 369-382.

182. Dypvik, H.: 1992, Sedimentary Rhythms in the Jurassic and Cretaceous of Svalbard, Geological Magazine, **129**, 93-99.

183. Liu, H. S.: 1992, Frequency Variations of the Earths Obliquity and the 100- Kyr Ice-Age Cycles, Nature, **358**, 397-399.

184. Pelto, M. S.: 1992, Equilibrium Line Altitude Variations with Latitude, Today and During the Late Wisconsin, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **95**, 41-46.

185. Erba, E., Castradori, D., Guasti, G., Ripepe, M.: 1992, Calcareous Nannofossils and Milankovitch Cycles - The Example of the Albian Gault Clay Formation (Southern England), Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **93**, 47-69.

186. Berger, A., Loutre, M. F., Laskar, J.: 1992, Stability of the Astronomical Frequencies over the Earths History for Paleoclimate Studies, Science, **255**, 560-566.

187. Strasser, A., Strohmenger, C., Davaud, E., Bach, A.: 1992, Sequential Evolution and Diagenesis of Pleistocene Coral Reefs (South Sinai, Egypt), Sedimentary Geology, **78**, 59-79.

188. Lehouerou, H. N.: 1992, Outline of the Biological History of the Sahara, Journal of Arid Environments, **22**, 3-30.

189. Berger, A. L.: 1992, Astronomical Theory of Paleoclimates and the Last Glacial-Interglacial Cycle, Quaternary Science Reviews, **11**, 571-581.

190. Foucault, A.: 1992, Sedimentary Record of Orbital Cycles, Methodology, Results and Perspectives, Bulletin de la Societe Geologique de France, **163**, 325-335.

191. Nazarov, V. I.: 1992, The Response of Entomofauna of the Last Glaciation to the Insolation Rate, Doklady Akademii Nauk Belarusi, **36**, 450-452 .

192. Stocker, T. F., Wright, D. G., Mysak, L. A.: 1992, A Zonally Averaged, Coupled Ocean Atmosphere Model for Paleoclimate Studies, Journal of Climate, **5**, 773-797.

193. Stocker, T. F., Wright, D. G., Mysak, L. A.: 1992, A Zonally Averaged, Coupled Ocean Atmosphere Model for Paleoclimate Studies, Journal of Climate, **5**, 773-797.

1993

194. Kaczmarska, I., Barbrick, N. E., Ehrman, J. M., Cant, G. P.: 1993, Eucampia Index as an Indicator of the Late Pleistocene Oscillations of the Winter Sea-Ice Extent at the ODP Leg 119 Site 745B at the Kerguelen Plateau, Hydrobiologia, **269**, pp 103-112.

195. Li, Y. Y., Lerche, I., Perlmutter, M. A.: 1993, Global Cyclostratigraphy - A Model of Carbonate Growth-Patterns, Marine and Petroleum Geology, **10**, 620-631.

196. Strohmenger, C., Strasser, A.: 1993, Eustatic Controls on the Depositional Evolution of Upper Tithonian and Berriasian Deep-Water Carbonates (Vocontian Trough, Se France), Bulletin des Centres de Recherches Exploration - Production Elf Aquitaine, **17**, 183-203.

197. Zhu, Z. R., Wyrwoll, K. H., Collins, L. B., Chen, J. H., Wasserburg, G. J., Eisenhauer, A.: 1993, High-Precision U-Series Dating of Last Interglacial Events by Mass-Spectrometry - Houtman-Abrolhos Islands, Western-Australia, Earth and Planetary Science Letters, **118**, 281-293.

198. Stein, M., Wasserburg, G. J., Aharon, P., Chen, J. H., Zhu, Z. R., Bloom, A., Chappell, J.: 1993, Tims U-Series Dating and Stable Isotopes of the Last Interglacial Event in Papua-New-Guinea, Geochimica et Cosmochimica Acta, **57**, 2541-2554.

199. Berger, A., Loutre, M. F., Tricot, C.: 1993, Insolation and Earths Orbital Periods, Journal of Geophysical Research-Atmospheres, **98**, 10341-10362.

200. Berger, A., Gallee, H., Tricot, C.: 1993, Glaciation and Deglaciation Mechanisms in a Coupled 2 - Dimensional Climate-Ice-Sheet Model, Journal of Glaciology, **39**, 45-49.

201. Jacobs, D. K., Sahagian, D. L.: 1993, Climate-Induced Fluctuations in Sea-Level During Non-Glacial Times, Nature, **361**, 710-712.

202. Grassl, H., Mikolajewicz, U., Bakan, S.: 1993, Modeling of Anthropogenic and Natural Climate Changes, Naturwissenschaften, **80**, 247-257.

203. Herterich, K., Berger, A.: 1993, Modeling the Last Ice-Age Cycle with 2-D Climate Models, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **103**, 107-116.

204. Hooghiemstra, H., Melice, J. L., Berger, A., Shackleton, N. J.: 1993, Frequency-Spectra and Paleoclimatic Variability of the High-Resolution 30-1450-KA Funza I Pollen Record (Eastern Cordillera, Colombia), Quaternary Science Reviews, **12**, 141-156.

205. Edwards, R. L., Gallup, C. D.: 1993, Dating of the Devils Hole Calcite Vein, Science, **259**, 1626-1626.

206. Klug, B.: 1993, Cyclic Facies Architecture as a Key to Depositional Controls in a Distal Foredeep - Campanian Mesaverde Group, Wyoming, USA, Geologische Rundschau, **82**, 306-326.

207. Liang, C. M., Friedman, G. M., Zheng, Z. C.: 1993, Carbonate Storm Deposits (Tempestites) of Middle to Upper Cambrian Age in the Helan Mountains, Northwest China, Carbonates and Evaporites, **8**, 181-190.

208. Hofmann, P., Leythaeuser, D., Carpentier, B.: 1993, Paleoclimate Controlled Accumulation of Organic-Matter in Oligocene Evaporite Sediments of the Mulhouse Basin, Organic Geochemistry, **20**, 1125-1138.

209. Ito, T., Kumazawa, M., Hamano, Y., Matsui, T., Masuda, K.: 1993, Long-Term Evolution of the Solar Insolation Variation over 4Ga, Proceedings of the Japan Academy Series B-Physical and Biological Sciences, **69**, 233-237.

210. Goslar, T., Kuc, T., Ralskajasiewiczowa, M., Rozanski, K., Arnold, M., Bard, E., Vangeel, B., Pazdur, M. F., Szeroczynska, K., Wicik, B., Wieckowski, K., Walanus, A.: 1993, High-Resolution Lacustrine Record of the Late-Glacial Holocene Transition in Central-Europe, Quaternary Science Reviews, **12**, pp 287-294.

211. Xu, T. C., Liu, T. S.: 1993, Implication of the Magnetic-Susceptibility Curve from the Chinese Loess Profile at Xifeng, Quaternary Science Reviews, **12**, 249-254.

212. Wilmot, R. D.: 1993, The Treatment of Climate-Driven Environmental-Change and Associated Uncertainty in Post-Closure Assessments, Reliability Engineering and System Safety, **42**, 181-200.

1994

213. Franzen, L. G.: 1994, Are Wetlands the Key to the Ice-Age Cycle Enigma, Ambio, **23**, 300-308.

214. Yiou, P., Ghil, M., Jouzel, J., Paillard, D., Vautard, R.: 1994, Nonlinear Variability of the Climatic System from Singular and Power Spectra of Late Quaternary Records, Climate Dynamics, **9**, 371-389.

215. Mclean, D. J., Mountjoy, E. W.: 1994, Allocyclic Control on Late Devonian Buildup Development, Southern Canadian Rocky-Mountains, Journal of Sedimentary Research Section B-Stratigraphy and Global Studies, **64**, 326-340.

216. Debenay, J. P., Pages, J., Guillou, J. J.: 1994, Transformation of a Subtropical River into a Hyperhaline Estuary - The Casamance River (Senegal) - Paleogeographic Implications, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **107**, 103-119.

217. Ding, Z., Yu, Z., Rutter, N. W., Liu, T.: 1994, Towards an Orbital Time-Scale for Chinese Loess Deposits, Quaternary Science Reviews, **13**, 39-70.

218. Muhs, D. R., Kennedy, G. L., Rockwell, T. K.: 1994, Uranium-Series Ages of Marine Terrace Corals from the Pacific Coast of North-America and Implications for Last-Interglacial Sea-Level History, Quaternary Research, **42**, 72-87.

219. Sturchio, N. C., Pierce, K. L., Murrell, M. T. Sorey, M. L.: 1994, Uranium-Series Ages of Travertines and Timing of the Last Glaciation in the Northern Yellowstone Area, Wyoming-Montana, Quaternary Research, **41**, 265-277.

220. Gallup, C. D., Edwards, R. L., Johnson, R. G.: 1994, The Timing of High Sea Levels over the Past 200,000 Years, Science, **263**, 796-800.

221. Rubincam, D. P.: 1994, Insolation in Terms of Earth Orbital Parameters, Theoretical and Applied Climatology, **48**, 195-202.

222. Mcelroy, M. B.: 1994, Climate of the Earth - An Overview, Environmental Pollution, **83**, 3-21.

223. Rea, D. K.: 1994, The Paleoclimatic Record Provided by Eolian Deposition in the Deep-Sea - The Geologic History of Wind, Reviews of Geophysics, **32**, 159-195.

224. Pittet, B.: 1994, A Model for the Estimation of Subsidence and Sea-Level Variations - An Example of the Oxfordian of the Sw Jura, Eclogae Geologicae Helvetiae, **87**, 513-543.

225. Mayer, H.: 1994, Cyclostratigraphic Calibration of Cretaceous Magnetic Polarity Events (Cismon, Southern Alps, Italy), Mathematical Geology, **26**, 783-798.

1995

226. Dykman, M. I., Luchinsky, D. G., Mannella, R., Mcclintock, P. V. E., Stein, N. D., Stocks, N. G.: 1995, Stochastic Resonance in Perspective, Nuovo Cimento della Societa Italiana di Fisica D - Condensed Matter Atomic Molecular and Chemical Physics Fluids Plasmas Biophysics, **17**, 661-683.

227. Baliunas, S., Soon, W.: 1995, Are Variations in the Length of the Activity Cycle - Related to Changes in Brightness in Solar-Type Stars, Astrophysical Journal, **450**, 896-901.

228. Evans, S. P., Trevisan, M.: 1995, A Soil Water-Balance Bucket Model for Paleoclimatic Purposes .1. Model Structure and Validation, Ecological Modelling, **82**, 109-129.

229. Sheppard, M. I., Amiro, B. D., Davis, P. A., Zach, R.: 1995, Continental-Glaciation and Nuclear-Fuel Waste-Disposal - Canada Approach and Assessment of the Impact on Nuclide Transport Through the Biosphere, Ecological Modelling, **78**, 249-265.

230. Ledley, T. S.: 1995, Summer Solstice Solar-Radiation, the 100 Kyr Ice-Age Cycle, and the Next Ice-Age, Geophysical Research Letters, **22**, 2745-2748.

231. Rial, J. A.: 1995, On the Origin of the Long-Period Sawtooth Shape of the Late Pleistocene Paleoclimate Records - The First Derivative of the Earths Orbital Eccentricity, Geophysical Research Letters, **22**, 1997-2000.

232. Dong, B. W., Valdes, P. J.: 1995, Sensitivity Studies of Northern-Hemisphere Glaciation Using an Atmospheric General-Circulation Model, Journal of Climate, **8**, 2471-2496.

233. Nigam, R., Nair, R. R.: 1995, Foraminiferal Evidences for 77-Year Cycles of Droughts in India and Its Possible Modulation by the Gleissberg Solar-Cycle, Journal of Coastal Research, **11**, 1099-1107.

234. Ito, T., Masuda, K., Hamano, Y., Matsui, T.: 1995, Climate Friction - A Possible Cause for Secular Drift of Earths Obliquity, Journal of Geophysical Research-Solid Earth, **100**, 15147-15161.

235. Matthewson, A. P., Shimmield, G. B., Kroon, D., Fallick, A. E.: 1995, A 300-Kyr High-Resolution Aridity Record of the North-African Continent, Paleoceanography, **10**, 677-692.

236. Ding, Z. L., Liu, T. S., Rutter, N. W., Yu, Z. W., Guo, Z. T., Zhu, R. X.: 1995, Ice-Volume Forcing of East-Asian Winter Monsoon Variations in the Past 800,000 Years, Quaternary Research, **44**, 149-159.

237. Price, G.D., Sellwood, B.W., Valdes, P.J.: 1995, Sedimentological Evaluation of General-Circulation Model Simulations for the Greenhouse Earth - Cretaceous and Jurassic, Sedimentary Geology, **100**, 159-180.

238. Emiliani, C.: 1995, 2 Revolutions in the Earth-Sciences, Terra Nova, **7**, 587-597.

239. Sicre, M.A., Ternois, Y.: 1995, Long-Chain Unsaturated-Ketones - Indicators of Temperature and Dissolved CO2 in Oceans in the Past, Analysis, **23**, 369-372.

1996

240. Yiou, P., Baert, E., Loutre, M.F.: 1996, Spectral-Analysis of Climate Data, Surveys in Geophysics, **17**, pp 619-663.

241. Berger, A., Gallee, H., Li, X.S., Dutrieux, A., Loutre, M.F.: 1996, Ice-Sheet Growth and High-Latitudes Sea-Surface Temperature, Climate Dynamics, **12**, 441-448.

242. Mundil, R., Brack, P., Meier, M., Rieber, H., Oberli, F.: 1996, High-Resolution U-Pb Dating of Middle Triassic Volcaniclastics - Time-Scale Calibration and Verification of Tuning Parameters for Carbonate Sedimentation, Earth and Planetary Science Letters, **141**, 137-151.

243. Mcculloch, M., Mortimer, G., Esat, T., Li, X.H., Pillans, B., Chappell, J.: 1996, High-Resolution Windows into Early Holocene Climate - Sr/Ca Coral Records from the Huon Peninsula, Earth and Planetary Science Letters, **138**, 169-178.

244. Barmatthews, M., Ayalon, A., Matthews, A., Sass, E., Halicz, L.: 1996, Carbon and Oxygen-Isotope Study of the Active Water-Carbonate System in a Karstic Mediterranean Cave - Implications for Paleoclimate Research in Semiarid Regions, Geochimica et Cosmochimica Acta, **60**, 337-347.

245. Eisenhauer, A., Zhu, Z.R., Collins, L.B., Wyrwoll, K.W., Eichstatter, R.: 1996, The Last Interglacial Sea-Level Change - New Evidence from the Abrolhos Islands, West Australia, Geologische Rundschau, **85**, 606-614.

246. Ludwig, K.R., Muhs, D.R., Simmons, K.R., Halley, R.B., Shinn, E.A.: 1996, Sea-Level Records at Similar-to-80 KA from Tectonically Stable Platforms - Florida and Bermuda, Geology, **24**, 211-214.

247. Dargenio, B., Iorio, M., Tarling, D.H.: 1996, Periodicity of Magnetic Intensities in Magnetic Anomaly Profiles - The Cenozoic of the South-Atlantic, Geophysical Journal International, **127**, 141-155.

248. Bard, E., Jouannic, C., Hamelin, B., Pirazzoli, P., Arnold, M., Faure, G., Sumosusastro, P., Syaefudin: 1996, Pleistocene Sea Levels and Tectonic Uplift Based on Dating of Corals from Sumba Island, Indonesia, Geophysical Research Letters, **23**, 1473-1476.

249. Sakai, K., Peltier, W.R.: 1996, A Multibasin Reduced Model of the Global Thermohaline Circulation - Paleoceanographic Analyses of the Origins of Ice-Age Climate Variability, Journal of Geophysical Research-Oceans, **101**, 22535-22562.

250. Strohmenger, C., Voigt, E., Zimdars, J.: 1996, Sequence Stratigraphy and Cyclic Development of Basal Zechstein Carbonate-Evaporite Deposits with Emphasis on Zechstein-2 Off-Platform Carbonates (Upper Permian, Northeast Germany), Sedimentary Geology, **102**, 33-54.

251. Gasperini, M., Chierici, F.: 1996, The Eotvos Force Revisited, Terra Nova, **8**, 356-360.

252. Berger, A.: 1996, Insolation in Terms of Earths Orbital Parameters - Comment, Theoretical and Applied Climatology, **53**, 253-255.

253. Berger, A., Loutre, M.F.: 1996, Modeling the Climate Response to Astronomical and CO_2 Forcings, Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Serie II, Fascicule A-Sciences de la Terre et des Planetes, **323**, 1-16.

---

16. Astronomska teorija klimatskih promena i njena primena u geofizici, Beograd, Naučna knjiga, 1948, 1-159.

1972

1. Griffith, J.S.: 1972, Celestial mechanics in twentieth century, Journal of the Royal Astronomical ociety of Canada, **66**, 193.

---

17. Astronomische Theorie der Klimaschwankungen, ihr Werdegang und Widerhall, Serbische Akademie der Wissenschaften, Monographien, CCLXXX, Mathematisches Institut, 3, 1957, 1-58.

1988

1. Hengeveld, R.: 1988, Mayr Ecological Species Criterion, Systematic Zoology, **37**, pp 47-55.

---

18. Milanković cited indirectly

1975

1. Kukla, G.J.: 1976, Revival of Milankovitch, Nature, **261**, 11.

1980

2. Deodikar, G.B.: 1980, Fluid-Drops As Cosmological Models .3. Recent Space Data Relevant to the Unified Fluid-Drop Model for Stellar Evolution, Solar-System Origin and Planetary Geology, Speculations in Science and Technology, **3**, 49-55.

1992

3. Berger, A. L.: 1992, Astronomical Theory of Paleoclimates and the Last Glacial-Interglacial Cycle, Quaternary Science Reviews, **11**, pp 571-581.

REFERENCES

Dimitrijević, M. S.: 1996, *Publ. Obs. Astron. Belgrade*, **54**, 217.
Garfield, E., Welljams-Dorof, A.: 1992, *Science and Public Policy* **19**, 321.
Hajtun, S.D.: 1983, Naukometriya, sostoyanie i perspektivy, Nauka, Moskva.
Hays, J. D., Imbrie, J., Shackleton, N.J.: 1976, *Science* **194**, 1121.
Indjić, M.: 1997, *Bull. Astron. Belgrade* **155**, 169.

МИЛУТИН МИЛАНКОВИЋ У ИНДЕКСУ ЦИТАТА ЗА 1946 - 1996

М. С. Димитријевић

Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11000 Београд, Југославија

УДК 929(497,11)"19/19"М:52(092)
Стручни рад

Дати су резултати истраживања присуства Милутина Миланковића у Индексу цитата за 1946 - 1996. У разматраном периоду нађено је 522 цитата 17 његових радова. Његово капитално дело Канон осунчавања Земље, цитирано је 253 пута. На крају је дата библиографија цитираних радова са радовима у којима се цитирају.

Bull. Astron. Belgrade № 156 (l997), 205 – 241 **UDC 929(497,11)"19/19"M:52(092)**
Professional paper

MILUTIN MILANKOVIĆ IN SCIENCE CITATION INDEX 1946 - 1996

M. S. Dimitrijević

Astronomical Observatory, Volgina 7, 11000 Belgrade, Yugoslavia

(Received: July 20, 1997)

SUMMARY: The result of the investigation of presence of the most famous Serbian astronomer Milutin Milanković in the Science Citation Index for 1946 -1996 is presented. Milutin Milanković (1879 - 1958) is the author of the mathematical theory of climate and he explained the origin of ice ages. His name bear one crater on the Moon, one on Mars and one asteroid. Wiithin the considered period 522 citations of 17 works and scientific writing have been found. His capital work explaining the origin of ice ages, Kanon der Erdbestrahlung und das Eiszeitproblem, published in 1941, received 253 citations. Bibliography of the cited works with citation index is also given.

1. INTRODUCTION

With the appearance of the Science Citation Index - SCI, which, especially in natural sciences, covers the most important of the world wide published literature,the citation index method for the investigation of scientific production and its importance have been developed. It has been shown in numerous analyses and investigations (Hajtun, 1983 and references therein), that the number of citations is an indicator of *quality* of scientific work, its *value*, *usefulness* and *importance*. The citation index method is of interest to the historicians of science as well, as it allows them to indentify the most important authors, works and various formal and informal groups. It is also an indicator of the *individual contribution* to the science of a particular scientist and of his *prestige*. Moreover, data on citability show articles considered as important by scientists active just in given research field (Garfield and Welljams - Dorof, 1992).

Here is presented the result of the investigation of presence of the most famous Serbian astronomer Milutin Milanković in the SCI for 1946 - 1996. Milutin Milanković (1879 - 1958) is the author of the mathematical theory of climate and he explained the origin of ice ages. His name bear one crater on the Moon, one on Mars and one asteroid. He was director of Belgrade Astronomical Observatory 1948 - 1951. His life, scientific and professional activity is described in Indjić (1997).

2. ANALYSIS

Within SCI published for 1946 - 1996, 522 citations of Milutin Milanković have been found. They refer to 17 scientific writings and books, three being indirect citations. All the cited works together with the found citations are given in the bibliography (indicated in Table 1 headings) and the citation distribution within the considered period is shown in Table 1. From 17 cited articles, 1-5 citations received 9 articles, 6-10 four, and articles No. 12, 2, 4 and 15 have 37, 46, 135 and 253 citations respectively.

The most cited work of Milutin Milanković is *Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem* (No 15 - Canon of Insolation and the Ice Age Problem) which has 253 citations in the considered period. This is the capital monogra-

phy of Milutin Milanković which includes results of his research previously published in 28 articles, collected as a whole, together with new additions and analyses and with numerous examples and applications of his theory. In this capital work Milanković gives the mathematical theory of climate of Earth and planets and explaines the origin of ice - ages.

Looking in Table 1 at the citation distribution over the covered period, one can see that this is a unique work with citability not decreasing with time, but increasing or constant. In the period 1945 - 1960 Canon has 5 citations. In the period 1961 - 1975 it has one or two citations per year on the average. After a smal increase (1976 five times, 1977 three times), in 1978 it has 8 citations. In the period 1978 - 1990 Canon is cited 6 - 12 times per year. A new jump like increase is in 1991, when Canon has 19 citations. It has 17 citations in 1992, 19 in 1993, 13 in 1994, 14 in 1995 and 14 in 1996.

The first jumplike increase of citations is probably connected with the holding of American CLIMAP (Climate Long Range Investigation, Mapping and Prediction) in 1976 (Hays, Imbrie and Shackleton, 1976), confirming completely Milanković's theory and his explanation of the ice ages problem. The second jumplike increase is due to geologists. In Perugia in 1988, was held the first international meeting on Cyclostratigraphy, whose groundwork presented the Milanković's theory of cyclic variations of climate.

When we compare the number of Canon citations with the number of citations of other astronomical papers of Serbian astronomers (Dimitrijević, 1996), one can see that Canon is the most cited (in the Science Citation Index data base) single work in astronomy originating from Serbia. One has to take into account also that Canon has been published in 1941 and that the number of citations generally decreases with time, while relatively recently published articles are more cited than old ones of the same importance.

Articles No. 12, 2 and 4, which have 37, 46 and 135 citations are closely connected with the mathematical theory of climate and their results are included in Canon.

In Théorie mathématique des phénomènes thérmiques produits par la radiation solaire (Mathematical Theory of Thermic Phenomens produced by the Solar Radiation), published in 1920, Milanković develops a theory based on the Celestial Mechanics and Theoretical Physics principles, explaining the distribution of Solar radiation in interplanetary space and on planetary surfaces. He also shows the connection between the insolation and temperature of the planetary layers, and daily, annual and secular insolation variations.

Among the cited articles, intersting is his article from egineering praxis (O membranama jednakog otpora - On membrans with equal resistance) published in 1908, in which he describes the project of an one million liter water tower and finds its optimal shape. This article, published at the beginning of the century has eight citations in the considered period, the last one in 1986.

Table 1. Number of citations of works of Milutin Milanković in Science Citation Index for 1946 - 1996 period. Numbers heading the columns indicate the cited work:

1 - O membranama jednakog otpora, Rad JAZU, 1908, 175, Matematičko - Prirodoslovni razred 44, 140-152.
2 - Théorie mathématique des phénomènes thérmiques produits par la radiation solaire, Paris, Zagreb, Gauthier-Villars et Cie, Ed. Académie Yugoslave des Sciences et des Arts, 1920, 1-338.
3 - Kalorična godišnja doba i njihova primena u paleoklimatskom problemu, Glas SKA, CIX, 1923, 1-30.
4 - Mathematische Klimalehre und Astronomische Theorie der Klimaschwankungen, Handbuch der Klimatologie, Bd I, T.A. Hrsg. von W. Köppen und R. Geiger, Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1930, 1-176.
- Mathematische Klimalehre und Astronomische Theorie der Klimaschwankungen, Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1930, 1-176.
- Matematicheskaya klimatologiya i astronomicheskaya teoriya kolebaniya klimata. Perevod s nemeckogo A. Kh. Khrgian. Pod redakciej prof. S. L. Bastamova. S dobavleniem A. Kh. Khrgiana "Klimaty geologicheskikh epokh i peremeshcheniye materikov". Moskva, Leningrad, Gosudarstvennoe ob'edinennoe nauchno-tekhnicheskoe izdatel'stvo, 1939, 1-207.
5 - Astronomska teorija sekularnih varijacija klime, Glas SKA, CXLIII, 1931, 27-89.
6 - Drehbewegungen der Erde, Handbuch der Geophysik, Bd 1, Lieferung 2, Abschnitt VI. Hrsg von Beno Gutenberg, Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1933, 371-437.
7 - Säkulare Pollverlagerungen, Handbuch der Geophysik, Bd 1, Lieferung 2, Abschnitt VII. Hrsg von Beno Gutenberg, Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1933, 438-500.
8 - Numeričko izračunavanje sekularne putanje Zemljinih polova, Glas Srpske Kraljevske Akademije, 1933, CLIV, Prvi razred, 77, 3-38.
9 - Das Problem der Verlagerungen der Drehpole der Erde in den exakten und in den beschreibenden Naturwissenschaften. Erinnerungen an Alfred Wegener, Publications mathématiques de l'Université de Belgrade, 1933, II, 166-188.
10 - Der Mechanismus der Polverlagerungen und die daraus sich ergebenden Polbahnkurven, Gerlands Beiträge zur Geophysik, 1934, 42, 70-97.
11 - Zur Berechnung der Polfluchtkraft. Antwort auf die Bemerkungen von Herrn Grabowski, Gerlands Beiträge zur Geophysik, 1934, 43, 325-326.
12 - Astronomische Mittel zur Erforschung der Erdgeschichtlichen Klimate, Handbuch der Geophysik, Bd IX, Lieferung 3, Abschnitt VII. Hrsg von Beno Gutenberg, Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1938, 593-698.
13 - Neue Ergebnisse der Astronomischen Theorie der Klimaschwankungen, Bulletin de l'Acade-

mie Royal Serbe, 1938, Academie des Sciences Mathématiques et Naturelles A, Sciences Mathématiques et Physiques, 4, 1-41 + 14 Tab.

14 - Ueber die Verwendung vektorieller Bahnelemente in der Störungsrechnung, Bulletin de l'Academie Royal Serbe, 1939, Academie des Sciences Mathématiques et Naturelles A, Sciences Mathématiques et Physiques, 6, 1-70.

15 - Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem, Belgrad, Königlich Serbische Akademie, 1941; Editions speciales, CXXXIII, Séction des Sciences Mathématiques et Naturelles 33, 1-633. - Canon of Insolation and the Ice -age Problem. Transl. from German. - (Belgrad, Königlich Serbische Akademie, 1941; Special Publications Vol. 132). Jerusalem, Israel Program for Scientific Translations, 1969, 1-484.

16 - Astronomska teorija klimatskih promena i njena primena u geofizici, Beograd, Naučna knjiga, 1948, 1-159.

17 - Astronomische Theorie der Klimaschwankungen, ihr Werdegang und Widerhall, Serbische Akademie der Wissenschaften, Monographien, CCLXXX, Mathematisches Institut, 3, 1957, 1-58.

18 - Milanković cited indirectly.

Table 1. Number of citations of Milanković's works in the period 1945 – 1996 according to SCI. 1946 – 1996

Year	Frequency of citations Numbers (1–18), heading the columns, indicate particular works																		Total
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	
1945				2															2
1946			2				1					1	1						5
1947				2								1		1					4
1948				1				1						1	1				4
1949				2															2
1950		1	1	1											1				4
1951																			0
1952														1					1
1953				2					1										3
1954															1				1
1955		1		1			1			1		3							7
1956				2								3							5
1957												1							1
1958															1				1
1959																			0
1960				1								1			1				3
1961		1		2		1	1					2		1	3				11
1962		1		1										1	1				4
1963				1										1	1				3
1964																			0
1965		1		2							1			2	2				6
1966	1	2		5						1		3		1	6				19
1967				1								1			1				3
1968		2		3			1				1	1			1				9
1969				3		1	1					1			2				8
1970												4	1		2				7
1971		1		1								2							4
1972	2	1		5											2	1			11
1973				1								1			2				4
1974				2									1		1				4
1975				6								1		1	2			1	11
1976				5								1	1		5				12
1977		1		1						2		1			3				8

Year	Frequency of citations Numbers (1–18), heading the columns, indicate particular works																		Total
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	
1978		1		7								1			8				17
1979	1	2		2								1	2		9				17
1980	1	1	1	3	1							1			7			1	16
1981		1		5								1			12				19
1982	1	1		6									1		9				18
1983				3										1	7				11
1984	1	1		5								2			7				16
1985	1	2		4											11				18
1986		4	3	3											8				15
1987		3		5								1			12				21
1988		1		5										1	12		1		20
1989		1		4											10				15
1990				1											6				7
1991		5		1											19				25
1992		4		4								1			17			1	27
1993		1		6						2					19				28
1994				9											13				22
1995		3		5											14				22
1996		3		4											14				21
Total	8	46	4	135	1	2	5	1	1	6	1	37	7	10	253	1	1	3	522

BIBLIOGRAPHY OF CITED WORKS OF MILUTIN MILANKOVIĆ, WITH CITATIONS

1. O membranama jednakog otpora, Rad JAZU, 1908, 175, Matematičko - Prirodoslovni razred 44, 140-152.

1966

1. Dokmeci, M.C.: 1966, A shell of constant strength, Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Physik, **17**, 545.

1972

2. Schumann, W., Wuthrich, W.: 1972, Shells of constant strength, Acta Mechanica **14**, 189.

3. Sayir, M., Schumann, W.: 1972, Anisotropic membrane shells with same rigidity, Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Physik, **23**, 815.

1979

4. Kruzelecki, J.: 1979, Axially-Symmetric Shells of Uniform Membrane Strength As Optimal Shells, Bulletin de l'Academie Polonaise des Sciences-Serie des Sciences Techniques, **27**, 683-690.

1980

5. Prager, W., Rozvany, G.I.N.: 1980, Optimal Spherical Cupola of Uniform Strength, Ingenieur Archiv, **49**, 287-293.

1982

6. Dow, M., Nakamura, H., Rozvany, G.I.N.: 1982, Optimal Cupolas of Uniform Strength - Spherical M-Shells and Axisymmetric T-Shells, Ingenieur Archiv, **52**, 335-353.

1984

7. Kruzelecki, J., Zyczkowski, M.: 1984, Optimal-Design of an Elastic Cylindrical-Shell Under Overall Bending with Torsion, Solid Mechanics Archives, **9**, 269-306.

1985

8. Kruzelecki, J., Zyczkowski, M.: 1985, Optimal Structural Design of Shells - A Survey, Solid Mechanics Archives, **10**, 101-170.

---

2. Théorie mathématique des phénomènes thérmiques produits par la radiation solaire, Paris, Zagreb, Gauthier-Villars et Cie, Ed. Académie Yugoslave des Sciences et des Arts, 1920, 1-338.

1950

1. Opik, E.J.: 1950, Secular changes of the stellar structure and the ice ages, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, **110**, 49.

1955

2. Emiliani, C.: 1955, Pleistocene temperatures, Journal of Geology, **63**, 538.

1961

3. Jardetzky, W.: 1961, Investigation of Milankovitch and quaternary curve of effective Solar radiation, Annuals of the New York Academy of Sciences, **95**, 418.

1962

4. Adem, J.: 1962, On the theory of the general circulation of the atmosphere, Tellus, **14**, 102.

1965

5. Opik, E. J.: 1965, Climatic change in cosmic perspective, Icarus, **4**, 289.

1966

6. Miyamoto, S.: 1966, Martian atmosphere and crust, Icarus, **5**, 360.

7. Van den Heuvel, E.P.: 1966, On precession as a cause of pleistocene variations of Atlantic Ocean water temperatures, Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, **11**, 323.

1968

8. Saltzman, B.: 1968, Steady state solutions for axially - symmetric climate variables, Pure and Applied Geophysics, **69**, 237.

9. Bollinge, C.J.: 1968, Sun tides - An unexplored astronomical approach to clymate cycles and trends, Tellus, **20**, 412.

1971

10. Saltzman, B., Vernekar, A.D.: 1971, Effect of Earth orbital radiation variations on climate, Journal of Geophysical Research, **76**, 4195.

1972

11. Dilke, F.W.W.: 1972, Solar spoon, Nature, **240**, 262.

1977

12. Berger, A.: 1977, Long-term variations of the Earth's orbital elements, Celestial Mechanics, **15**, 53-74.

1978

13. Saltzman, B.: 1978, Survey of statistical - dynamical models of the terrestrial climate, Advances in Geophysics, **20**, 183-304.

1979

14. Chavez, A.: 1979, Estimation of global solar - radiation in short - term periods, Archiv für Meteorologie Geophysik und Bioklimatologie, serie B, **27**, 335-348.

15. Xu, Q.: 1979, Causes of ice ages, Scientia Geologica Sinica, **252**, 79.

1980

16. Schonwiese, C.D.: 1980, Climatic-Change Predictability and Realization by Means of Statistical Filter Models, Meteorologische Rundschau, **33**, 75-83.

1981

17. Adem, J.: 1981, Numerical Experiments on Ice-Age Climates, Climatic Change, **3**, pp 155-171.

1982

18. Imbrie, J.: 1982, Astronomical Theory of the Pleistocene Ice Ages - A Brief Historical Review, Icarus, **50**, pp 408-422.

1984

19. Saltzman, B., Hansen, A.R., Maasch, K.A.: 1984, The Late Quaternary Glaciations As the Response of a 3-Component Feedback-System to Earth-Orbital Forcing, Journal of the Atmospheric Sciences, **41**, 3380-3389.

1985

20. Kutzbach, J. E.: 1985, Modeling of Paleoclimates, Advances in Geophysics, **28**, pp 159-196.

21. Hughes, T.J.: 1985, The Great Cenozoic Ice-Sheet, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, bf 50, 9-43.

1986

22. Denis, C.: 1986, On the Change of Kinetical Parameters of the Earth During Geological Times, Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, **87**, 559-568.

23. Grassberger, P.: 1986, Do Climatic Attractors Exist, Nature, **323**, 609-612.

24. Flohn, H.: 1986, Singular Events and Catastrophes Now and in Climatic History, Naturwissenschaften, **73**, 136-149.

25. Hartmann, D.L., Berroir, A., Hunt, G.E., Ramanathan, V.: 1986, Earth Radiation Budget Data and Climate Research, Reviews of Geophysics, **24**, 439-468.

1987

26. Foucault, A., Fang, N.Q.: 1987, Climatic Control of the Quaternary Sedimentation in the Bay of Bengal, Comptes Rendus de l'Academie des Sciences, Serie II-Mecanique Physique Chimie Sciences de l'Univers, Sciences de la Terre, **305**, 1383-1388.

27. Foucault, A., Renard, M.: 1987, Isotopic Arguments for a Climatic Control of Marly-Calcareous Sedimentation in the Spanish Mesozoic (Sierra-de-Fontcalent, Province-of-Alicante), Comptes Rendus de l'Academie des Sciences, Serie II-Mecanique Physique Chimie Sciences de l'Univers Sciences de la Terre, **305**, 517-521.

28. Foucault, A., Powichrowski, L., Prudhomme, A.: 1987, Astronomical Control of Turbiditic Sedimentation - The Case of Helminthoid Flysch (Maastrichtian, Ligurian Alps, Italy), Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Serie II - Mecanique Physique Chimie Sciences de l'Univers Sciences de la Terre, **305**, pp 1007-1011.

1988

29. Berger, A.: 1988, Milankovitch Theory and Climate, Reviews of Geophysics, **26**, 624-657.

1989

30. Blancvalleron, M.M., Foucault, A., Gannat, E.: 1989, Climatic, Orbital, and Solar Control of Evaporitic Sedimentation - The Case of the Upper Salt (Lower Oligocene) of the Mulhouse Basin (South of the Rhinegraben, France), Comptes Rendus de l'Academie des Sciences, Serie II-Mecanique Physique Chimie Sciences de l'Univers Sciences de la Terre, **308**, 435-441.

1991

31. Melieres, F.: 1991, Nature and Origin of Bajocian Limestone-Marl Alternances of the Sancerre-Couy Borehole (Cher, France), Bulletin de la Societe Geologique de France, **162**, 953-970.

32. Sorel, D., Purser, B.H., Cenatus, H.: 1991, Attempt at Dating the Haitian Uplifted Reefs Using the Climatic Orbital Forcing Time Scale, Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Serie II-Mecanique Physique Chimie Sciences de l'Univers Sciences de la Terre, **313**, 1277-1282.

33. Houghton, J.: 1991, The Bakerian Lecture, 1991 - The Predictability of Weather and Climate, Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series A-Physical Sciences and Engineering, **337**, 1648, 521-572.

34. Carpentier, B., Gely, J. P., Huc, A. Y., Durand, B., Blancvalleron, M. M., Ansart, M.: 1991, Use of Organic-Carbon Content as a Chronostratigraphic Tool, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **88**, pp 231-237.

35. Maltezou, F., Anderson, R. N.: 1991, Milankovitch Cycles in Electrical-Resistivity Logs from the Toa-Baja Scientific Drillhole, Puerto-Rico, Geophysical Research Letters, **18**, pp 517-520.

1992

36. Carpentier, B., Gely, J. P., Blancvalleron, M. M., Huc, A. Y.: 1992, Simulation of Sedimentation in an Evaporitic Basin at Water Level Under Eustatic Influence - Application to the Paleogene Mulhouse Basin (Alsace, France), Revue de l'Institut Francais du Petrole, **47**, pp 559-585.

37. Berger, A., Loutre, M. F., Laskar, J.: 1992, Stability of the Astronomical Frequencies over the Earths History for Paleoclimate Studies, Science, **255**, pp 560-566.

38. Berger, A. L.: 1992, Astronomical Theory of Paleoclimates and the Last Glacial-Interglacial Cycle, Quaternary Science Reviews, **11**, pp 571-581.

39. Foucault, A.: 1992, Sedimentary Record of Orbital Cycles, Methodology, Results and Perspectives, Bulletin de la Societe Geologique de France, **163**, pp 325-335.

1993

40. Berger, A., Loutre, M. F., Tricot, C.: 1993, Insolation and Earths Orbital Periods, Journal of Geophysical Research-Atmospheres, **98**, pp 10341-10362.

1995

41. Guillocheau, F.: 1995, Nature, Rank and Origin of Phanerozoic Sedimentary Cycles, Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Serie II Fascicule A-Sciences de la Terre et des Planetes, **320**, 1141-1157.

42. Sluiter, I.R.K., Kershaw, A.P., Holdgate, G.R., Bulman, D.: 1995, Biogeographic, Ecological and Stratigraphic Relationships of the Miocene Brown-Coal Floras, Latrobe Valley, Victoria, Australia, International Journal of Coal Geology, **28**, 277-302.

43. Emiliani, C.: 1995, 2 Revolutions in the Earth-Sciences, Terra Nova, **7**, pp 587-597.

1996

44. Mayer, L.A., Gobrecht, C., Pisias, N.G.: 1996, 3-Dimensional Visualization of Orbital Forcing and Climatic Response - Interactively Exploring the Pacemaker of the Ice Ages, Geologische Rundschau, **85**, 505-512.

45. Berger, W,H,, Bickert, T., Yasuda, M.K., Wefer, G.: 1996, Reconstruction of Atmospheric CO2 from Ice-Core Data and the Deep-Sea Record of Ontong-Java Plateau - The Milankovitch Chron, Geologische Rundschau, **85**, 466-495.

46. Berger, A.: 1996, Insolation in Terms of Earths Orbital Parameters - Comment, Theoretical and Applied Climatology, **53**, pp 253-255.

---

3. Kaloričnа godišnja doba i njihova primena u paleoklimatskom problemu, Glas SKA, CIX, 1923, 1-30.

1946

1. Choubert, G.: 1946, Geologie - Essai d'interpretation de la courbe des terasses marines quaternaires, Comptes rendus hébdomadaires des séances de l'Academie des sciences, **223**, 511.

2. Choubert, G.: 1946, Geologie - Sur l'influence des pluviaux sur le creusement et le comblement fluviatiles pendant le quaternaire, Comptes rendus hébdomadaires des séances de l'Academie des sciences, **223**, 810.

1950

3. Opik, E.J.: 1950, Secular changes of the stellar structure and the ice ages, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, **110**, 49.

1980

4. Kopal, Z.: 1980, Stability of the Solar-System, Moon and the Planets, **22**, 5-11.

---

4. Mathematische Klimalehre und Astronomische Theorie der Klimaschwankungen, Handbuch der Klimatologie, Bd I, T.A. Hrsg. von W. Köppen und R. Geiger, Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1930, 1-176.

4a. Mathematische Klimalehre und Astronomische Theorie der Klimaschwankungen, Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1930, 1-176.

4b. Matematicheskaya klimatologiya i astronomicheskaya teoriya kolebaniya klimata. Perevod s nemeckogo A. Kh. Khrgian. Pod redakciej prof. S. L. Bastamova. S dobavleniem A. Kh. Khrgiana "Klimaty geologicheskikh epokh i peremeshcheniye materikov". Moskva, Leningrad, Gosudarstvennoe ob'edinennoe nauchno-tekhnicheskoe izdatel'stvo, 1939, 1-207.

1945

1. Farrow, B., Pelton, M.O.: 1945, A photographic daylight recorder, Journal of Scientific Instruments, **22**, 210.

2. Flint, R.F.: 1946, Glacial Climates in the Southern Hemisphere - Discussion, American Journal of Science D, **244**, 861.

1947

3. Himpel, K.: 1947, Ein beitrag zum Eiszeitproblem, Zeitschrift fur Naturforschung A, **2**, 419.

4. Firbas, F.: 1947, Uber die Spateiszeitlichen verschiebungen der Waldgrenze, Naturwissenschaften, **34**, 114.

1948

5. Klein, W.H.: 1948, Calculation of the Solar radiation and the Solar heat load on man, Journal of Meteorology **5**, 119.

1949

6. Landsberg, H.: 1949, Climatologie of the pleistocene, Geological Society of America Bulletin, **60**, 1437.

7. Willett, H.C.: 1949, Long period fluctuations of the general circulation of the atmosphere, Journal of Meteorology **6**, 34.

1950

8. Budel, J.: 1950, Die Klimaphasen der Wurmeiszeit - (Beitrage zur Geomorphologie der Klimazonen und vorzeitklimate 4, Naturwissenschaften, **37**, 438.

1953

9. Hess, S.L., Frank, R.M.: 1953, A Theory of Temporal and Latitudinal Distribution of Temperature, Journal of Meteorology, **10**, 135.

10. Rubin, M.J.: 1953, Seasonal variations of the Antarctic tropopause, Journal of Meteorology, **10**, 127.

1955

11. Emiliani, C.: 1955, Pleistocene temperatures, Journal of Geology, **63**, 538.

1956

12. Schwerdtfeger, W., Prohaska, F.: 1956, The semiannual pressure oscillation, its cause and effects - reply, Journal of Meteorology, **13**, 217.

13. Gifford, F.: 1956, The Surface - temperature climate of Mars, Astrophysical Journal, **123**, 154.

1960

14. Eardley, A.J., Gvosdetsky, V.: 1960, Analysis of the pleistocene core from Great Salt Lake, Utah, Geological Society of America Bulletin, **71**, 1323.

1961

15. Fairbridge, R.: 1961, Convergence of evidence on climatic change and ice ages, Ann. NY Acad. **95**, 542.

16. Jardetzky, W.: 1961, Investigation of Milankovitch and quaternary curve of effective Solar radiation, Annuals of the New York Academy of Sciences, **95**, 418.

1962

17. Koo, C.: 1962, Cybernetic aspects of atmospheric processes, Scientia Sinica, **11**, 259.

1963

18. Zubakov, V.A.: 1963, Time relations of Glacier stages and Interstadials of last Glaciation (from C 14 data), Doklady Akademii Nauk SSSR, **152**, 941.

1965

19. Bayer, K.: 1965, Objective meteorologische teilung des jahres in naturliche jahreszeiten nach den anderungen des luftdruckfeldes, Zeitschrift für Meteorologie, **17**, 103.

20. Svatkov, N.M.: 1965, Thermodynamic foundations of development of geographic shell, Doklady Akademii Nauk SSSR, **163**, 1213.

1966

21. Donn, W.L., Ewing, M.: 1966, A theory of ice ages 3., Science, **152**, 1706.

22. Delisle, J.F.: 1966, Mean daily insolation in New Zealand, New Zealand Journal of Science, **9**, 992.

23. Wilson, A.T.: 1966, Variation in Solar insolation to the south polar region as a trigger which induces instability in the Antarctic ice sheet, Nature, **270**, 477-478.

24. Lee, R., Baumgart. A.: 1966, Topography and insolation climate of a mountainous forest aerea, Forest Science, **12**, 258.

25. Zubakov, V.A.: 1966, A comparison of radiometric scale of continental pleistocene with chronological diagrams of bathypelagic bottom sediments and curve of solar radiation, Doklady Akademii Nauk SSSR, **171**, 1153.

1967

26. Tsuchiya, I.: 1967, Dynamic climatological studies on meandering of westerlies and japanese climate, Papers in Meteorology and Geophysics, **18**, 27.

1968

27. Saltzman, B.: 1968, Steady state solutions for axially - symmetric climate variables, Pure and Applied Geophysics, **69**, 237.

28. Shaw, D.M., Donn, W.L.: 1968, Milankowitch radiation variations - a quantitative evaluation, Science, **162**, 1270.

29. Sharaf, Sh.G., Budnikova, A.N.: 1968, Kolebaniya Solnechnogo oblucheniya Zemli, byzvannye vekovymi izmeneniyami elementov Zemnoj orbity, Doklady Akademii Nauk SSSR, **182**, 291-293.

1969

30. Wilson, A. T.: 1969, Climatic effects of large - scale surges of ice sheets, Canadian Journal of Earth Sciences, **6**, 911.

31. Budyko, M.I.: 1969, The effect of solar radiation on the climate of the Earth, Telus, **21**, 611-619.

32. Sergin, S.Y., Sergin, V.Y.: 1969, A study of dynamics of climate fluctuations during quaternary, Doklady Akademii Nauk SSSR, **186**, 897.

1971

33. Barrett, E.W.: 1971, Depletion of short - wave irradiance at ground by particles suspended in atmosphere, Solar Energy, **13**, 323.

1972

34. Budyko, M.I.: 1972, Future climate, Transactions of American Geophysical Union, **53**, 868.

35. Ginzburg, A.S.: 1972, Forced oscillations of temperature in system atmosphere - underlying layer, Izvestiya Akademii Nauk SSSR Fizika Atmosfery i okeana, **8**, 458.

36. Derome, J., Wiinniel, A.: 1972, Maintenances of axisymmetric part of flow in atmosphere, Pure and Applied Geophysics, **95**, 163.

37. Harris, G.P.: 1972, Ecology of corticolous lichens 3. Simulation model of productivity as a function of light - intensity and water availability, Journal of Ecology, **60**, 19.

38. Rutter, A.J., Kershaw, K.A., Robins, P.C., Morton, A.J.: 1972, Predictive model of rainfall interception in forests 1. Derivation of model from observations in a plantation of corsican pine, Agricultural Meteorology, **9**, 367.

1973

39. Swift, L.W., Swank, W.T., Mankin, J.B., Luxmoore, J.W., Gpldstein, R.A.: 1973, Simulations of evapotranspiration from mature, cut and regrowing forest vegetation, Agricultural Meteorology, **12**, 329.

1974

40. Bryson, R.A.: 1974, Perspective on climatic change, Science, **184**, 753.

41. Bolle, H.J.: 1974, Possibilities of remote - sensing to determine parameters needed for climate change studies, Acta Astronomica, **1**, 1399.

1975

42. Berger, A.: 1975, Terrestrial insolation and elliptic integrals, Annales de la Société scientifique de Bruxelles, series 1, Sciences mathématiques, astronomiques et physiques, **89**, 69-91.

43. Ulrich, R.K.: 1975, Solar neutrinos and variations in solar luminosity, Science, **190**, 619-624.

44. Williams, G.E.: 1975, Late precambrian glacial climate and Earths obliquity, Geological Magazine, **112**, 441-465.

45. Barrett, E.W.: 1975, Inadvertent weather and climate modification, CRC Critical Reviews on Environmental Control, **6**, 15.

46. Vugts, H.F., Zimmerman, J.T.F.: 1975, Interaction between daily heat balance and tidal cycle, Nature, **255**, 113-117.

47. Maruashvili, L.I.: 1975, Imprint of clymatic cycles in cave deposit, Doklady Akademii Nauk SSSR, **225**, 65.

1976

48. Young, G.M.: 1976, Late precambrian mixtites - glacial and-or non-glacial, American Journal of Sciences, **276**, 366-374.

49. Johnson, R.G., McClure B.T.: 1976, Model for Northern hemisphere continental ice sheet variations, Quaternary Research, **6**, 325.

50. Cess, R.D.: 1976, Climate change - uppraisal of atmospheric feedback mechanisms employing zonal climatology, Journal of the Atmospheric Sciences, **33**, 1831-1843.

51. Mason, B.J.: 1976, Towards the understanding and prediction of climatic variations, Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, **102**, 473-498.

52. Haxel, O.: 1976, Contribution of Physics to paleoclimatology, Naturwissenschaften, **63**, 16-22.

1977

53. Berger, A.: 1977, Long-term variations of the Earth's orbital elements, Celestial Mechanics, **15**, 53-74.

1978

54. Bourangu., N.I., Petrov, N.A.: 1978, Influence of periodical variation of orbital elements of Earth on its insolation, Izvestiya Akademii Nauk SSSR Fizika Atmosfery i Okeana, **14**, 388.

55. Vulis, I.L., Monin, A.S.: 1978, Astronomical fluctuations of Earth insolation, Doklady Akademii Nauk SSSR, **242**, 1034.

56. Crittenden, P.D., Read, D.J.: 1978, Effects of air pollution on plant-growth with special refference to sulfur-dioxide. 1. Introduction and chamber conditions, New Phytologist, **80**, 33-48.

57. Shutts, G.J., Green, J.S.A.: 1978, Mechanisms and models of climatic change, Nature, **276**, 339-342.

58. Beaty, C.B.: 1978, Causes of glaciation, American Scientists, **66**, 452-459.

59. Schonwiese, C.D.: 1978, Problem of statistical climatic modeling, Archiv für , Meteorologie Geophysik und Bioclimatologie, serie B - Klimatologie umwell, **26**, 105-120.

60. Saltzman, B.: 1978, Survey of statystical - dynamical models of the terrestrial climate, Advances in Geophysics, **20**, ed. B. Saltzman, Academic Press, New York.

1979

61. Monin, A.S.: 1979, Air - sea interaction and climatic oscillations, Dynamics of Atmospheres and Oceans, **3**, 85.

62. Vulis, I.L., Monin, A.S.: 1979, Towards astronomical theory of the Earth's climate, Izvestiya Akademii Nauk SSSR Fizika Atmosfery i Okeana, **15**, 3.

1980

63. Toon, O.B., Bilski, K., Burns, J.A., Pollack, J.B., Ward, W.: 1980, The Astronomical Theory of Climatic-Change on Mars, Icarus, **44**, 552-607.

64. Herman, Y., Bogyo, T.P.: 1980, Quantitative Paleoclimatology - Micropaleontologic Data from Deep-Sea Cores, Marine geology, **36**, 23-34.

65. Imbrie, J., Imbrie, J.Z.: 1980, Modeling the Climatic Response to Orbital Variations, Science, **207**, pp 943-953.

1981

66. Brock, T.D.: 1981, Calculating Solar-Radiation for Ecological-Studies, Ecological Modelling, **14**, 1-19.

67. Clifton, H.E.: 1981, Progradational Sequences in Miocene Shoreline Deposits, Southeastern Caliente Range, California, Journal of Sedimentary Petrology, **51**, 165-184.

68. Dean, W.E., Cepek, P., Gardner, J.V.: 1981, Tertiary Carbonate-Dissolution Cycles on the Sierra Leone Rise, Eastern Equatorial Atlantic-Ocean, Marine Geology, **39**, 81-101.

69. Sutera, A.: 1981, On Stochastic Perturbation and Long-Term Climate Behavior, Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, **107**, 137-151.

70. Kockarts, G.: 1981, Effects of Solar Variations on the Upper-Atmosphere, Solar Physics, **74**, 295-320.

1982

71. Sabadini, R., Boschi, E., Yuen, D.A.: 1982, Polar Wandering and the Forced Responses of a Rotating, Multilayered, Viscoelastic Planet, Journal of Geophysical Research, **87**, 2885-2903.

72. Schubert, G., Yuen, D.A.: 1982, Initiation of Ice Ages by Creep Instability and Surging of the East Antarctic Ice-Sheet, Nature, **296**, 127-130.

73. Johnson, R.G.: 1982, Brunhes Matuyama Magnetic Reversal Dated at 790,000 Yr Bp by Marine Astronomical Correlations, Quaternary Research, **17**, 135-147.

74. Benzi, R., Parisi, G., Sutera, A., Vulpiani, A.: 1982, Stochastic Resonance in Climatic-Change, Tellus, **34**, 10-16.

75. Nevessky, E.N.: 1982, Some Features of the Development of the Earths Shelf Zones in Meso-Cenozoic Time, Okeanologiya, **22**, 57-71.

76. Imbrie, J.: 1982, Astronomical Theory of the Pleistocene Ice Ages - A Brief Historical Review, Icarus, **50**, pp 408-422.

1983

77. Benzi, R., Parisi, G., Sutera, A., Vulpiani, A.: 1983, A Theory of Stochastic Resonance in Climatic-Change, Siam Journal on Applied Mathematics, **43**, 565-578.

78. Mamaev, O.I.: 1983, The Theory of Climatological Temperature - Precipitation Diagram, Doklady Akademii Nauk SSSR, **272**, 1457-1461.

79. Borisenkov, Y. P., Agaponov, S. V., Tsvetkov, A. V.: 1983, On Some Characteristics of Insolation Changes in the Past and the Future, Climatic Change, **5**, pp 237-244.

1984

80. Wiinnielsen, A.: 1984, On Simple Climate Models with Periodic and Stochastic Forcing, Geophysical and Astrophysical Fluid Dynamics, **28**, 1-30.

81. Siddiqui, M.M., Wang, C.C.: 1984, High-Resolution Frequency-Analysis of Geological Time-Series, Journal of Geophysical Research-Atmospheres, **89**, 7195-7201.

82. Knox, F., Mcelroy, M.B.: 1984, Changes in Atmospheric CO_2 - Influence of the Marine Biota at High-Latitude, Journal of Geophysical Research-Atmospheres, **89**, 4629-4637.

83. Pisias, N.G., Shackleton, N.J.: 1984, Modeling the Global Climate Response to Orbital Forcing and Atmospheric Carbon-Dioxide Changes, Nature, **310**, 757-759.

84. Cotillon, P., Rio, M.: 1984, Comparison Between the Cyclicity of Pelagic Early Cretaceous Successions in the Southern Subalpine Ranges (S E France), Central Atlantic (Site 534 Dspd) and Gulf of Mexico (Sites 535 and 540 DSDP) - Paleoclimatic Consequences and Application to Transtethyan Stratigraphical Correlations, Bulletin de la Societe Geologique de France, **26**, 47-62.

1985

85. Yamamoto, A., Fukuyama, K., Kashiwaya, K.: 1985, Periodic Variations of Grain-Size in Pleistocene Sediments in Lake Biwa and Earth-Orbital Cycles, Geophysical Research Letters, **12**, 585-588.

86. Borisenkov, Y.P., Eddy, J.A., Tsvetkov, A.V.: 1985, Combined Effects of Earth Orbit Perturbations and Solar - Activity on Terrestrial Insolation .1. Sample Days and Annual Mean-Values, Journal of the Atmospheric Sciences, **42**, 933-940.

87. Imbrie, J.: 1985, A Theoretical Framework for the Pleistocene Ice Ages, Journal of the Geological Society 1985, 142, MAY, 417-432.

88. House, M.R.: 1985,Correlation of Mid-Paleozoic Ammonoid Evolutionary Events with Global Sedimentary Perturbations, Nature, **313**, 17-22.

1986

89. Sankarrao, M.: 1986, An Overview of Climate Models, Proceedings of the Indian Academy of Sciences-Earth and, Planetary Sciences, **95**, 447-484.

90. Richmond, G.M.: 1986, Stratigraphy and Correlation of Glacial Deposits of the Rocky Mountains, the Colorado Plateau and the Ranges of the Great-Basin, Quaternary Science Reviews, **5**, 99.

91. Lindzen, R.S.: 1986, A Simple-Model for 100K-Year Oscillations in Glaciation, Journal of the Atmospheric Sciences, **43**, 986-996.

1987

92. Kellogg, W.W.: 1987, Mankinds Impact on Climate - The Evolution of an Awareness, Climatic Change, **10**, 113-136.

93. Saari, M.R., Schubert, G., Yuen, D.A.: 1987, Climatic Warming and Basal Melting of Large Ice Sheets - Possible Implications for East Antarctica, Geophysical Research Letters, **14**, 33-36.

94. Mukherjee, B.K., Dani, K.K., Indira, K.: 1987, Low-Latitudecanic-Eruptions and Their Effects on Sri Lankan Rainfall During the Northeast Monsoon, Journal of Climatology, **7**, 145-155.

95. Kashiwaya, K., Fukuyama, K., Yamamoto, A.: 1987, Time Variations of Erosional Force and Grain-Size in Pleistocene Lake-Sediments, Quaternary Research, **28**, 61-68.

96. Hyde, W. T., Peltier, W. R.: 1987, Sensitivity Experiments with a Model of the Ice-Age Cycle - The Response to Milankovitch Forcing, Journal of the Atmospheric Sciences, **44**, pp 1351-1374.

1988

97. Lindzen, R.S., Hou, A.Y.: 1988, Hadley Circulations for Zonally Averaged Heating Centered Off the Equator, Journal of the Atmospheric Sciences, **45**, 2416-2427.

98. Broecker, W.S., Andree, M., Bonani, G., Oeschger, H., Klas, M., Wolfli, W.: 1988, New Evidence from the South China Sea for an Abrupt Termination of the Last Glacial Period, Nature, **333**, 156-158.

99. Kashiwaya, K., Yamamoto, A., Fukuyama, K.: 1988, Statistical-Analysis of Grain-Size Distribution in Pleistocene Sediments from Lake Biwa, Japan, Quaternary Research, **30**, 12-18.

100. Heinrich, H.: 1988, Origin and Consequences of Cyclic Ice Rafting in the Northeast Atlantic-Ocean During the Past 130,000 Years, Quaternary Research, **29**, 142-152.

101. Gilchrist, A.: 1988, Applying Large Computers to Problems in Physics - Numerical Weather Prediction and Climate Simulation, Reports on Progress in Physics, **51**, 1205-1226.

1989

102. Zachariasse, W.J., Zijderveld, J.D.A., Langereis, C.G., Hilgen, F.J., Verhallen, P.J.J.M.: 1989, Early Late Pliocene Biochronology and Surface-Water Temperature-Variations in the Mediterranean, Marine Micropaleontology, **14**, 339-355.

103. Turner, B.R., Whateley, M.K.G.: 1989, Tidally Influenced Coal-Bearing Sediments in the Tertiary Bering River Coalfield, South-Central Alaska, Sedimentary Geology, **61**, 111-123.

104. Adams, L.J., Tetzlaff, G.: 1989, Annual Precipitation Values at 20-Degrees-N 0-Degrees-E in the Early Holocene, Theoretical and Applied Climatology, **39**, 205-212.

105. Rognon, P.: 1989, Variations of Aridity in the Sahara Since 125,000 Bp, in Relation to Orbital and Glacial Forcings, Bulletin de la Societe Geologique de France, **5**, 13-20.

1990

106. Ogura, K., Machihara, T., Takada, H.: 1990, Diagenesis of Biomarkers in Biwa Lake-Sediments over 1 Million Years, Organic Geochemistry, **16**, 805-813.

1991

107. Short, D. A., Mengel, J. G., Crowley, T. J., Hyde, W. T., North, G. R.: 1991, Filtering of Milankovitch Cycles by Earths Geography, Quaternary Research, **35**, pp 157-173.

1992

108. Woronow, A.: 1992, A Test of the Gamma Method for Evaluating the Periodicity of Cyclical Sediments, Earth and Planetary Science Letters, **113**, 443-447.

109. Afanasyev, S.L.: 1992, Mesocyclite Method of the Geological Age-Determination, Doklady Akademii Nauk, **323**, 719-722.

110. Vanhoof, A.A.M., Langereis, C.G.: 1992, The Upper Kaena Sedimentary Geomagnetic Reversal Record from Southern Sicily, Journal of Geophysical Research-Solid Earth, **97**, 6941-6957.

111. Lehouerou, H. N.: 1992, Outline of the Biological History of the Sahara, Journal of Arid Environments, **22**, pp 3-30.

1993

112. Jung, P.: 1993, Periodically Driven Stochastic-Systems, Physics Reports-Review Section of Physics Letters, **234**, 175-295.

113. Abrahamsen, N.: 1993, Magnetic Variations and Possible Milankovitch Cycles in a Deep-Sea Core from the Central North-Atlantic, Journal of Geomagnetism and Geoelectricity, **45**, 133-141.

114. Duplessy, J.C., Bard, E., Labeyrie, L., Duprat, J., Moyes, J.: 1993, Oxygen-Isotope Records and Salinity Changes in the Northeastern Atlantic-Ocean During the Last 18,000 Years, Paleoceanography, **8**, 341-350.

115. Rusanov, V., Angelov, V., Chakarova, K., Ajdanlijsky, G.: 1993, Long-Period (over 10(6) Years) Paleoclimatic Variations - Astronomical Cause and Possible Geologic Record, Naturwissenschaften, **80**, 170-172.

116. Williams, G.E.: 1993, History of the Earths Obliquity, Earth-Science Reviews, **34**, 1-45.

117. Imbrie, J., Berger, A., Boyle, E.A., Clemens, S.C., Duffy, A., Howard, W.R., Kukla, G., Kutzbach, J., Martinson, D.G., Mcintyre, A., Mix, A.C., Molfino, B., Morley, J.J., Peterson, L.C., Pisias, N.G., Prell, W.L., Raymo, M.E., Shackleton, N.J., Toggweiler, J.R.: 1993, On the Structure and Origin of Major Glaciation Cycles .2. The 100,000-Year Cycle, Paleoceanography, **8**, 699-735.

1994

118. Saltzman, B., Verbitsky, M.: 1994,Late Pleistocene Climatic Trajectory in the Phase-Space of Global Ice, Ocean State, and CO_2 - Observations and Theory, Paleoceanography, **9**, 767-779.

119. Hammer, G.L., Wright, G.C.: 1994, A Theoretical-Analysis of Nitrogen and Radiation Effects on Radiation Use Efficiency in Peanut, Australian Journal of Agricultural Research, **45**, 575-589.

120. Berger, W.H., Yasuda, M.K., Bickert, T., Wefer, G., Takayama, T.: 1994, Quaternary Time-Scale for the Ontong-Java Plateau - Milankovitch Template for Ocean Drilling Program Site-806, Geology, **22**, 463-467.

121. Crowley, T.J., Kim, K.Y.: 1994, Milankovitch Forcing of the Last Interglacial Sea-Level, Science, **265**, 1566-1568.

122. Lindzen, R.S.: 1994, Climate Dynamics and Global Change, Annual Review of Fluid Mechanics, **26**, 353-378.

123. Berger, W.H.: 1994, Quaternary Fourier Stratigraphy - Orbital Templates and Milankovitch Anomalies, Mathematical Geology, **26**, 769-781.

124. Berger, W.H., Jansen, E.: 1994, Fourier Stratigraphy - Spectral Gain Adjustment of Orbital Ice Mass Models as an Aid in Dating Late Neogene Deep-Sea Sediments, Paleoceanography, **9**, 693-703.

125. Sadourny, R.: 1994, The Suns Influence on Climate, Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Serie II, **319**, 1325-1342.

126. Rea, D. K.: 1994, The Paleoclimatic Record Provided by Eolian Deposition in the Deep-Sea - The Geologic History of Wind, Reviews of Geophysics, **32**, pp 159-195.

1995

127. Hall, C.M., Farrell, J.W.: 1995, Laser Ar-40/Ar-39 Ages of Tephra from Indian-Ocean Deep-Sea Sediments - Tie Points for the Astronomical and Geomagnetic Polarity Time Scales, Earth and Planetary Science Letters, **133**, 327-338.

128. Liu, H.S.: 1995, A New View on the Driving Mechanism of Milankovitch Glaciation Cycles, Earth and Planetary Science Letters, **131**, 17-26.

129. Berger, W.H., Bickert, T., Wefer, G., Yasuda, M.K.: 1995, Brunhes-Matuyama Boundary - 790 Ky Date Consistent with ODP Leg-130 Oxygen-Isotope Records Based on Fit to Milankovitch Template, Geophysical Research Letters, **22**, 1525-1528.

130. Chen, J.J., Farrell, J.W., Murray, D.W., Prell, W.L.: 1995, Timescale and Paleoceanographic Implications of a 3.6-My Oxygen-Isotope Record from the Northeast Indian-Ocean (Ocean Drilling Program Site-758), Paleoceanography, **10**, 21-47.

131. Emiliani, C.: 1995, 2 Revolutions in the Earth-Sciences, Terra Nova, **7**, pp 587-597.

1996

132. Revel, M., Cremer, M., Grousset, F.E., Labeyrie, L.: 1996, Grain-Size and Sr-Nd Isotopes as Tracer of Paleo-Bottom Current Strength, Northeast Atlantic-Ocean, Marine Geology, **131**, 233-249.

133. Berger, W,H,, Bickert, T., Yasuda, M.K., Wefer, G.: 1996, Reconstruction of Atmospheric CO2 from Ice-Core Data and the Deep-Sea Record of Ontong-Java Plateau - The Milankovitch Chron, Geologische Rundschau, **85**, 466-495.

134. Dargenio, B., Iorio, M., Tarling, D.H.: 1996, Periodicity of Magnetic Intensities in Magnetic Anomaly Profiles - The Cenozoic of the South-Atlantic, Geophysical Journal International, **127**, pp 141-155.

135. Stepanov, V.N.: 1996, The Modeling of Large-Scale Ocean Circulation with Simple Circulation Model, Okeanologiya, bf 36, 325-338.

---

5. Astronomska teorija sekularnih varijacija klime, Glas SKA, CXLIII, 1931, 27-89.

1980

1. Kopal, Z.: 1980, Stability of the Solar-System, Moon and the Planets, **22**, 5-11.

---

6. Drehbewegungen der Erde, Handbuch der Geophysik, Bd 1, Lieferung 2, Abschnitt VI. Hrsg von Beno Gutenberg, Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1933, 371-437.

1961

1. Emiliani, C.: 1961, Cenozoic climatic changes as indicated by stratigraphy and chronology of deep - sea cores of Globigerina - ooze facies, Annals of the New York Academy of Sciences, **95**, 521.

1969

2. Wilson, A. T.: 1969, Climatic effects of large - scale surges of ice sheets, Canadian Journal of Earth Sciences, **6**, 911.

---

7. Säkulare Pollverlagerungen, Handbuch der Geophysik, Bd 1, Lieferung 2, Abschnitt VII. Hrsg von Beno Gutenberg, Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1933, 438-500.

1946

1. Umbgrove, J.H.F.: 1946, Recent theories of polar displacement, American Journal of Science, **244**, 105.

1955

2. Hospers, J.: 1955, Rock magnetism and polar wandering, Journal of Geology, **63**, 59.

1961

3. Emiliani, C.: 1961, Cenozoic climatic changes as indicated by stratigraphy and chronology of deep - sea cores of Globigerina - ooze facies, Annals of the New York Academy of Sciences, **95**, 521.

1968

4. Mikhailo, A.A.: 1968, Secular variations of geographic coordinates, Soviet Astronomy - Astronomicheskij Zhurnal USSR, **12**, 377.

1969

5. Wilson, A. T.: 1969, Climatic effects of large - scale surges of ice sheets, Canadian Journal of Earth Sciences, **6**, 911.

---

8. Numeričko izračunavanje sekularne putanje Zemljinih polova, Glas Srpske Kraljevske Akademije, 1933, CLIV, Prvi razred, 77, 3-38.

1948

1. Prey, A.: 1948, Die methoden und ergebnisse der geophysik, Experientia, **4**, 88.

---

9. Das Problem der Verlagerungen der Drehpole der Erde in den exakten und in den beschreibenden Naturwissenschaften. Erinnerungen an Alfred Wegener, Publications mathématiques de l'Université de Belgrade, 1933, II, 166-188.

1953

1. Fleckenstein, J.O.: 1953, Erdkreisel der Geophysik und Fundamentalsystem der Astronomie, Experientia, **9**, 437.

---

10. Der Mechanismus der Polverlagerungen und die daraus sich ergebenden Polbahnkurven, Gerlands Beiträge zur Geophysik, 1934, 42, 70-97.

1955

1. Hospers, J.: 1955, Rock magnetism and polar wandering, Journal of Geology, **63**, 59.

1966

2. Karklin, V.P., Sarukhin, E.I.: 1966, A study of secular movement of Earth pole since 1900 till 1958, Doklady Akademii Nauk SSSR, **166**, 921.

1977

3. Keondzhyan, V.P., Monin, A.S.: 1977, O bluzhdanii polyusov vsledstvie kontinental'nogo drejfa, Doklady Akademii Nauk SSSR, **233**, 316-319.

4. Keondzhyan, V.P., Monin, A.S.: 1977, Drift of continents and large scale displacements of Earth's pole, Fizika Zemli, **22**, 77.

1993

5. Ricard, Y., Spada, G., Sabadini, R.: 1993, Polar Wandering of a Dynamic Earth, Geophysical Journal International, **113**, 284-298.

6. Spada, G., Sabadini, R., Ricard, Y.: 1993, On a Particular Solution of the Nonlinear Liouville Equations, Geophysical Journal International, **114**, 399-404.

---

11. Zur Berechnung der Polfluchtkraft. Antwort auf die Bemerkungen von Herrn Grabowski, Gerlands Beiträge zur Geophysik, 1934, 43, 325-326.

1968

1. Glangeau., L.: 1968, Geodynamic methods and their applications to Western Mediteranean structure, Revue de Geographie Physique et de geologie dynamique, **10**, 83.

---

12. Astronomische Mittel zur Erforschung der Erdgeschichtlichen Klimate, Handbuch der Geophysik, Bd IX, Lieferung 3, Abschnitt VII. Hrsg von Beno Gutenberg, Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1938, 593-698.

1946

1. Umbgrove, J.H.F.: 1946, Recent theories of polar displacement, American Journal of Science, **244**, 105.

1947

2. Himpel, K.: 1947, Ein beitrag zum Eiszeitproblem, Zeitschrift fr Naturforschung A, **2**, 419.

1955

3. Emiliani, C.: 1955, Pleistocene temperatures, Journal of Geology, **63**, 538.

4. Hospers, J.: 1955, Rock magnetism and polar wandering, Journal of Geology, **63**, 59.

5. Stokes, W.L.: 1955, Another look at the ice age, Science, **122**, 815.

1956

6. Ewing, M., Donn, W.L.: 1956, Theory of ice ages, Science, **123**, 1061.

7. Suess, H.E.: 1956, Absolute chronology of the last glaciation, Science, **123**, 355.

8. Lundgershausen, G.F.: 1956, The periodicity observed in climate variations of past geological epochs and some problems of geochronology, Doklady Akademii Nauk SSSR, **108**, 707.

1957

9. Irving, E.: 1957, Rock magnetism - A new approach to some palaeographic problems, Advances in Physics, **6**, 194.

1960

10. Cox, A., Doell, R.R.: 1960, Review of Paleomagnetism, Geological Society of America Bulletin, **71**, 645.

1961

11. Emiliani, C.: 1961, Cenozoic climatic changes as indicated by stratigraphy and chronology of deep - sea cores of Globigerina - ooze facies, Annals of the New York Academy of Sciences, **95**, 521.

12. Jardetzky, W.: 1961, Investigation of Milankovitch and quaternary curve of effective Solar radiation, Annuals of the New York Academy of Sciences, **95**, 418.

1965

13. Merke. F.: 1965, Die Eiszeit als primordiale Ursache des endemischen Kropfes, Schweizerische Medizinische Wochenschrift, **95**, 1183-1192.

1966

14. Broecker, W.S.: 1966, Absolute dating and the astronomical theory of glaciation, Science, **151**, 299-304.

15. Donn, W.L., Ewing, M.: 1966, A theory of ice ages 3., Science, **152**, 1706.

16. Wilson, A.T.: 1966, Variation in Solar insolation to the south polar region as a trigger which induces instability in the Antarctic ice sheet, Nature, **270**, 477-478.

1967

17. Selli, R.: 1967, Pliocene - pleistocene boundary in italian marine sections and its relationships to continental stratigraphies, Progress in Oceanography, **4**, 67.

1968

18. Broecker, W.S., Thurber, D.L., Goddard, J., Ku, T., Matthews, R.K., Mesolella, K.J.: 1968, Milankovitch hypothesis supported by precise dating of coral reefs and deep-sea sediments, Science, **159**, 297-300.

1969

19. Trabant, P.K.: 1969, Coastal microbathymetry of Fort Lauderdale Florida, Marine Technology Society Journal, **3**, 47.

1970

20. Duplessy, J.C., Labeyrie, J., Lalou, C., Nguyen, H.V.: 1970, Continental Climatic Variations between 130,000 and 90,000 Years BP, Nature, **226**, 631-633.

21. Herman, Y.: 1970, Arctic paleo - oceanography in late cenozoic time, Science, **169**, 474.

22. Hertzler, J.R.: 1970, Paleomagnetic field as inferred from marine magnetic studies, Journal of Geomagnetism, **22**, 197.

23. Veeh, H.H., Chapelle, J.: 1970, Astronomical theory of climatic change, support from New - Guinea, Science, **167**, 862.

1971

24. Wolfe, J.A.: 1971, Tertiary climatic fluctuations and methods of analysis of tertiary flows, Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology, **9**, 27.

25. Lalou, C., Duplessy, J.C., Nguyen, H.V.: 1971, Present geochronological data on sea levels and paleoclimatology of Riss-Wurm interglacial, Revue de Geographie Physique et de geologie dynamique, **13**, 447.

1973

26. Steiner, J., Grillmai., E.: 1973, Possible galactic causes for periodic and episodic glaciations, Geological Society of America Bulletin, **84**, 1003.

1975

27. Berger, A.: 1975, Terrestrial insolation and elliptic integrals, Annales de la Société scientifique de Bruxelles, series 1, Sciences mathématiques, astronomiques et physiques, **89**, 69-91.

1976

28. Mason, B.J.: 1976, Towards the understanding and prediction of climatic variations, Quaterly Journal of the Royal Meteorological Society, **102**, 473.

1977

29. Zindzen, R.S., Farell, B.: 1977, Some realistic modifications of simple climate models, Journal of the Atmospheric Sciences, **34**, 1487-1501.

1978

30. Wolfe, J.A.: 1978, Paleobotanical interpretation of tertiary climates in northen hemisphere, American Scientists, **66**, 694-703.

1979

31. Sprigg, R.C.: 1979, Stranded and submerged sea-beach systes of southeast South-Australia and Aeolian desert cycle, Sedimentary Geology, **22**, 55-96.

1980

32. Idnurm, M., Cook, P.J.: 1980, Paleomagnetism of Beach Ridges in South-Australia and the Milankovitch Theory of Ice Ages, Nature, **286**, 699-702.

1981

33. Meier, S.: 1981, Terrestrial and Extra-Terrestrial Hypotheses on the Ice - Age - Synthesis or Contradiction, Zeitschrift fur Meteorologie, **31**, 357-360.

1984

34. Denness, B.: 1984, The Greenhouse Affair, Marine Pollution Bulletin, **15**, 355-362.

35. Collen, J.D., Vella, P.: 1984, Hautotara, Te-Muna and Ahiaruhe Formations, Middle to Late Pleistocene, Wairarapa, New-Zealand, Journal of the Royal Society of New Zealand, **14**, 297-317.

1987

36. Denness, B.: 1987, Sea-Level Modeling - The Past and the Future, Progress in Oceanography, **18**, 41-59.

1992

37. Nazarov, V. I.: 1992, The Response of Entomofauna of the Last Glaciation to the Insolation Rate, Doklady Akademii Nauk Belarusi, **36**, pp 450-452 .

---

13. Neue Ergebnisse der Astronomischen Theorie der Klimaschwankungen, Bulletin de l'Academie Royal Serbe, 1938, Academie des Sciences Mathématiques et Naturelles A, Sciences Mathématiques et Physiques, 4, 1-41 + 14 Tab.

1946

1. Umbgrove, J.H.F.: 1946, Recent theories of polar displacement, American Journal of Science, **244**, 105.

1970

2. Broecker, W.S., Van Donk, J.: 1970, Insolation changes, ice volumes and the O^{18} record in deep-sea cores, Review of Geophysics and Space Physics, **8**, 169-198.

1974

3. Chappell, J.: 1970, Relationships between sealevels, ^{18}O variations and orbital perturbations, during the past 250,000 years, Nature, **252**, 199-202.

1976

4. Haxel, O.: 1976, Contribution of Physics to paleoclimatology, Naturwissenschaften, **63**, 16-22.

1979

5. Ito, K.: 1979, Simple rheological model for plate motion to explain episodic volcanism and tectonism - Application of Whitehead and Gaus fault model, Tectonophysics, **57**, 85.

6. Osmond, J.K.: 1979, Accumulation models of Th-230 and Pa-231 in deep-sea sediments, Earth Science reviews, **15**, 95-150.

1982

7. Sabadini, R., Boschi, E., Yuen, D.A.: 1982, Interaction of Cryospheric Forcings with Rotational - Dynamics Has Consequences for Ice Ages, Nature, **296**, 338-341.

---

14. Ueber die Verwendung vektorieller Bahnelemente in der Störungsrechnung, Bulletin de l'Academie Royal Serbe, 1939, Academie des Sciences Mathématiques et Naturelles A, Sciences Mathématiques et Physiques, 6, 1-70.

1947

1. Musen, P.: 1947, Uber die Vektoriel-Skalaren Gleichungen der Astronomisches Storungs Theorie, Zeitschrift für Naturforschung A, **2**, 365.

1948

2. Musen, P.: 1948, Zur Reduktion des Dreikorperproblems, Zeitschrift für Naturforschung A, **3**, 360.

1952

3. Fleckenstein, J.O.: 1952, Les theoremes de Laplace sur les perturbations seculaires dans les elements vectoriels des orbites planetaires, Experientia, **8**, 136.

1961

4. Musen, P.: 1961, On long-period lunar and solar effects on motion of an artificial satellite 2., Journal of Geophysical Research, **66**, 2797.

1962

5. Wen, L.S.: 1962, A unified treatment of variation of parameters and differential expressions methods in trajectory prediction and error analysis, Journal of Aerospace Science, **29**, 61.

1963

6. Allan, R.R., Ward, G.N.: 1963, Planetary equations in terms of vectorial elements, Proceedings of the Cambridge Philosophical Society, **59**, 669.

1966

7. Musen, P.: 1966, Application of Krylov - Bogolubov method to solution of stellar 3 body problem, Journal of Astronautical Sciences, **13**, 177.

1975

8. Deprit, A.: 1975, Ideal elements for perturbed Keplerian motions, Journal of Research of the National Bureau of Standards, section B, Mathematics and Mathematical Physics, **79**, 1-15.

1983

9. Hestenes, D.: 1983, Celestial Mechanics with Geometric Algebra, Celestial Mechanics, **30**, 151-170.

1988

10. Bartnik, E.A., Haberzettl, H., Sandhas, W.: 1988, Equations of Motion Using the Dynamical Evolution of the Runge-Lenz Vector, Astrophysical Journal, **334**, 517-526.

---

15. Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem, Belgrad, Königlich Serbische Akademie, 1941; Editions speciales, CXXXIII, Séction des Sciences Mathématiques et Naturelles 33, 1-633.

15a. Canon of Insolation and the Ice -age Problem. Transl. from German. - (Belgrad, Königlich Serbische Akademie, 1941; Special Publications Vol. 132). Jerusalem, Israel Program for Scientific Translations, 1969, 1-484.

1948

1. Wundt, W.: 1948, Uber die Krafte bei der bildung der Erdkruste, Experientia, **4**, 241.

1950

2. Budel, J.: 1950, Die Klimaphasen der Wurmeiszeit - (Beitrage zur Geomorphologie der Klimazonen und vorzeitklimate. 4., Naturwiissenschafften, **37**, 438.

1954

3. Jardetzky, W. S.: 1954, The principal characteristics of the formation of the Earth's crust, Science, **119**, 361.

1958

4. Landsberg, H. E.: 1958, Trends in Climatology, Science, **128**, 749.

1960

5. Eardley, A.J., Gvosdetsky, V.: 1960, Analysis ofd the pleistocene core from Great Salt Lake, Utah, Geological Society of America Bulletin, **71**, 1323.

1961

6. Jardetzky, W. S.: 1961, Investigations of Milankovitch and Quaternary Curve of effective Solar radiation, Annals of the New York Academy of Sciences, **95**, 418-423.

7. Karlstrom, T.: 1961, Glacial history of Alaska - Its bearing on palaeoclimatic theory, Annals of the New York Academy of Sciences, **95**, 290.

8. Zeuner, F. E.: 1961, Sequence of teraces of lower Thames and Radiation chronology, Annals of the New York Academy of Sciences, **95**, 377.

1962

9. Jardetzky, W. S.: 1962, Aperiodic pole shift and deformations of Earth crusts, Journal of Geophysical Research, **67**, 4461.

1963

10. Deutsch, E. R.: 1963, Polar wandering - A phantom event, American Journal of Science, **261**, 194.

1965

11. Havemann, H.: 1965, Kontinentenversciebung mit oder ohne polwanderung, Tectonophysics, **2**, 259.

12. Opik, E. J.: 1965, Climatic change in cosmic perspective, Icarus, **4**, 289.

1966

13. Opik, E. J.: 1966, More on climatic change, Icarus, **5**, 215.

14. van den Heuvel, E. P. J.: 1966, Ice shelf theory of Pleistocene glaciations, Nature, **210**, 363-365.

15. van den Heuvel, E. P. J.: 1966, On climatic change in cosmic perspective, Icarus, **5**, 214.

16. van den Heuvel, E. P. J.: 1966, On precession as a cause of Pleistocene variations of Atlantic ocean water temperature, Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, **11**, 323.

17. van den Heuvel, E. P. J.: 1966, On climatic change in cosmic perspective, Icarus, **5**, 218.

18. Wilson, A. T.: 1966, Variation in Solar insolation to South pole region as a trigger which induces instability in Antarctic ice sheet, Nature, **210**, 477.

1967

19. Kemp W. C., Eger, D. T.: 1967, Relationships among sequences with applications to geological data, Journal of Geophysical Research, **72**, 739-750.

1968

20. Emiliani, C.: 1968, Pleistocene epoch and evolution of man, Current Anthropology, **9**, 27.

1969

21. Mesolella, K. J., Matthews, R. K., Broecker, W. S., Thurber, D. L.: 1969, Astronomical theory of climatic change - Barbados data, Journal of Geology, **77**, 250-274.

22. Wilson, A. T.: 1969, Climati effects of large - scale surges of ice sheets, Canadian Journal of Earth Sciences, **6**, 911.

1970

23. Wesson, P. S.: 1970, Position against continental drift, Quaterly Journal of the Royal Astronomical Society, **11**, 312.

24. Landsber, H. E.: 1970, Man - made climatic changes, Science, **170**, 1265.

1972

25. Wetheral, R. T., Manabe, S.: 1972, Response of joint Ocean - atmosphere model to seasonal - variation of Solar - radiation, Monthly Weather Review, **100**, 42.

26. Mcinture, A., Ruddiman, W. F., Jantzen, K.: 1972, Southward penetrations of North Atlantic polar front - Faunal and floral evidence of large scale surface water mass movements over last 225,000 years, Deep Sea Research, **19**, 61.

1973

27. Landsber, H. E.: 1973, Influence of man on atmosphere, Recherche, **3**, 129.

28. Wayman, P. A.: 1973, Phenomenon of ice ages - Review of some contributions by Opik E. J., Irish Astronomical Journal, **10**, 63.

1974

29. Berggren, W. A., Vancouve, J. A.: 1974, Late neogene - Biostratigraphy, geochronology and palaeoclimatology of last 15 million years in marine and continental sequences, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **16**, 1.

1975

30. Landsber, H. E., Albert, J. M.: 1975, Some aspects of global climatic fluctuations, Archiv für Meteorologie Geophysik und Bioklimatologie, Series B - Climatology Environmental meteorology Radiation research, **23**, 165.

31. Berger, A.: 1975, Terrestrial insolation and elliptic integrals, Annales de la Société Scientifique de Bruxelles, **89**, 69-91.

1976

32. Suarez, M. J., Held, I.M.: 1976, Modeling climatic response to orbital parameter variations, Nature, **263**, 46.

33. Berger, A. L.: 1976, Obliquity and precession for last 5 000 000 years, Astronomy and Astrophysics, **51**, 127-135.

34. Mörner, N. A.: 1976, Eustasy and geoid changes, Journal of Geology, **84**, 123-151.

35. Hays, J. D., Imbrie, J., Shackleton, N.J.: 1976, Variations in Earths orbit peacemaker of ice ages, Science, **194**, 1121.

36. Wigley, T. M. L.: 1976, Spectral analysis and astronomical theory of climatic change, Nature, **264**, 629-631.

1977

37. Berger, A.: 1977, Long term variations of Earth orbital elements, Celestial Mechanics, **15**, 53.

38. Berger, A., 1977, Power and limitation of an energy - balance climate model as applied to astronomical theory of paleoclimates, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology **21**, 227-235.

39. Berger, A.: 1977, Support for astronomical theory of climatic change, Nature, **269**, 44.

1978

40. Ditbern, G. J., 1978, Climatic change - Volcanos, man - made polution and carbon - dioxide, IEEE Transactions on Geoscience electronics, **16**, 50.

41. Andrews, J. T., Barry, R.G., 1978, Glacial inception and disintegration during last glaciation, Annual Review on Earth and Planetary Sciences, **6**, 205.

42. Berger, A. L., 1978, Long term variations of caloric insolation resulting from Earth's orbital elements, Quaternary Research, **9**, 139-167.

43. Penner, S. S., 1978, Ist International Symposium: Space observations of long-term climatic changes - Introductory remarks on space observations of long - term climatic changes produced by escalating energy use, Acta Astronomica, **5**, 581.

44. Sclater, J. G., 1978, Marine Geosciences, in: Advances in Oceanography, General Symposium of the Joint Oceanographic Assembly, Edinburgh, Scotland, Sept. 13 - 24, 1976, eds. H. Charnock, G. Deacon, Plenum Press, New York, 307.

45. England, J., Bradley, R. S., 1978, Past glacial activity in Canadian high Arctic, Science, **200**, 265.

46. Berger, A. L.: 1978, Long term variations of daily insolation and quaternary climatic change, Journal of the Atmospheric Sciences, **35**, 2362-2367.

47. Willson, R. C., 1978, Accurate Solar constant determinations by cavity pirheliometers, Journal of Geophysical Research, **83**, 4003.

1979

48. Kominz, M. A., Heath, G. R., Ku, T. L., Pisias, N. G., 1979, Brunhes time scales and the interpretation of climatic change, Earth and Planetary Sciences Letters, **45**, 394.

49. Saltzman, B., 1979, Survey of statistical - dynamical models of the terrestrial climate, in: Advances in Geophysics, **20**, ed. B. Saltzman, Academic Press, New York, 183.

50. Sprigg, R. C., 1979, Stranded and submerged sea-beach systems of southeast south - Australian and Aeolian desert cycle, Sedimentary Geology, **22**, 53.

51. Cess, R. D., Wronka, J. C., 1979, Ice ages and the Milankovitch theory - Study of interactive climate feedback mechanisms, Telus, **31**, 185.

52. Hartmann, D. L., Short, D. A., 1979, Role of Zonal Asymmetries in Climate Change, Journal of the Atmospheric Sciiences, **36**, 519.

53. Suarez, M. J., Held, I. M., 1979, Sensitivity of an Energy-Balance Climate Model to Variations in the Orbital Parameters, Journal of Geophysical Research, **84**, 4825.

54. Pollack, J. B., 1979, Climatic Change on the Terrestrial Planets, Icarus, **37**, 479.

55. Bencmof, R., 1979, Simple Astronomical Theory of Climate, American Journal of Physics, **47**, 619.

56. Schneide, S. H., Thompson, S. L., 1979, Ice Ages and Orbital Variations - Some Simple Theory and Modelling, Quaternary Research **12**, 188.

1980

57. Briskin, M., Harrell, J.: 1980, Time-Series Analysis of the Pleistocene Deep-Sea Paleoclimatic Record, Marine Geology, **36**, 1-22.

58. Kopal, Z.: 1980, Ice Ages on the Earth and Their Astronomical Implications, Moon and the Planets, **23**, 253-258.

59. Ruddiman, W. F., Durazzi, J. T., Mcintyre, A., Nieblerhunt, V.: 1980, Oceanic Evidence for the Mechanism of Rapid Northern Hemisphere Glaciation, Quaternary Research, **13**, 33-64.

60. Bryson, R. A.:1980, An Experimental Deterministic Climate Model with Predictive Properties, Rivista di Meteorologia Aeronautica, **40**, 155-172.

61. Sergin, V. Y.: 1980, Origin and Mechanism of Large-Scale Climatic Oscillations, Science, **209**, 1477-1482.

62. Imbrie, J., Imbrie, J.Z.: 1980, Modeling the Climatic Response to Orbital Variations, Science, **207**, 943-953.

63. Pollard, D., Ingersoll, A.P., Lockwood, J.G.: 1980, Response of a Zonal Climate Ice-Sheet Model to the Orbital Perturbations During the Quaternary Ice Ages, Tellus, **32**, 301-319.

1981

64. Adem, J.: 1981, Numerical Experiments on Ice-Age Climates, Climatic Change, **3**, 155-171.

65. Molnar, G.: 1981, A Survey of Possible Effects of Long-Lasting Absence of Solar-Activity on Climate and Some Speculations on Possible Mechanisms, Climatic Change, **3**, 189-203.

66. Hoffert, M.I., Callegari, A.J., Hsieh, C.T., Ziegler, W.: 1981, Liquid Water on Mars - An Energy-Balance Climate Model for $CO_2 - H_2O$ Atmospheres, Icarus, **47**, 112-129.

67. Ghil, M., Letreut, H.: 1981, A Climate Model with Cryodynamics and Geodynamics, Journal of Geophysical Research-Oceans and Atmospheres, **86**, 5262-5270.

68. Kukla, G., Berger, A., Brown, J., Lotti, R.: 1981, Orbital Signature of Interglacialism, Nature, **290**, 295-300.

69. Ruddiman, W.F., Mcintyre, A.: 1981, The Mode and Mechanism of the Last Deglaciation - Oceanic Evidence, Quaternary Research, **16**, pp 125-134.

70. Birchfield, G. E., Lunde, A. T., Weertman, J.: 1981, A Paleoclimate Model of Northern Hemisphere Ice Sheets, Quaternary Research, **15**, 126-142.

71. Kutzbach, J. E.: 1981, Monsoon Climate of the Early Holocene - Climate Experiment with the Earths Orbital Parameters for 9000 Years Ago, Science, **214**, 59-61.

72. Ruddiman, W. F., Mcintyre, A.: 1981, Oceanic Mechanisms for Amplification of the 23,000-Year Ice-Volume Cycle, Science, **212**, 617-627.

73. Wigley, T.M.L.: 1981, Climate and Paleoclimate - What We Can Learn About Solar Luminosity Variations, Solar Physics, **74**, 436-471.

74. Ruddiman, W. F., Mcintyre, A.: 1981, The North-Atlantic Ocean During the Last Deglaciation, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **35**, 145-214.

75. North, G. R., Cahalan, R. F., Coakley, J. A.: 1981, Energy-Balance Climate Models, Reviews of Geophysics, **19**, 91-121.

1982

76. Parrish, J. T.: 1982, Upwelling and Petroleum Source Beds, with Reference to Paleozoic, AAPG Bulletin-American Association of Petroleum Geologists, **66**, 750-774.

77. Ruddiman, W. F., Mcintyre, A.: 1982, Severity and Speed of Northern Hemisphere Glaciation Pulses - The Limiting Case, Geological Society of America Bulletin, **93**, 1273-1279.

78. Imbrie, J.: 1982, Astronomical Theory of the Pleistocene Ice Ages - A Brief Historical Review, Icarus, **50**, 408-422.

79. Held, I. M.: 1982, Climate Models and the Astronomical Theory of the Ice Ages, Icarus, **50**, 449-461.

80. Birchfield, G. E., Weertman, J.: 1982, A Model Study of the Role of Variable Ice Albedo in the Climate Response of the Earth to Orbital Variations, Icarus, **50**, 462-472.

81. Bhattacharya, K., Ghil, M., Vulis, I.L.: 1982, Internal Variability of an Energy-Balance Model with Delayed Albedo Effects, Journal of the Atmospheric Sciences, **39**, 1747-1773.

82. Kutzbach, J. E., Ottobliesner, B. L.: 1982, The Sensitivity of the African-Asian Monsoonal Climate to Orbital Parameter Changes for 9000 Years Bp in a Low-Resolution General-Circulation Model, Journal of the Atmospheric Sciences, **39**, 1177-1188.

83. Birchfield, G. E., Lunde, A. T., Weertman, J.: 1982, A Model Study of the Role of High-Latitude Topography in the Climatic Response to Orbital Insolation Anomalies, Journal of the Atmospheric Sciences, **39**, 71-87.

84. Berger, A.: 1982, The Milankovitch Astronomical Theory of Paleoclimates - A Modern Review, Vistas in Astronomy, **24**, 103-122.

1983

85. Borisenkov, Y. P., Agaponov, S. V., Tsvetkov, A. V.: 1983, On Some Characteristics of Insolation Changes in the Past and the Future, Climatic Change, **5**, 237-244.

86. North, G. R., Mengel, J. G., Short, D. A.: 1983, Simple Energy-Balance Model Resolving the Seasons and the Continents - Application to the Astronomical Theory of the Ice Ages, Journal of Geophysical Research-Oceans and Atmospheres, **88**0, 6576-6586.

87. Rossignolstrick, M.: 1983, African Monsoons, an Immediate Climate Response to Orbital Insolation, Nature, **304**, 46-49.

88. Fillon, R. H., Williams, D. F.: 1983, Glacial Evolution of the Plio-Pleistocene - Role of Continental and Arctic Ocean Ice Sheets, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **42**, 7-33.

89. Denton, G. H., Hughes, T. J.: 1983, Milankovitch Theory of Ice Ages - Hypothesis of Ice-Sheet Linkage Between Regional Insolation and Global Climate, Quaternary Research, **20**, 125-144.

90. Crowley, T. J.: 1983, The Geologic Record of Climatic-Change, Reviews of Geophysics, **21**, 828-877.

91. Birchfield, G. E., Wertman, J.: 1983, Topography, Albedo-Temperature Feedback, and Climate Sensitivity, Science, **219**, 284-285.

1984

92. Ruddiman, W. F., Mcintyre, A.: 1984, Ice-Age Thermal Response and Climatic Role of the Surface Atlantic-Ocean, 40-Degrees-N to 63-Degrees-N, Geological Society of America Bulletin, **95**, pp 381-396.

93. Ohmura, A.: 1984, On the Cause of Fram Type Seasonal Change in Diurnal Amplitude of Air-Temperature in Polar-Regions, Journal of Climatology, **4**, 325-338.

94. Boyd, R. F., Clark, D. L., Jones, G., Mcintyre, A., Pisias, N.G., Ruddiman, W. F.: 1984, Central Arctic Ocean Response to Pleistocene Earth- Orbital Variations, Quaternary Research, **22**, 121-128.

95. *** : 1984, The Last Interglacial Ocean, Quaternary Research, **21**, 123-224.

96. Mix, A.C., Ruddiman, W.F.: 1984, Oxygen-Isotope Analyses and Pleistocene Ice Volumes, Quaternary Research, **21**, 1-20.

97. Peixoto, J. P., Oort, A.H.: 1984, Physics of Climate, Reviews of Modern Physics, **56**, 365-429.

98. Watts, R.G., Hayder, E.: 1984, A Two-Dimensional, Seasonal, Energy-Balance Climate Model with Continents and Ice Sheets - Testing the Milankovitch Theory, Tellus Series A-Dynamic Meteorology and Oceanography, **36**, 120-131.

1985

99. Kutzbach, J. E.: 1985, Modeling of Paleoclimates, Advances in Geophysics, **28**, 159-196.

100. Hyde, W.T., Peltier, W.R.: 1985, Sensitivity Experiments with a Model of the Ice-Age Cycle - The Response to Harmonic Forcing, Journal of the Atmospheric Sciences, **42**, 2170-2188.

101. Manabe, S., Broccoli, A.J.: 1985, The Influence of Continental Ice Sheets on the Climate of an Ice-Age, Journal of Geophysical Research-Atmospheres, **90**, 2167-2190.

102. West, R.G.: 1985, Climatic-Change in the Quaternary - Evidence and Ideas, Journal of the Geological Society, **142**, 413-416.

103. North, G.R., Crowley, T.J.: 1985, Application of a Seasonal Climate Model to Cenozoic Glaciation, Journal of the Geological Society, **142**, 475-482.

104. Goodwin, P. W., Anderson, E. J.: 1985, Punctuated Aggradational Cycles - A General Hypothesis of Episodic Stratigraphic Accumulation, Journal of Geology, **93**, 515-533.

105. Rossignolstrick, M.: 1985, Mediterranean Quaternary Sapropels, an Immediate Response of the African Monsoon to Variation of Insolation, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **49**, 237-263.

106. Janecek, T. R., Rea, D.K.: 1985, Quaternary Fluctuations in the Northern Hemisphere Trade Winds and Westerlies, Quaternary Research, **24**, 150-163.

107. Ruddiman, W.F., Duplessy, J. C.: 1985, Conference on the Last Deglaciation - Timing and Mechanism, Quaternary Research, **23**, pp 1-17.

108. Bowman, K. P.: 1985, Sensitivity of an Energy-Balance Climate Model with Predicted Snowfall Rates, Tellus Series A-Dynamic Meteorology and Oceanography, **37**, 233-248.

109. Yevjevich, V., Harmancioglu, N. B.: 1985, Past and Future of Analysis of Water-Resources Time-Series, Water Resources Bulletin, **21**, pp 625-633.

1986

110. Ruddiman, W.F., Mcintyre, A., Raymo, M.: 1986, Matuyama 41,000-Year Cycles - North-Atlantic Ocean and Northern Hemisphere Ice Sheets, Earth and Planetary Science Letters, **80**, 117-129.

111. Loubere, P., Moss, K.: 1986, Late Pliocene Climatic-Change and the Onset of Northern Hemisphere Glaciation As Recorded in the Northeast Atlantic-Ocean, Geological Society of America Bulletin, **97**, pp 818-828.

112. Kutzbach, J. E., Guetter, P. J.: 1986, The Influence of Changing Orbital Parameters and Surface Boundary-Conditions on Climate Simulations for the Past 18000 Years, Journal of the Atmospheric Sciences, **43**, 1726-1759.

113. Duplessy, J. C., Arnold, M., Bard, E., Duprat, J., Maurice, P., Moyes, J.: 1986, Direct Dating of the Oxygen-Isotope Record of the Last Deglaciation by C-14 Accelerator Mass-Spectrometry, Nature, **320**, 350-352.

114. Brassell, S. C., Eglinton, G., Marlowe, I. T., Pflaumann, U., Sarnthein, M.: 1986, Molecular Stratigraphy - A New Tool for Climatic Assessment, Nature, **320**, 129-133.

115. Mix, A. C., Ruddiman, W. F.: 1986, Structure and Timing of the Last Deglaciation - Oxygen - Isotope Evidence, Quaternary Science Reviews, **4**, 59-108.

116. Bryson, R. A., Goodman, B. M.: 1986, Milankovitch and Global Ice Volume Simulation, Theoretical and Applied Climatology, **37**, 22-28.

117. Fischer, A. G.: 1986, Climatic Rhythms Recorded in Strata, Annual Review of Earth and Planetary Sciences, **14**, 351-376.

1987

118. Edwards, R. L., Chen, J. H., Wasserburg, G. J.: 1987, U-238-U-234-Th-230-Th-232 Systematics and the Precise Measurement of Time over the Past 500000 Years, Earth and Planetary Science Letters, **81**, 175-192.

119. Hyde, W. T., Peltier, W. R.: 1987, Sensitivity Experiments with a Model of the Ice-Age Cycle - The Response to Milankovitch Forcing, Journal of the Atmospheric Sciences, **44**, 1351-1374.

120. Genthon, C., Barkov, N. I., Barnola, J. M., Jouzel, J., Korotkevich, Y. S., Kotlyakov, V. M., Lorius, C., Raynaud, D.: 1987, Vostok Ice Core - Climatic Response to CO_2 and Orbital Forcing Changes over the Last Climatic Cycle, Nature, **329**, 414-418.

121. Martinson, D. G., Hays, J. D., Imbrie, J., Moore, T. C., Pisias, N. G., Shackleton, N. J.: 1987, Age Dating and the Orbital Theory of the Ice Ages - Development of a High-Resolution-0 to 300,000-Year Chronostratigraphy, Quaternary Research, **27**, 1-29.

122. Edwards, R. L., Chen, J. H., Ku, T. L., Wasserburg, G. J.: 1987, Precise Timing of the Last Period from Mass - Spectrometric Determination of Th-230 in Corals, Science, **236**, pp 1547-1553.

123. Mix, A. C.: 1987, Hundred-Kiloyear Cycle Queried, Nature, **327**, pp 370-370.

124. Stothers, R. B.: 1987, Beat Relationships Between Orbital Periodicities in Insolation Theory, Journal of the Atmospheric Sciences, **44**, pp 1875-1876.

125. Burton, R., Kendall, C. G. S. C., Lerche, I.: 1987, Out of Our Depth - On the Impossibility of Fathoming Eustasy from the Stratigraphic Record, Earth-Science Reviews, **24**, 237-277.

126. Foucault, A., Powichrowski, L., Prudhomme, A.: 1987, Astronomical Control of Turbiditic Sedimentation - The Case of Helminthoid Flysch (Maastrichtian, Ligurian Alps, Italy), Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Serie II - Mecanique Physique Chimie Sciences de l'Univers Sciences de la Terre, **305**, 1007-1011.

127. Dewever, P.: 1987, Ribbon Radiolarites and Variation of Earth Rotation, Bulletin de la Societe Geologique de France, **3**, 957-960.

128. Harrington, J. B.: 1987, Climatic-Change - A Review of Causes, Canadian Journal of Forest Research-Journal Canadien de la Recherche Forestiere, **17**, 1313-1339.

129. Tiwari, R. K.: 1987, A Walsh Spectral Comparison of Oxygen (Delta-18-O) and Carbon Isotope (Delta-13-C) Variations of the Pleistocene Bore Hole (Eureka 67-135) from the Gulf-of-Mexico and Their Orbital Significance, Marine Geology, **78**, 167-174.

1988

130. Harvey, L. D. D.: 1988, On the Role of High-Latitude Ice, Snow, and Vegetation Feedbacks in the Climatic Response to External Forcing Changes, Climatic Change, **13**, 191-224.

131. Bryson, R. A.: 1988, Civilization and Rapid Climatic-Change, Environmental Conservation, **15**, 7-15.

132. Neeman, B. U., Ohring, G., Joseph, J. H.: 1988, The Milankovitch Theory and Climate Sensitivity .1. Equilibrium Climate Model Solutions for the Present Surface Conditions, Journal of Geophysical Research-Atmospheres, **93**, 1153-1174.

133. Neeman, B. U., Ohring, G., Joseph, J. H.: 1988, A Vertically Integrated Snow Ice Model over Land Sea for Climate Models .2. Impact on Orbital Change Experiments, Journal of Geophysical Research-Atmospheres, **93**, 3677-3695.

134. Algeo, T. J., Wilkinson, B. H.: 1988, Periodicity of Mesoscale Phanerozoic Sedimentary Cycles and the Role of Milankovitch Orbital Modulation, Journal of Geology, **96**, 313-322.

135. Mckenna, T. E., Williams, D. F., Full, W. E., Lerche, I.: 1988, Quantitative Techniques in Isotope Chronostratigraphy, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **64**, 241-264.

136. Ruddiman, W. F., Raymo, M. E.: 1988, Northern Hemisphere Climate Regimes During the Past 3-Ma - Possible Tectonic Connections, Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences, **318**, 411-430.

137. Lister, G. S.: 1988, A 15,000-Year Isotopic Record from Lake Zurich of Deglaciation and Climatic-Change in Switzerland, Quaternary Research, **29**, 129-141.

138. Kutzbach, J. E.: 1988, Climatic Changes of the Last 18,000 Years - Observations and Model Simulations, Science, **241**, 1043-1052.

139. Strasser, A.: 1988, Shallowing-Upward Sequences in Purbeckian Peritidal Carbonates (Lowermost Cretaceous, Swand French Jura Mountains), Sedimentology, **35**, 369-383.

140. Hengeveld, R.: 1988, Mayr Ecological Species Criterion, Systematic Zoology, **37**, 47-55.

141. Berger, A.: 1988, Milankovitch Theory and Climate, Reviews of Geophysics, **26**, 624-657.

1989

142. Fairbanks, R. G.: 1989, A 17,000-Year Glacio-Eustatic Sea-Level Record - Influence of Glacial Melting Rates on the Younger Dryas Event and Deep-Ocean Circulation, Nature, **342**, 637-642.

143. Poulianos, N. A.: 1989, Petralona Cave Within Lower Middle Pleistocene Sites, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **73**, pp 287-294.

144. Fichefet, T., Gallee, H., Berger, A., Marsiat, I., Tricot, C.: 1989, Climate Studies with a Coupled Atmosphere-Upper-Ocean-Ice-Sheet Model, Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series A-Mathematical and Physical Sciences, **329**, 249-261.

145. Bryson, R. A.: 1989, Will There Be a Global Greenhouse Warming, Environmental Conservation, **16**, 97-99.

146. Berger, A., Loutre, M. F., Dehant, V.: 1989, Pre-Quaternary Milankovitch Frequencies, Nature, **342**, 133-133.

147. Torbett, M. V.: 1989, Solar-System and Galactic Influences on the Stability of the Earth, Global and Planetary Change, **75**, 3-33.

148. Beget, J. E., Hawkins, D. B.: 1989, Influence of Orbital Parameters on Pleistocene Loess Deposition in Central Alaska, Nature, **337**, pp 151-153.

149. Bryson, R. A.: 1989, Late Quaternary Volcanic Modulation of Milankovitch Climate Forcing, Theoretical and Applied Climatology, **39**, pp 115-125.

150. Ruddiman, W. F., Kutzbach, J. E.: 1989, Forcing of Late Cenozoic Northern Hemisphere Climate by Plateau Uplift in Southern Asia and the American West, Journal of Geophysical Research-Atmospheres, **94**, 8409-8427.

151. Johnson, D. R.: 1989, The Forcing and Maintenance of Global Monsoonal Circulations - An Isentropic Analysis, Advances in Geophysics, **31**, 43-316.

1990

152. Posmentier, E. S.: 1990, Periodic, Quasi-Periodic, and Chaotic Behavior in a Nonlinear Toy Climate Model, Annales Geophysicae-Atmospheres Hydrospheres and Space Sciences, **8**, 781-790.

153. Berger, A., Gallee, H., Fichefet, T., Marsiat, I., Tricot, C.: 1990, Testing the Astronomical Theory with a Coupled Climate Ice-Sheet Model, Global and Planetary Change, **89**, 125-141.

154. Broecker, W. S., Denton, G. H.: 1990, The Role of Ocean-Atmosphere Reorganizations in Glacial Cycles, Quaternary Science Reviews, **9**, 305-341.

155. Burchell, M. T., Stefani, M., Masetti, D.: 1990, Cyclic Sedimentation in the Southern Alpine Rhaetic - The Importance of Climate and Eustasy in Controlling Platform-Basin Interactions, Sedimentology, **37**, pp 795-815.

156. Lezine, A. M., Casanova, J., Hillairemarcel, C.: 1990, Across an Early Holocene Humid Phase in Western Sahara - Pollen and Isotope Stratigraphy, Geology, **18**, 264-267.

157. Delaeter, J. R.: 1990, Mass-Spectrometry in Cosmochemistry, Mass Spectrometry Reviews, **9**, 453-497.

1991

158. Vidic, N., Pavich, M., Lobnik, F.: 1991, Statistical-Analyses of Soil Properties on a Quaternary Terrace Sequence in the Upper Sava River Valley, Slovenia, Yugoslavia, Geoderma, **51**, 189-211.

159. Yiou, P., Genthon, C., Ghil, M., Jouzel, J., Letreut, H., Barnola, J. M., Lorius, C., Korotkevitch, Y. N.: 1991, High-Frequency Paleovariability in Climate and CO_2 Levels from Vostok Ice Core Records, Journal of Geophysical Research-Solid Earth, **96**, pp 365-378.

160. Cerveny, R. S.: 1991, Orbital Signals in the Diurnal Cycle of Radiation, Journal of Geophysical Research-Atmospheres, **96**, pp 7209-7215.

161. Neumann, T., Stuben, D.: 1991, Detailed Geochemical Study and Growth History of Some Ferromanganese Crusts from the Tuamotu Archipelago, Marine Mining, **10**, 29-48.

162. Ruddiman, W. F.: 1991, Notes on Long-Term Forcing of Arctic Climate, Norsk Geologisk Tidsskrift, **71**, 167-168.

163. Jansa, L. F.: 1991, Processes Affecting Paleogeography, with Examples from the Tethys, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **87**, 345-371.

164. Berger, A., Loutre, M. F.: 1991, Insolation Values for the Climate of the Last 10000000 Years, Quaternary Science Reviews, **10**, pp 297-317.

165. Schoonmaker, P. K., Foster, D. R.: 1991, Some Implications of Paleoecology for Contemporary Ecology, Botanical Review, **57**, pp 204-245.

166. Borer, J. M., Harris, P. M.: 1991, Lithofacies and Cyclicity of the Yates Formation, Permian Basin - Implications for Reservoir Heterogeneity, AAPG Bulletin-American Association of Petroleum Geologists, **75**, 726-779.

167. Budd, W. F.: 1991, Antarctica and Global Change, Climatic Change, **18**, 271-299.

168. Chen, J. H., Curran, H. A., White, B., Wasserburg, G. J.: 1991, Precise Chronology of the Last Period - U - 234-Th-230 Data from Fossil Coral Reefs in the Bahamas, Geological Society of America Bulletin, **103**, 82-97.

169. Kashiwaya, K., Fukuyama, K., Yamamoto, A.: 1991, Time-Variation in Coarse Materials from Lake Bottom Sediments and Secular Paleoclimatic Change, Geophysical Research Letters, **18**, 1245-1248.

170. Maltezou, F., Anderson, R. N.: 1991, Milankovitch Cycles in Electrical-Resistivity Logs from the Toa-Baja Scientific Drillhole, Puerto-Rico, Geophysical Research Letters, **18**, 517-520.

171. Tushingham, A. M., Peltier, W. R.: 1991, Ice-3G - A New Global-Model of Late Pleistocene Deglaciation Based upon Geophysical Predictions of Postglacial Relative Sea-Level Change, Journal of Geophysical Research-Solid Earth and Planets, **96**, 4497-4523.

172. Gallee, H., Vanypersele, J. P., Fichefet, T., Tricot, C., Berger, A.: 1991, Simulation of the Last Glacial Cycle by a Coupled, Sectorially Averaged Climate-Ice Sheet Model .1. The Climate Model, Journal of Geophysical Research-Atmospheres, **96**, 3139-3161.

173. Deblonde, G., Peltier, W. R.: 1991, Simulations of Continental Ice-Sheet Growth over the Last Glacial-Cycle - Experiments with a One-Level Seasonal Energy-Balance Model Including Realistic Geography, Journal of Geophysical Research-Atmospheres, **96**, pp 9189-9215.

174. Short, D. A., Mengel, J. G., Crowley, T. J., Hyde, W. T., North, G. R.: 1991, Filtering of Milankovitch Cycles by Earths Geography, Quaternary Research, **35**, 157-173.

175. Kashiwaya, K., Atkinson, T. C., Smart, P. L.: 1991, Periodic Variations in Late Pleistocene Speleothem Abundance in Britain, Quaternary Research, **35**, 190-196.

176. Carpentier, B., Gely, J. P., Huc, A. Y., Durand, B., Blancvalleron, M. M., Ansart, M.: 1991, Use of Organic-Carbon Content as a Chronostratigraphic Tool, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **88**, 231-237.

1992

177. Berger, A., Fichefet, T., Gallee, H., Tricot, C., Vanypersele, J. P.: 1992, Entering the Glaciation with a 2-D Coupled Climate Model, Quaternary Science Reviews, **11**, 481-493.

178. Warren, C. R.: 1992, Iceberg Calving and the Glacioclimatic Record, Progress in Physical Geography, **16**, 253-282.

179. Carpentier, B., Gely, J. P., Blancvalleron, M. M., Huc, A. Y.: 1992, Simulation of Sedimentation in an Evaporitic Basin at Water Level Under Eustatic Influence - Application to the Paleogene Mulhouse Basin (Alsace, France), Revue de l'Institut Francais du Petrole, **47**, pp 559-585.

180. Cibaj, I., Thorez, J., Guillocheau, F., Mansy, J. L., Tessier, B., Chamley, H.: 1992, Facies Distribution and High-Resolution Sequence Architecture of a Storm Dominated Platform in the Devonian of Ardenne (Northern France), Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Serie II- Mecanique Physique Chimie Sciences de la Terre et de l'Univers, **314**, 1065-1070.

181. Berger, A., Loutre, M. F.: 1992, Astronomical Solutions for Paleoclimate Studies over the Last 3 Million Years, Earth and Planetary Science Letters, **111**, 369-382.

182. Dypvik, H.: 1992, Sedimentary Rhythms in the Jurassic and Cretaceous of Svalbard, Geological Magazine, **129**, 93-99.

183. Liu, H. S.: 1992, Frequency Variations of the Earths Obliquity and the 100- Kyr Ice-Age Cycles, Nature, **358**, 397-399.

184. Pelto, M. S.: 1992, Equilibrium Line Altitude Variations with Latitude, Today and During the Late Wisconsin, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **95**, 41-46.

185. Erba, E., Castradori, D., Guasti, G., Ripepe, M.: 1992, Calcareous Nannofossils and Milankovitch Cycles - The Example of the Albian Gault Clay Formation (Southern England), Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **93**, 47-69.

186. Berger, A., Loutre, M. F., Laskar, J.: 1992, Stability of the Astronomical Frequencies over the Earths History for Paleoclimate Studies, Science, **255**, 560-566.

187. Strasser, A., Strohmenger, C., Davaud, E., Bach, A.: 1992, Sequential Evolution and Diagenesis of Pleistocene Coral Reefs (South Sinai, Egypt), Sedimentary Geology, **78**, 59-79.

188. Lehouerou, H. N.: 1992, Outline of the Biological History of the Sahara, Journal of Arid Environments, **22**, 3-30.

189. Berger, A. L.: 1992, Astronomical Theory of Paleoclimates and the Last Glacial-Interglacial Cycle, Quaternary Science Reviews, **11**, 571-581.

190. Foucault, A.: 1992, Sedimentary Record of Orbital Cycles, Methodology, Results and Perspectives, Bulletin de la Societe Geologique de France, **163**, 325-335.

191. Nazarov, V. I.: 1992, The Response of Entomofauna of the Last Glaciation to the Insolation Rate, Doklady Akademii Nauk Belarusi, **36**, 450-452 .

192. Stocker, T. F., Wright, D. G., Mysak, L. A.: 1992, A Zonally Averaged, Coupled Ocean Atmosphere Model for Paleoclimate Studies, Journal of Climate, **5**, 773-797.

193. Stocker, T. F., Wright, D. G., Mysak, L. A.: 1992, A Zonally Averaged, Coupled Ocean Atmosphere Model for Paleoclimate Studies, Journal of Climate, **5**, 773-797.

1993

194. Kaczmarska, I., Barbrick, N. E., Ehrman, J. M., Cant, G. P.: 1993, Eucampia Index as an Indicator of the Late Pleistocene Oscillations of the Winter Sea-Ice Extent at the ODP Leg 119 Site 745B at the Kerguelen Plateau, Hydrobiologia, **269**, pp 103-112.

195. Li, Y. Y., Lerche, I., Perlmutter, M. A.: 1993, Global Cyclostratigraphy - A Model of Carbonate Growth-Patterns, Marine and Petroleum Geology, **10**, 620-631.

196. Strohmenger, C., Strasser, A.: 1993, Eustatic Controls on the Depositional Evolution of Upper Tithonian and Berriasian Deep-Water Carbonates (Vocontian Trough, Se France), Bulletin des Centres de Recherches Exploration - Production Elf Aquitaine, **17**, 183-203.

197. Zhu, Z. R., Wyrwoll, K. H., Collins, L. B., Chen, J. H., Wasserburg, G. J., Eisenhauer, A.: 1993, High-Precision U-Series Dating of Last Interglacial Events by Mass-Spectrometry - Houtman-Abrolhos Islands, Western-Australia, Earth and Planetary Science Letters, **118**, 281-293.

198. Stein, M., Wasserburg, G. J., Aharon, P., Chen, J. H., Zhu, Z. R., Bloom, A., Chappell, J.: 1993, Tims U-Series Dating and Stable Isotopes of the Last Interglacial Event in Papua-New-Guinea, Geochimica et Cosmochimica Acta, **57**, 2541-2554.

199. Berger, A., Loutre, M. F., Tricot, C.: 1993, Insolation and Earths Orbital Periods, Journal of Geophysical Research-Atmospheres, **98**, 10341-10362.

200. Berger, A., Gallee, H., Tricot, C.: 1993, Glaciation and Deglaciation Mechanisms in a Coupled 2 - Dimensional Climate-Ice-Sheet Model, Journal of Glaciology, **39**, 45-49.

201. Jacobs, D. K., Sahagian, D. L.: 1993, Climate-Induced Fluctuations in Sea-Level During Non-Glacial Times, Nature, **361**, 710-712.

202. Grassl, H., Mikolajewicz, U., Bakan, S.: 1993, Modeling of Anthropogenic and Natural Climate Changes, Naturwissenschaften, **80**, 247-257.

203. Herterich, K., Berger, A.: 1993, Modeling the Last Ice-Age Cycle with 2-D Climate Models, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **103**, 107-116.

204. Hooghiemstra, H., Melice, J. L., Berger, A., Shackleton, N. J.: 1993, Frequency-Spectra and Paleoclimatic Variability of the High-Resolution 30-1450-KA Funza I Pollen Record (Eastern Cordillera, Colombia), Quaternary Science Reviews, **12**, 141-156.

205. Edwards, R. L., Gallup, C. D.: 1993, Dating of the Devils Hole Calcite Vein, Science, **259**, 1626-1626.

206. Klug, B.: 1993, Cyclic Facies Architecture as a Key to Depositional Controls in a Distal Foredeep - Campanian Mesaverde Group, Wyoming, USA, Geologische Rundschau, **82**, 306-326.

207. Liang, C. M., Friedman, G. M., Zheng, Z. C.: 1993, Carbonate Storm Deposits (Tempestites) of Middle to Upper Cambrian Age in the Helan Mountains, Northwest China, Carbonates and Evaporites, **8**, 181-190.

208. Hofmann, P., Leythaeuser, D., Carpentier, B.: 1993, Paleoclimate Controlled Accumulation of Organic-Matter in Oligocene Evaporite Sediments of the Mulhouse Basin, Organic Geochemistry, **20**, 1125-1138.

209. Ito, T., Kumazawa, M., Hamano, Y., Matsui, T., Masuda, K.: 1993, Long-Term Evolution of the Solar Insolation Variation over 4Ga, Proceedings of the Japan Academy Series B-Physical and Biological Sciences, **69**, 233-237.

210. Goslar, T., Kuc, T., Ralskajasiewiczowa, M., Rozanski, K., Arnold, M., Bard, E., Vangeel, B., Pazdur, M. F., Szeroczynska, K., Wicik, B., Wieckowski, K., Walanus, A.: 1993, High-Resolution Lacustrine Record of the Late-Glacial Holocene Transition in Central-Europe, Quaternary Science Reviews, **12**, pp 287-294.

211. Xu, T. C., Liu, T. S.: 1993, Implication of the Magnetic-Susceptibility Curve from the Chinese Loess Profile at Xifeng, Quaternary Science Reviews, **12**, 249-254.

212. Wilmot, R. D.: 1993, The Treatment of Climate-Driven Environmental-Change and Associated Uncertainty in Post-Closure Assessments, Reliability Engineering and System Safety, **42**, 181-200.

1994

213. Franzen, L. G.: 1994, Are Wetlands the Key to the Ice-Age Cycle Enigma, Ambio, **23**, 300-308.

214. Yiou, P., Ghil, M., Jouzel, J., Paillard, D., Vautard, R.: 1994, Nonlinear Variability of the Climatic System from Singular and Power Spectra of Late Quaternary Records, Climate Dynamics, **9**, 371-389.

215. Mclean, D. J., Mountjoy, E. W.: 1994, Allocyclic Control on Late Devonian Buildup Development, Southern Canadian Rocky-Mountains, Journal of Sedimentary Research Section B-Stratigraphy and Global Studies, **64**, 326-340.

216. Debenay, J. P., Pages, J., Guillou, J. J.: 1994, Transformation of a Subtropical River into a Hyperhaline Estuary - The Casamance River (Senegal) - Paleogeographic Implications, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, **107**, 103-119.

217. Ding, Z., Yu, Z., Rutter, N. W., Liu, T.: 1994, Towards an Orbital Time-Scale for Chinese Loess Deposits, Quaternary Science Reviews, **13**, 39-70.

218. Muhs, D. R., Kennedy, G. L., Rockwell, T. K.: 1994, Uranium-Series Ages of Marine Terrace Corals from the Pacific Coast of North-America and Implications for Last-Interglacial Sea-Level History, Quaternary Research, **42**, 72-87.

219. Sturchio, N. C., Pierce, K. L., Murrell, M. T. Sorey, M. L.: 1994, Uranium-Series Ages of Travertines and Timing of the Last Glaciation in the Northern Yellowstone Area, Wyoming-Montana, Quaternary Research, **41**, 265-277.

220. Gallup, C. D., Edwards, R. L., Johnson, R. G.: 1994, The Timing of High Sea Levels over the Past 200,000 Years, Science, **263**, 796-800.

221. Rubincam, D. P.: 1994, Insolation in Terms of Earth Orbital Parameters, Theoretical and Applied Climatology, **48**, 195-202.

222. Mcelroy, M. B.: 1994, Climate of the Earth - An Overview, Environmental Pollution, **83**, 3-21.

223. Rea, D. K.: 1994, The Paleoclimatic Record Provided by Eolian Deposition in the Deep-Sea - The Geologic History of Wind, Reviews of Geophysics, **32**, 159-195.

224. Pittet, B.: 1994, A Model for the Estimation of Subsidence and Sea-Level Variations - An Example of the Oxfordian of the Sw Jura, Eclogae Geologicae Helvetiae, **87**, 513-543.

225. Mayer, H.: 1994, Cyclostratigraphic Calibration of Cretaceous Magnetic Polarity Events (Cismon, Southern Alps, Italy), Mathematical Geology, **26**, 783-798.

1995

226. Dykman, M. I., Luchinsky, D. G., Mannella, R., Mcclintock, P. V. E., Stein, N. D., Stocks, N. G.: 1995, Stochastic Resonance in Perspective, Nuovo Cimento della Societa Italiana di Fisica D - Condensed Matter Atomic Molecular and Chemical Physics Fluids Plasmas Biophysics, **17**, 661-683.

227. Baliunas, S., Soon, W.: 1995, Are Variations in the Length of the Activity Cycle - Related to Changes in Brightness in Solar-Type Stars, Astrophysical Journal, **450**, 896-901.

228. Evans, S. P., Trevisan, M.: 1995, A Soil Water-Balance Bucket Model for Paleoclimatic Purposes .1. Model Structure and Validation, Ecological Modelling, **82**, 109-129.

229. Sheppard, M. I., Amiro, B. D., Davis, P. A., Zach, R.: 1995, Continental-Glaciation and Nuclear-Fuel Waste-Disposal - Canada Approach and Assessment of the Impact on Nuclide Transport Through the Biosphere, Ecological Modelling, **78**, 249-265.

230. Ledley, T. S.: 1995, Summer Solstice Solar-Radiation, the 100 Kyr Ice-Age Cycle, and the Next Ice-Age, Geophysical Research Letters, **22**, 2745-2748.

231. Rial, J. A.: 1995, On the Origin of the Long-Period Sawtooth Shape of the Late Pleistocene Paleoclimate Records - The First Derivative of the Earths Orbital Eccentricity, Geophysical Research Letters, **22**, 1997-2000.

232. Dong, B. W., Valdes, P. J.: 1995, Sensitivity Studies of Northern-Hemisphere Glaciation Using an Atmospheric General-Circulation Model, Journal of Climate, **8**, 2471-2496.

233. Nigam, R., Nair, R. R.: 1995, Foraminiferal Evidences for 77-Year Cycles of Droughts in India and Its Possible Modulation by the Gleissberg Solar-Cycle, Journal of Coastal Research, **11**, 1099-1107.

234. Ito, T., Masuda, K., Hamano, Y., Matsui, T.: 1995, Climate Friction - A Possible Cause for Secular Drift of Earths Obliquity, Journal of Geophysical Research-Solid Earth, **100**, 15147-15161.

235. Matthewson, A. P., Shimmield, G. B., Kroon, D., Fallick, A. E.: 1995, A 300-Kyr High-Resolution Aridity Record of the North-African Continent, Paleoceanography, **10**, 677-692.

236. Ding, Z. L., Liu, T. S., Rutter, N. W., Yu, Z. W., Guo, Z. T., Zhu, R. X.: 1995, Ice-Volume Forcing of East-Asian Winter Monsoon Variations in the Past 800,000 Years, Quaternary Research, **44**, 149-159.

237. Price, G.D., Sellwood, B.W., Valdes, P.J.: 1995, Sedimentological Evaluation of General-Circulation Model Simulations for the Greenhouse Earth - Cretaceous and Jurassic, Sedimentary Geology, **100**, 159-180.

238. Emiliani, C.: 1995, 2 Revolutions in the Earth-Sciences, Terra Nova, **7**, 587-597.

239. Sicre, M.A., Ternois, Y.: 1995, Long-Chain Unsaturated-Ketones - Indicators of Temperature and Dissolved CO2 in Oceans in the Past, Analysis, **23**, 369-372.

1996

240. Yiou, P., Baert, E., Loutre, M.F.: 1996, Spectral-Analysis of Climate Data, Surveys in Geophysics, **17**, pp 619-663.

241. Berger, A., Gallee, H., Li, X.S., Dutrieux, A., Loutre, M.F.: 1996, Ice-Sheet Growth and High-Latitudes Sea-Surface Temperature, Climate Dynamics, **12**, 441-448.

242. Mundil, R., Brack, P., Meier, M., Rieber, H., Oberli, F.: 1996, High-Resolution U-Pb Dating of Middle Triassic Volcaniclastics - Time-Scale Calibration and Verification of Tuning Parameters for Carbonate Sedimentation, Earth and Planetary Science Letters, **141**, 137-151.

243. Mcculloch, M., Mortimer, G., Esat, T., Li, X.H., Pillans, B., Chappell, J.: 1996, High-Resolution Windows into Early Holocene Climate - Sr/Ca Coral Records from the Huon Peninsula, Earth and Planetary Science Letters, **138**, 169-178.

244. Barmatthews, M., Ayalon, A., Matthews, A., Sass, E., Halicz, L.: 1996, Carbon and Oxygen-Isotope Study of the Active Water-Carbonate System in a Karstic Mediterranean Cave - Implications for Paleoclimate Research in Semiarid Regions, Geochimica et Cosmochimica Acta, **60**, 337-347.

245. Eisenhauer, A., Zhu, Z.R., Collins, L.B., Wyrwoll, K.W., Eichstatter, R.: 1996, The Last Interglacial Sea-Level Change - New Evidence from the Abrolhos Islands, West Australia, Geologische Rundschau, **85**, 606-614.

246. Ludwig, K.R., Muhs, D.R., Simmons, K.R., Halley, R.B., Shinn, E.A.: 1996, Sea-Level Records at Similar-to-80 KA from Tectonically Stable Platforms - Florida and Bermuda, Geology, **24**, 211-214.

247. Dargenio, B., Iorio, M., Tarling, D.H.: 1996, Periodicity of Magnetic Intensities in Magnetic Anomaly Profiles - The Cenozoic of the South-Atlantic, Geophysical Journal International, **127**, 141-155.

248. Bard, E., Jouannic, C., Hamelin, B., Pirazzoli, P., Arnold, M., Faure, G., Sumosusastro, P., Syaefudin: 1996, Pleistocene Sea Levels and Tectonic Uplift Based on Dating of Corals from Sumba Island, Indonesia, Geophysical Research Letters, **23**, 1473-1476.

249. Sakai, K., Peltier, W.R.: 1996, A Multibasin Reduced Model of the Global Thermohaline Circulation - Paleoceanographic Analyses of the Origins of Ice-Age Climate Variability, Journal of Geophysical Research-Oceans, **101**, 22535-22562.

250. Strohmenger, C., Voigt, E., Zimdars, J.: 1996, Sequence Stratigraphy and Cyclic Development of Basal Zechstein Carbonate-Evaporite Deposits with Emphasis on Zechstein-2 Off-Platform Carbonates (Upper Permian, Northeast Germany), Sedimentary Geology, **102**, 33-54.

251. Gasperini, M., Chierici, F.: 1996, The Eotvos Force Revisited, Terra Nova, **8**, 356-360.

252. Berger, A.: 1996, Insolation in Terms of Earths Orbital Parameters - Comment, Theoretical and Applied Climatology, **53**, 253-255.

253. Berger, A., Loutre, M.F.: 1996, Modeling the Climate Response to Astronomical and CO_2 Forcings, Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Serie II, Fascicule A-Sciences de la Terre et des Planetes, **323**, 1-16.

---

16. Astronomska teorija klimatskih promena i njena primena u geofizici, Beograd, Naučna knjiga, 1948, 1-159.

1972

1. Griffith, J.S.: 1972, Celestial mechanics in twentieth century, Journal of the Royal Astronomical ociety of Canada, **66**, 193.

---

17. Astronomische Theorie der Klimaschwankungen, ihr Werdegang und Widerhall, Serbische Akademie der Wissenschaften, Monographien, CCLXXX, Mathematisches Institut, 3, 1957, 1-58.

1988

1. Hengeveld, R.: 1988, Mayr Ecological Species Criterion, Systematic Zoology, **37**, pp 47-55.

---

18. Milanković cited indirectly

1975

1. Kukla, G.J.: 1976, Revival of Milankovitch, Nature, **261**, 11.

1980

2. Deodikar, G.B.: 1980, Fluid-Drops As Cosmological Models .3. Recent Space Data Relevant to the Unified Fluid-Drop Model for Stellar Evolution, Solar-System Origin and Planetary Geology, Speculations in Science and Technology, **3**, 49-55.

1992

3. Berger, A. L.: 1992, Astronomical Theory of Paleoclimates and the Last Glacial-Interglacial Cycle, Quaternary Science Reviews, **11**, pp 571-581.

REFERENCES

Dimitrijević, M. S.: 1996, *Publ. Obs. Astron. Belgrade*, **54**, 217.
Garfield, E., Welljams-Dorof, A.: 1992, *Science and Public Policy* **19**, 321.
Hajtun, S.D.: 1983, Naukometriya, sostoyanie i perspektivy, Nauka, Moskva.
Hays, J. D., Imbrie, J., Shackleton, N.J.: 1976, *Science* **194**, 1121.
Indjić, M.: 1997, *Bull. Astron. Belgrade* **155**, 169.

МИЛУТИН МИЛАНКОВИЋ У ИНДЕКСУ ЦИТАТА ЗА 1946 - 1996

М. С. Димитријевић

Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11000 Београд, Југославија

УДК 929(497,11)"19/19"М:52(092)
Стручни рад

Дати су резултати истраживања присуства Милутина Миланковића у Индексу цитата за 1946 - 1996. У разматраном периоду нађено је 522 цитата 17 његових радова. Његово капитално дело Канон осунчавања Земље, цитирано је 253 пута. На крају је дата библиографија цитираних радова са радовима у којима се цитирају.

Serb. Astron. J. № 165 (2002), 89 – 104 **UDC 929(497,11)"19/19"Z.:52(092)**
Professional paper

LIFE AND ACTIVITIES OF DANILO ZULEVIĆ (1937 – 1998)

M. S. Dimitrijević

Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade-74, Serbia Yugoslavia

(Received: June 10, 2002)

SUMMARY: The life and scientific and professional activities of Danilo Zulević (1937 − 1998), research fellow of the Belgrade Astronomical Observatory, are presented, followed by the Bibliography of his works, the list of bibliographical items wherein his name is mentioned and the list of his name's citations in the Science Citation Index.

Danilo J. Zulević was born on August 29, 1937 in Ivangrad (Montenegro), where he received his elementary and secondary education. His father Jovan was a worker and his mother Živka Ćorović a housewife. After finishing the real gymnasium in 1959, he studied Astronomy at the Faculty of Sciences of the Belgrade University from 1959 to 1963.

While still a third year student he started working at the Astronomical Observatory on October 1st, 1961, in the Double Star Group. The contract on the part-time service (No. 1068, September 26, 1961) reads: The Astronomical Observatory, the official work place being vacant, admits Zulević Danilo, high school graduate from Belgrade, as a part-time clerk for six months from 1.X. 1961 to 31.III. 1962. Zulević takes upon himself the obligation, during the contract term, to perform calculations in the Double Star Group. On April 1st, 1962, Zulević enters upon full time service as a technical assistant. On July 1st, 1962 he began taking part in the double stars observations as an assistant observer. On examining the quality of his observing data the Observatory Council, on the proposal of the Group's Chief, elected him independent observer on July 15, 1963. The same Council elected Zulević a professional collaborator on September 7, 1963. Immediatelly thereupon Zulević received the summons for military service, so his working engagement was thereby discontinued in September 1963. After returning from the military service he is again at the Observatory since November 1st, 1964 as a professional collaborator. On December 9, 1965 he was elected assistant, but he assumed that rank on January 1st, 1965. He was absent from his work place from 4. to 11. September 1965 by reason of his marriage. He was re-elected assistant on November 2, 1968, entering officially on the post on January 1st, 1969. From November 1st, 1969 he was on a specialis training at the Pulkovo Observatory, involving photography, reducing of the photo-plates and other problems relating to the double stars. After his one year stay at Pulkovo he resumed his work at the Observatory on November 2, 1970. On December 18, 1974, he defended his master's thesis at the Faculty of Sciences of the Belgrade University, entitled "A Contribution to the Statistical Investigation of the Effect of the Components' mass-ratio on the Dynamical Orbits Elements (P, a) of Visual Double Stars". On June 27, 1985 he was elected researcher-collaborator, being re-elected for this function in 1990.

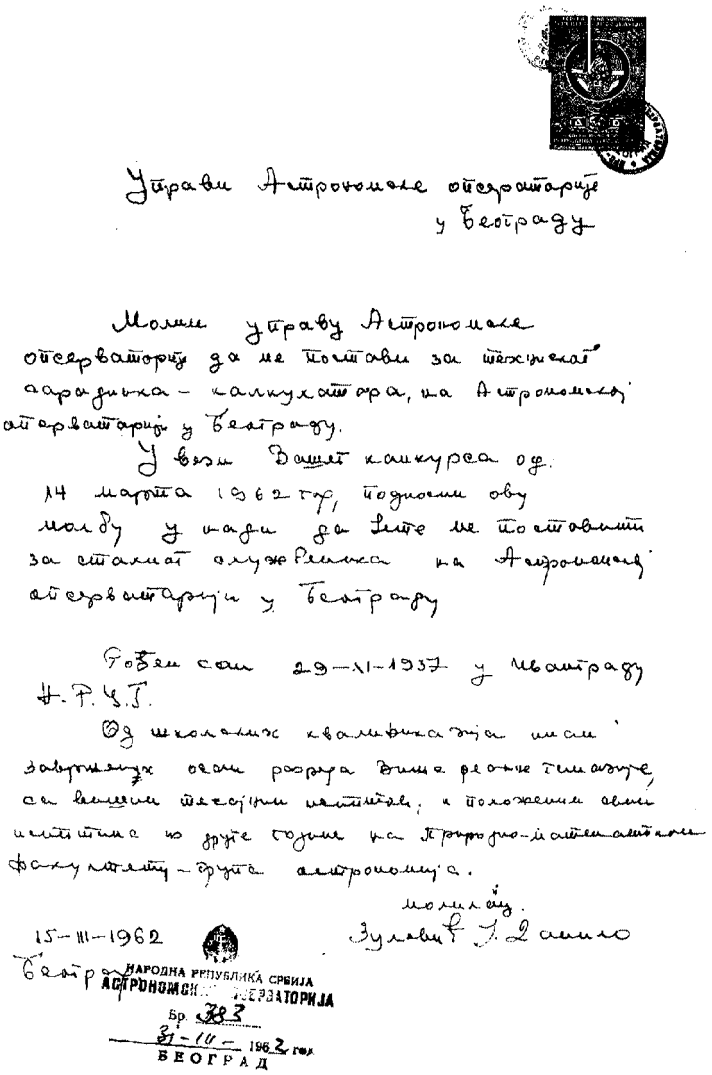
The Bibliography of Zulević's works, presented here, contains 82 items, published in the period 1965 – 2000. In the Science Citation Index there appeared up to 2000, 34 citations relating to 24 Zulević's papers. The field of his researchings was Stellar Astronomy, his particular interest being centered on double and multiple stars. From July 1st, 1962, when he started observing up to his retirement in 1998, he made observations with the Zeiss refractor 65/1065 cm using filar micrometer. In the Bull. Obs. Astron. Belgrade, 17 series of his measurings of double and multiple stars, containing 4069 single measurements, have been published. In addition, while staying at Pulkovo, he carried out a number of series of photographic double stars observations.

In 1963 he started a systematic work on deriving the orbital elements of double stars, using Thile-Innes–van den Bos method. In the IAU Commission 26 "Information Circular" he published 58 systems of the orbital elements for 53 binaries. These orbital elements, with corresponding discussion and analysis, have also been published in Bull. Obs. Astron. Belgrade, 6 orbital elements in them having not been published in the "IAU Information Circular".

In the course of observations, in 1984 he discovered a new double star system with coordinates $\alpha, \delta(1900)$ 19029N3346 (BD +33 3323 – 1.16 arc sec), which obtained the designation DZ1.

For a time he discharged the duty of Depyty Director of the Belgrade Observatory. By the decision 92/17 of January 27, 1982, he was assigned the post of Deputy Director since January 20, 1982. By the decision 599/2 of July 11, 1982 he was designated to the post of Deputy Director from July 13, until the election procedure and the final nomination of the Director has been concluded. He was temporary Editor-in-Chief of the Bulletin Astronomique de Belgrade (Nos. 132 and 133 in 1982 – 1983).

He died suddenly on July 14, 1998, barely two weeks since he retired.


Управи Астрономске опсерваторије
у Београду

Молим управу Астрономске опсерваторије да ме постави за техничког сарадника-калкулатора, на Астрономској опсерваторији у Београду.

У вези Вашег конкурса од 14 марта 1962 год, подносим ову молбу у нади да Ете ме поставити за сталног служ[illegible] на Астрономској опсерваторији у Београду

Рођен сам 29-XI-1937 у Ивангради Н.Р.Ц.Г.

Од школских квалификација имам завршених осам разреда Више реалне гимназије, са вишим тексјним испитом, и положеним свим испитима из друге године на Природно-математичком факултету – група астрономија.

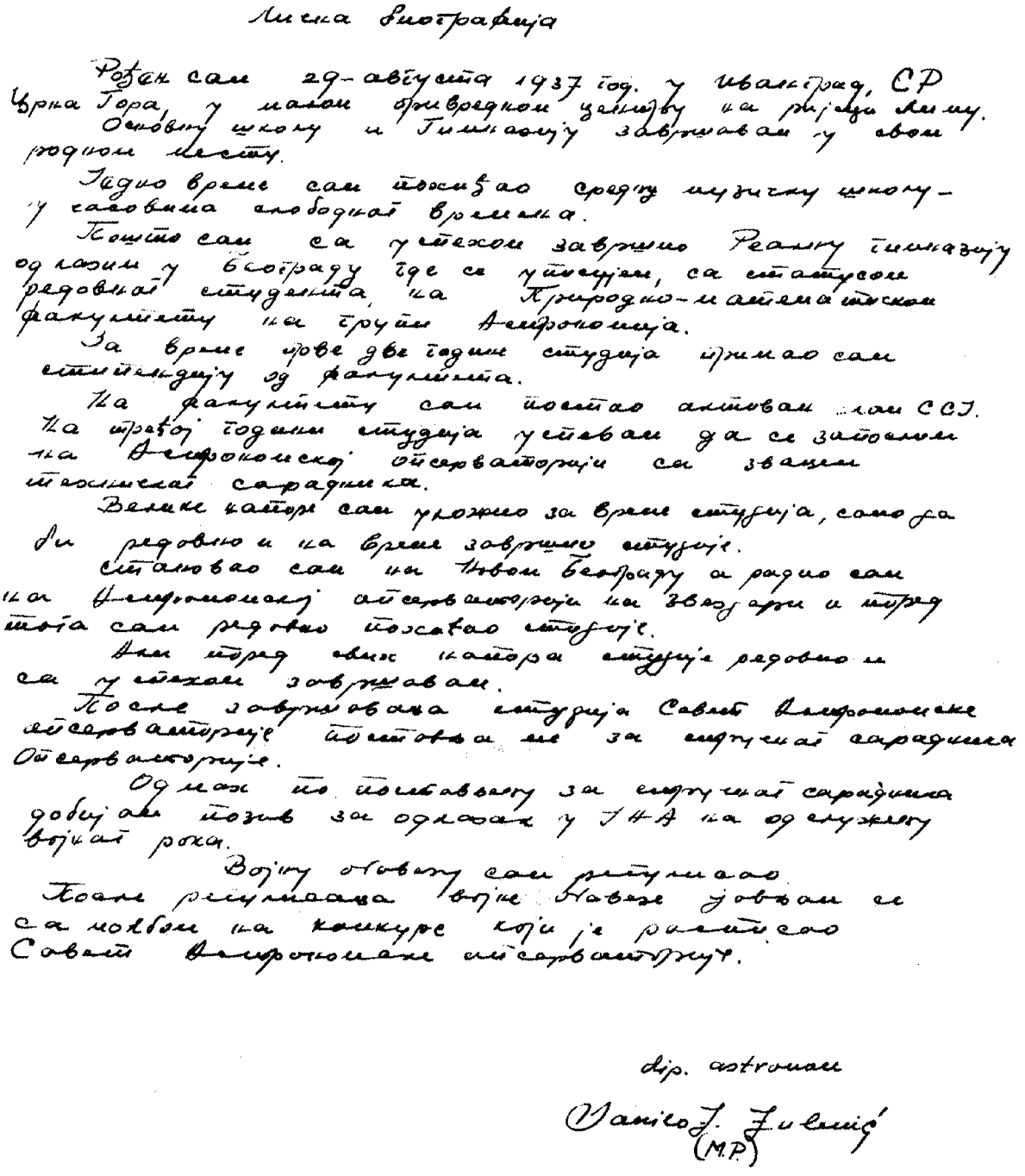
молилац.

15-III-1962 Зулевић Г. Данило

Београд

НАРОДНА РЕПУБЛИКА СРБИЈА АСТРОНОМСКА ОПСЕРВАТОРИЈА
Бр. 383
31-III-1962 год
БЕОГРАД

Fig. 1. *Application of Danilo Zulević for the post on Belgrade Astronomical Observatory.*



Лична биографија

Рођен сам 29-августа 1937 год. у Иванград, СР Црна Гора, у малом привредном центру на ријеци Лиму.
Основну школу и Гимназију завршавам у свом родном месту.
Једно време сам похађао средњу музичку школу — у часовима слободног времена.
Пошто сам са успехом завршио Реалну гимназију одлазим у Београду где се уписујем, са статусом редовног студента, на Природно-математичком факултету на групи Астрономија.
За време прве две године студија примао сам стипендију од факултета.
На факултету сам постао активан члан ССЈ.
На трећој години студија успевам да се запослим на Астрономској опсерваторији са звањем техничког сарадника.
Велике напоре сам уложио за време студија, само да би редовно и на време завршио студије.
Становао сам на Новом Београду а радио сам на Астрономској опсерваторији на Звездари и поред тога сам редовно похађао студије.
Али поред свих напора студије редовно и са успехом завршавам.
После завршавања студија Савет Астрономске опсерваторије постављa ме за стручног сарадника Опсерваторије.
Одмах по постављењу за стручног сарадника добијам позив за одлазак у ЈНА на одслужењу војног рока.
Војну обавезу сам регулисао.
После регулисања војне обавезе јављам се са молбом на конкурс који је расписао Савет Астрономске опсерваторије.

dip. astronom

Danilo J. Zulević
(M.P.)

Fig. 2. *Personal Biography of Danilo Zulević.*

Acknowledgements – This work is a part of the project "History of Astronomy", supported by Ministry of Science, Technologies and Development of Serbia.

BIBLIOGRAPHY

BIBLIOGRAPHY OF SCIENTIFIC PAPERS

1967

1. Djurković, P. M., Popović, G. M., Zulević, D. J.: 1967, *MESURES MICROMÉTRIQUES D'ÉTOILES DOUBLES (18) FAITES AU RÉFRACTEUR ZEISS 65/1055 cm AU COURS DE 1961-1964*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Beograd, **XXVI**, No 1, 67.

1969

2. Djurković, P. M., Popović, G., Zulević, D.: 1969, *KVALITET SLIKE U FUNKCIJI METEOROLOŠKIH USLOVA U BEOGRADU*, Radovi prikazani na IV kongresu matematičara, fizičara i astronoma oktobra 1965 u Sarajevu, ed. P. M. Djurković, Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrad, **16**, 48.

3. Zulević, D. J.: 1969, *ORBITE DE QUATRE ETOILES DOUBLES VISUELLES*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Beograd, **XXVII**, No 1, 55.

4. Zulević, D. J.: 1969, *ORBITE DE L'ETOILE DOUBLE VISUELLE; ADS 2538 = AITKEN 980; Pos. (1950) 3h 24.3m + 60º 05', magn. 6.8-8.2, type spectral B 8*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Beograd, **XXVII**, No 1, 63.

5. Djurković, P. M., Popović, G. M., Zulević, D. J.: 1969, *MESURES MICROMÉTRIQUES D'ÉTOILES DOUBLES (19), SUR LE RÉFRACTEUR ZEISS 65/1055 cm AU COURS DE LA PERIODE DE 1965 À 1968*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **XXVII**, No 2, 143.

1970

6. Zulević, D. J.: 1970, *ORBITE DE DEUX ETOILES DOUBLES VISUELLES*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Beograd, **XXVIII**, No 124, 77.

7. Djurković, P. M., Popović, G. M., Zulević, D. J.: 1970, *MESURES MICROMÉTRIQUES D'ÉTOILES DOUBLES (Série 20) FAITES AU RÉFRACTEUR ZEISS 65/1055 cm AU COURS DE 1969 Á 1970*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **XXVI**, No **124**, 81.

1972

8. Popović, G. M., Zulević, D. J., Olević, D. M.: 1972/73, *MESURES MICROMÉTRIQUES DES ÉTOILES DOUBLES FAITES EN 1971 À L'OBSERVATOIRE DE BELGRADE (Série 21)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **125**, 37.

1973

9. Zulević, D., Kiselev, A. A.: 1973, *FOTOGRAFICHESKIE NABLYUDENIYA DVOJNYKH ZVEZD NA 26" REFRAKTORE V PULKOVE*, Izvestiya GAO v Pulkove, **192**, 167.

1976

10. Zulević, D. J.: 1976, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS (Series 24)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **127**, 20.

1977

11. Zulević, D. J.: 1977, *ORBITS OF TWO VISUAL BINARIES*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **128**, 28.

12. Zulević, D. J.: 1977, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS (Series 27)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **128**, 47.

1978

13. Zulević, D. J.: 1978, *PRILOG STATISTIČKOM ISPITIVANJU UTICAJA ODNOSA MASA KOMPONENATA NA DINAMIČKE PUTANJSKE ELEMENTE (e, P, a) KOD VIZUELNO - DVOJNIH ZVEZDA; STATISTICAL INVESTIGATION OF THE RELATION BETWEEN THE MASS RATIO AND THE DYNAMICAL ORBITAL ELEMENTS e, P, a OF THE VISUAL BINARIES*, Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrad, **25**, 1-65.

1979

14. Zulević, D. J.: 1979, *NOTE ON THE RELIABILITY OF COMPUTATION OF THE RELATIVE ORBITAL ELEMENTS OF THE VISUAL BINARIES WITH COMPONENTS OF EQUAL BRIGHTNESS*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **130**, 7.

15. Zulević, D. J.: 1979, *ORBITS OF TWO VISUAL BINARIES*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **130**, 13.

16. Zulević, D. J.: 1979, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS (Series 29)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **130**, 20.

1981

17. Zulević, D. J.: 1981, *ORBITS OF TWO VISUAL BINARIES*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **131**, 15.

18. Zulević, D. J.: 1981, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS (Series 32)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **131**, 27.

1982

19. Zulević, D. J.: 1982, *ORBITS OF FOUR VISUAL BINARIES*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **132**, 17.

20. Zulević, D. J.: 1982, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS (Series 33)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **132**, 25.

1983

21. Zulević, D. J.: 1983, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS (Series 36)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **133**, 38.

1984

22. Zulević, D. J.: 1984, *ORBITS OF TWO VISUAL BINARIES*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **134**, 58.

23. Zulević, D. J.: 1984, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS (Series 38)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **134**, 69.

1986

24. Zulević, D. J.: 1986, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS (Series 40)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **136**, 94.

1988

25. Zulević, D. J.: 1988, *MICROMETER MEASUREMENTS OF DOUBLE STARS (Series 42)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **138**, 63.

1989

26. Zulević, D. J.: 1989, *MICROMETER MEASUREMENTS OF TRIPLE STAR SYSTEMS (BELGRADE MICROMETER MEASUREMENTS OF DOUBLE AND MULTIPLE STARS - Series No 43)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **140**, 83.

27. Zulević, D. J.: 1989, *MICROMETER MEASUREMENTS OF DOUBLE STARS (Series 44)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **140**, 99.

28. Popović, G. M., Zulević, D. J.: 1989, *GRUPA ZA DVOJNE ZVEZDE*, Sto godina Astronomske opservatorije u Beogradu, Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **36**, 51.

1991

29. Zulević, D. J.: 1991, *MICROMETER MEASUREMENTS OF DOUBLE STARS (Series 46)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **144**, 47.

30. Zulević, D. J.: 1991, *ORBITAL ELEMENTS OF TWO DOUBLE STARS*, Bulletin Astronomique de Belgrade, **145**, 103.

1992

31. Zulević, D. J.: 1992, *NEW ORBITS OF BINARY STARS ADS 1473 AND ADS 1992*, Bulletin Astronomique de Belgrade, **146**, 53.

32. Zulević, D. J.: 1992, *REVISED ORBITAL ELEMENTS OF BINARY STAR ADS 13777*, Bulletin Astronomique de Belgrade, **146**, 57.

33. Zulević, D. J.: 1992, *ORBITS OF TWO INTERFEROMETRIC AND ONE VISUAL BINARY STARS*, Bulletin Astronomique de Belgrade, **146**, 61.

1993

34. Zulević, D. J.: 1993, *NEW ORBIT OF BINARY STAR WDS 21044S1951, FIN 328*, Bulletin Astronomique de Belgrade, **147**, 63.

35. Popović, G. M., Zulević, D. J.: 1993, *MICROMETER MEASUREMENTS OF DOUBLE STARS - POP PAIRS (Series 47)*, Bulletin Astronomique de Belgrade, **147**, 45.

36. Olević, D., Popović, G. M., Zulević, D. J., Ćatović, Z.: 1993, *NEW ORBITAL ELEMENTS OF FOUR VISUAL BINARIES*, Bulletin Astronomique de Belgrade, **148**, 49.

1994

37. Olević, D., Popović, G. M., Zulević, D. J., Ćatović, Z.: 1994, *NEW ORBITAL ELEMENTS OF FIVE VISUAL BINARIES*, Bulletin Astronomique de Belgrade, **149**, 95.

38. Zulević, D. J.: 1994, *ORBIT OF BINARY STAR ADS 16904, A 643*, Bulletin Astronomique de Belgrade, **150**, 117.

1995

39. Zulević, D. J.: 1995, *REVISED ORBITS OF TWO BINARY STARS WDS 06098S2246 = RST 3442 AND WDS 08285S0230 = ADS 6828 = A 551*, Bulletin Astronomique de Belgrade, **151**, 127.

1996

40. Zulević, D. J.: 1996, *NEW ORBITAL ELEMENTS OF FIVE VISUAL BINARIES*, Bulletin Astronomique de Belgrade, **153**, 79.

1997

41. Zulević, D. J.: 1997, *ORBITAL ELEMENTS OF FIVE VISUAL BINARIES*, Bulletin Astronomique de Belgrade, **155**, 109.

2000

42. Zulević, D. J., Popović, G. M., Pavlović, R.: 2000, *MICROMETER MEASUREMENTS OF DOUBLE STARS (Series 52)*, Serbian Astronomical Journal, **161**, 25.

CIRCULARS

1965

43. Zulević, D.: 1965, *ORBITES NOUVELLES (ADS 87999 Hu 572)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 35, 1.

44. Zulević, D.: 1965, *ORBITES NOUVELLES (ADS 16914 Hu 1325)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 36, 1.

1966

45. Zulević, D.: 1966, *ORBITES NOUVELLES (ADS 6989 Hu 120)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 40, 1.

1967

46. Zulević, D.: 1967, *ORBITES NOUVELLES (ADS 8943 A 1095)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 41, 1.

1968

47. Zulević, D.: 1968, *ORBITES NOUVELLES (ADS 2538 A 980)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 44, 1.

1969

48. Zulević, D.: 1969, *ORBITES NOUVELLES (ADS 896 AG 14)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 49, 1.

1971

49. Zulević, D.: 1971, *ORBITES NOUVELLES (ADS 7341 A 2477)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 53, 1.

50. Zulević, D.: 1971, *ORBITES NOUVELLES (ADS 363 A 431; ADS 450 A 111; ADS 4929 AB beta 895)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 55, 1.

1972

51. Zulević, D.: 1972, *ORBITES NOUVELLES (ADS 673 beta 495; ADS 999 beta 1100; ADS 8884 A 2489)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 56, 1.

52. Zulević, D.: 1972, *ORBITES NOUVELLES (ADS 3041 A 2801)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 57, 1.

1973

53. Zulević, D.: 1973, *ORBITES NOUVELLES (ADS 5720 A 2462; ADS 7054 A 1584; ADS 9831 A 2080)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 60, 1.

1975

54. Zulević, D.: 1975, *ORBITES NOUVELLES (ADS 8705 A 1092; ADS 11584 OSigma 363; ADS 12631 A 162)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 66, 1.

55. Zulević, D.: 1975, *ORBITES NOUVELLES (ADS 11643)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 67, 1.

1976

56. Zulević, D.: 1976, *ORBITES NOUVELLES (ADS 7744 OSigma 216; ADS 11247 A 578)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 69, 1.

1977

57. Zulević, D.: 1977, *ORBITES NOUVELLES (ADS 16951 A 1242 - IDS 23380N1117; ADS 17020 AB OSigma 507 AB - IDS 23438N6420)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 72, 1.

1979

58. Zulević, D.: 1979, *ORBITES NOUVELLES (ADS 16131 Ho 479 - IDS 22334N0147)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 78, 2.

1980

59. Zulević, D.: 1980, *ORBITES NOUVELLES (ADS 1548 A 819 - IDS 01513N3032; ADS 8145 AB A 2776 AB - IDS 11179N0441; ADS 10085 Hu 1173 - IDS 16263N3406; ADS 16368 Ho 479 - IDS 22507N5100)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 81, 1.

1981

60. Zulević, D.: 1981, *ORBITES NOUVELLES (ADS 1371 beta 453 - IDS 01384N5637; ADS 7758 Sigma 1429 - IDS 10195N2468; ADS 11989 HN 126 - IDS 18584S2141; ADS 16877 OSigma 500 - IDS 23326N4353)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 85, 1.

1983

61. Zulević, D.: 1983, *ORBITES NOUVELLES (ADS 4 A 428 - IDS 23575S0903)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 93, 1.

1984

62. Zulević, D.: 1984, *ORBITES NOUVELLES (ADS 2446 OSigma 53 - IDS 03113N3816)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 93, 1.

1985

63. Zulević, D.: 1985, *ETOILES DOUBLES NOUVELLES (DZ 1)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 96, 4.

1986

64. Zulević, D.: 1986, *ORBITES NOUVELLES (ADS 8242 Ku 39 - IDS 11319N4801; ADS 10459 beta 628 - IDS 17146N3246)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 98, 1.

65. Zulević, D.: 1986, *ORBITES NOUVELLES (ADS 10385 Hu 169 - IDS 17057S1622)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 99, 1.

1987

66. Zulević, D.: 1987, *ORBITES NOUVELLES (See 318 - IDS 16594S3829)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 102, 1.

1988

67. Zulević, D.: 1988, *ORBITES NOUVELLES (ADS 15988 Sigma 2912 - IDS 22249N0355)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 106, 1.

1989

68. Zulević, D.: 1989, *ORBITES NOUVELLES (ADS 12631 A 162 - IDS 19351N2328)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 107, 1.

1990

69. Zulević, D.: 1990, *ORBITES NOUVELLES (ADS 6582 A 1971 - IDS 08061S0046)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 111, 1.

70. Zulević, D.: 1990, *ORBITES NOUVELLES (ADS 9425 OSigma 288 - IDS 145534N1543)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 112, 1.

1991

71. Zulević, D.: 1991, *ORBITES NOUVELLES (ADS 8145 A 2776 - IDS 11231N0408, ADS 10085 Hu 1173 - IDS 16300N3354)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 114, 1.

1992

72. Zulević, D.: 1992, *ORBITES NOUVELLES (ADS 1473 Ho 311 - IDS 01512N2439; ADS 1992 A 1278 - IDS 02383N4604)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 117, 1.

73. Zulević, D.: 1992, *ORBITES NOUVELLES (ADS 2538 A 980 - IDS 0323N6015; McA 73 - IDS 2253551137)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 118, 1.

1993

74. Zulević, D.: 1993, *ORBITES NOUVELLES (STARIK - IDS 17088N6543; Phi 328 - IDS 21044S1951)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 119, 1.

1995

75. Zulević, D.: 1995, *NEW ORBITS (RST 3442 - WDS 06098S2246; ADS 6828 A 551 - WDS 08285S0230)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 125, 1.

76. Zulević, D.: 1995, *NEW ORBITS (RST 3442 - WDS 06098S2246; ADS 6828 A 551 - WDS 08285S0230)*, International Astronomical Union, Commision 26 for double stars, Information Circular, No 125, 1.

77. Zulević, D.: 1995, *NEW ORBITS (RST 3442 - WDS 06098S2246; ADS 6828 A 551 - WDS 08285S0230)*, International Astronomical Union, Commision 26 for double stars, Information Circular, No 125, 1.

78. Zulević, D.: 1995, *NEW ORBITS (ADS 9682 - WDS 15307N3810)*, International Astronomical Union, Commision 26 for double stars, Information Circular, No 127, 1.

1996

79. Zulević, D.: 1996, *NEW ORBITS (ADS 243 - WDS 00182N7256; ADS 5689 - WDS 07011N1146)*, International Astronomical Union, Commision 26 for double stars, Information Circular, No 128, 1.

80. Zulević, D.: 1996, *NEW ORBITS (ADS 1548 - WDS 01570N3101)*, International Astronomical Union, Commision 26 for double stars, Information Circular, No 129, 1.

1997

81. Zulević, D.: 1997, *NEW ORBITS (ADS 416 - WDS 00308N4732; ADS 6862 - WDS 08315S1934)*, International Astronomical Union, Commision 26 for double stars, Information Circular, No 131, 1.

82. Zulević, D.: 1997, *NEW ORBITS (ADS 805 - WDS 00583N2124)*, International Astronomical Union, Commision 26 for double stars, Information Circular, No 132, 1.

BIBLIOGRAPHY OF BIBLIOGRAPHIC ITEMS WHERE D. J. ZULEVIĆ IS MENTIONED

1. Djurković, P. M.: 1968, *O ORGANIZACIJI I RAZVOJU RADOVA SLUŽBE DVOJNIH ZVEZDA NA ASTRONOMSKOJ OPSERVATORIJI U BEOGRADU*, Simpozijum astronoma Jugoslavije povodom 75. godišnjice osnivanja Astronomske opservatorije u Beogradu (1887 - 1962), ed. P. M. Djurković, Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrad, **12**, 89.

2. Djurković, P. M.: 1969, *RAPPORT SUR L'ACTIVITE DE L'OBSERVATOIRE ASTRONOMIQUE DE BEOGRAD DE 1966 A 1969*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Beograd, **XXVII**, No 2, 143.

3. Popović, G. M.: 1974, *THE FIRST GENERAL CATALOGUE OF DOUBLE-STAR OBSERVATIONS MADE IN BELGRADE 1951-1971*, Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrad, **19**.

4. ***: 1975, *SPISAK UČESNIKA*, Proceedings of the National conference of Yugoslav astronomers - 1973, Belgrade, Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrad, **20**, 9.

5. ***: 1979, *SPISAK UČESNIKA III NACIONALNE KONFERENCIJE JUGOSLOVENSKIH ASTRONOMA - LIST OF PARTICIPANTS*, Proceedings of the III National conference of Yugoslav astronomers, Belgrade, 1977, Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrad, **26**, 233.

6. Teleki, Dj.: 1985, *BIBLIOGRAPHY OF PAPERS OF THE BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY RESEARCH ASSOCIATES PUBLISHED IN THE PERIOD 1980-1983*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **135**, 64.

7. Teleki, Dj.: 1987, *BIBLIOGRAPHY OF PAPERS OF THE BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY RESEARCH ASSOCIATES PUBLISHED IN THE PERIOD 1984-1986*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **137**, 91.

8. Ivanišević, G., Djokić, N.: 1989, *BIBLIOGRAFIJA IZDANJA ASTRONOMSKE OPSERVATORIJE U BEOGRADU*, Sto godina Astronomske opservatorije u Beogradu, Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **36**, 333.

9. Jeličić Milan: 1991, *STO GODINA ASTRONOMSKE OPSERVATORIJE U BEOGRADU: PUBLIKACIJA ASTRONOMSKE OPSERVATORIJE U BEOGRADU - SVESKA BR. 36, BEOGRAD, 1989*, Vasiona, **XXXIX**, No 1, 20.

10. Atanacković - Vukmanović, O., Dimitrijević, M. S., eds.: 1992, *ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN BELGRADE; ACTIVITIES AND ABSTRACTS OF PAPERS; 1980 - 1990*, Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrad, **43**.

11. ***: 1995, *PAPERS PUBLISHED IN 1999*, International Astronomical Union, Commision 26 for double stars, Information Circular, No 125, 4.

12. Dimitrijević, M. S., Popović, L. Č., eds.: 1996, *ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN BELGRADE; ACTIVITIES AND ABSTRACTS OF PAPERS; 1991 - 1995*, Publications of the Astronomical observatory of Belgrade, **51**.

13. Dimitrijević, M. S.: 1996, *SERBIAN ASTRONOMERS IN SCIENCE CITATION INDEX IN 1961 - 1995 PERIOD*, Proceedings of the XI National Conference of Yugoslav Astronomers; Belgrade, October 9-11, 1996, eds. M. Vukićević - Karabin, Z. Knežević Publications of the Astronomical observatory of Belgrade, **54**, 217.

14. Dimitrijević, M. S.: 1996, *BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN 1995*, Publications of the Astronomical observatory of Belgrade, **52**.

15. Dimitrijević, M. S.: 1997, *BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN 1996*, Publications of the Astronomical observatory of Belgrade, **55**.

16. Dimitrijević, M. S.: 1997, *110 GODINA ASTRONOMSKE OPSERVATORIJE*, Development of astronomy among Serbs, eds. M. S. Dimitrijević, J. Milogradov - Turin, L. Č. Popović, Publications of the Astronomical observatory of Belgrade, **56**, 9.

17. Milogradov - Turin, J.: 1997, *JEDAN PRILOG ISTORIJI KATEDRE ZA ASTRONOMIJU UNIVERZITETA U BEOGRADU*, Development of astronomy among Serbs, eds. M. S. Dimitrijević, J. Milogradov - Turin, L. Č. Popović, Publications of the Astronomical observatory of Belgrade, **56**, 65.

18. Popović, G. M.: 1997, *NAUČNI I STRUČNI RAD PERA M. DJURKOVIĆA*, Development of astronomy among Serbs, eds. M. S. Dimitrijević, J. Milogradov - Turin, L. Č. Popović, Publications of the Astronomical observatory of Belgrade, **56**, 141.

19. Dimitrijević, M. S.: 1998, *BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN 1997*, Publications of the Astronomical observatory of Belgrade, **59**.

20. Dimitrijević, M. S.: 1998, *BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY*, Proceedings of the 4th Yugoslav-Romanian Astronomical Meeting (4th YuRoAM), eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Publications of the Astronomical observatory of Belgrade, **60**, 162.

21. Popović, G. M.: 1998, *IN MEMORIAM: Dr D. J. ZULEVIĆ (1937-1998)* , International Astronomical Union, Commision 26 for double stars, Information Circular, No 136, 3.

22. Popović, G. M.: 1998, *DANILO J. ZULEVIĆ (1937-1998)* , (with photo of D. J. Zulević), Serbian Astronomical Journal, **158**, 1.

23. Dimitrijević, M. S.: 1999, *SERBIAN ASTRONOMERS IN SCIENCE CITATION INDEX IN 1946 - 1998 PERIOD*, Proceedings of the XII National Conference of Yugoslav Astronomers AND INTERNATIONAL WORKSHOP ON THE DEVELOPMENT OF ASTRONOMICAL DATABASES; November 19 - 21, 1999, Belgrade, L. Č. Popović, M. Dačić, Publications of the Astronomical observatory of Belgrade, **65**, 161.

24. *REFERAT ZA IZBOR U ZVANJE ISTRAŽIVAČ SARADNIK*, Bilten referata za izbor u zvanja i reizbor na odgovarajuća radna mesta, Br 7, 5 decembar 1990.

CITATIONS OF D. J. ZULEVIĆ IN SCIENCE CITATION INDEX
Up to the 1. January 2001

1. **Djurković, P. M., Popović, G. M., Zulević, D. J.: 1969,** *MESURES MICROMÉTRIQUES D'ÉTOILES DOUBLES (19), SUR LE RÉFRACTEUR ZEISS 65/1055 cm AU COURS DE LA PERIODE DE 1965 À 1968*, **Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, XXVII, No 2, 143.**

1969

1. Zhukov, L. V., Muzalevs. Y. S.: 1969, *A CORRELATION SPECTRAL ANALYSIS OF PERIODICITIES IN SOLAR ACTIVITY*, Sov. Astron. R. **13**, 473.

———

2. **Zulević, D. J.: 1969,** *ORBITE DE QUATRE ETOILES DOUBLES VISUELLES***, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, 27, 55.**

1973

1. Heintz, W. D.: 1973, *ORBITS OF 10 VISUAL BINARIES*, Astronomical Journal, **78**, 307.

2000

2. Mason, B. D., Hartkopf, W. I., Holdenried, E. R., Rafferty, T. J., Wycoff, G. L., Hennessy, G. S., Hall, D. M., Urban, S. E., Corbin, T. E.: 2000, *SPECKLE INTERFEROMETRY AT THE US NAVAL OBSERVATORY. VI.*, Astronomical Journal, **120**, 1120.

———

3. **Zulević, D. J.: 1969, ORBITE DE L'ETOILE DOUBLE VISUELLE, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, 27, 63.**

1994

1. Baize, P.: 1994, *ORBITAL ELEMENTS OF 12 BINARY STARS*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, *106*, 267.

———

4. **Zulević, D. J.; 1970,** *ORBITE DE DEUX TOILES DOUBLES VISUELLES***, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, 18, 77.**

1981

1. Heintz, W. D.: 1981, *ORBITS OF 15 VISUAL BINARIES*, Astrophysical Journal Supplement Series, **45**, 559.

———

5. **Zulević, D. J.: 1971,** *ORBITES NOUVELLES (ADS363; ADS450; ADS4929AB)***, IAU Commision 26, Information Circular, 55, 1.**

1998

1. Worley, C. E., Mason, B. D.: 1998, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS*, Astronomical Journal, **116**, 917.

———

6. **Zulević, D. J.: 1972,** *ORBITES NOUVELLES (ADS673; ADS999; ADS8884)***, IAU Commision 26, Information Circular, 56, 1.**

1987

1. Duquennoy, A.: 1987, *A STUDY OF MULTIPLE STELLAR-SYSTEMS WITH CORAVEL. 1.*, Astronomy and Astrophysics, *178*, 114.

———

7. **Zulević, D.: 1975,** *ORBITES NOUVELLES (ADS 8705 A 1092; ADS 11584 OSigma 363; ADS 12631 A 162)***, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 66, 1.**

1991

1. Baize, P.: 1991, *ORBITAL ELEMENTS OF 17 DOUBLE STARS*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **87**, 49.

1998

2. Alzner, A.: 1998, *ORBITAL ELEMENTS OF 9 VISUAL DOUBLE STARS*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **132**, 253.

———

8. **Zulević, D. J.: 1979,** *ORBITES NOUVELLES (ADS16131)***, IAU Commision 26, Information Circular, 78, 1.**

1989

1. Baize, P., Petit, M.: 1989, *ORBITAL DOUBLE STARS WITH VARIABLE COMPONENTS*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **77**, 497.

———

9. **Zulević, D. J.; 1981,** *ORBITS OF FIVE VISUAL BINARIES***, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, 131, 15.**

1997

1. Heintz, W. D.: 1997, *ORBITS OF 40 VISUAL BINARIES*, Astrophysical Journal Supplement Series, **111**, 335.

———

10. **Zulević, D. J.: 1981,** *ORBITES NOUVELLES (ADS1371; ADS7758; ADS11989; ADS16877)***, IAU Commision 26, Information Circular, 85, 1.**

1998

1. Worley, C. E., Mason, B. D.: 1998, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS*, Astronomical Journal, **116**, 917.

———

11. **Zulević, D. J.: 1986,** *ORBITES NOUVELLES (ADS8242 KU 39; ADS10459 Beta 628)***, IAU Commision 26, Information Circular, 98, 1.**

1989

1. Baize, P., Petit, M.: 1989, *ORBITAL DOUBLE STARS WITH VARIABLE COMPONENTS*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **77**, 497.

1998

2. Worley, C. E., Mason, B. D.: 1998, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS*, Astronomical Journal, **116**, 917.

———

12. **Zulević, D. J.: 1988,** *ORBITES NOUVELLES (ADS15988 Sigma 2912)***, IAU Commision 26, Information Circular, 106, 1.**

1991

1. Docobo, J. A., Ling, J. F., Prieto, C., Lanchares, V.: 1991, *MICROMETER MEASUREMENTS OF VISUAL DOUBLE STARS MADE AT NICE*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **91**, 229.

1998

2. Worley, C. E., Mason, B. D.: 1998, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS*, Astronomical Journal, **116**, 917.

2000

3. ten Brummelaar, T., Mason, B. D., Mc Alister, H. A., Roberts, L. C., Turner, N. H., Hartkopf, W. I., Bagnuolo, W. G.: 2000, *BINARY STAR DIFFERENTIAL PHOTOMETRY USING THE ADAPTIVE OPTICS SYSTEM AT MOUNT WILSON OBSERVATORY*, Astronomical Journal, **119**, 2403.

———

13. **Zulević, D. J.: 1989,** *ORBITES NOUVELLES (ADS12631 A 162)***, IAU Commision 26, Information Circular, 107, 1.**

1991

1. Docobo, J. A., Ling, J. F., Prieto, C., Lanchares, V.: 1991, *MICROMETER MEASUREMENTS OF VISUAL DOUBLE STARS MADE AT NICE*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **91**, 229.

———

14. **Zulević, D. J.: 1990,** *ORBITES NOUVELLES (ADS9425)***, IAU Commision 26, Information Circular, 112, 1.**

1993

1. Docobo, J. A., Prieto, C.: 1993, *MICROMETER MEASUREMENTS OF VISUAL DOUBLE STARS MADE AT THE SPANISH OBSERVATORIES AT CALAR-ALTO AND FABRA*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **100**, 641.

1994

2. Hartkopf, W. I., McAlister, H. A., Mason, B. D., Barry, D. J., Turner, N. H., Fu, H. H.: 1994, *ICCD SPECKLE OBSERVATIONS OF BINARY STARS .11. MEASUREMENTS DURING 1991-1993 FROM THE KITT PEAK 4-M TELESCOPE*, Astronomical Journal, **108**, 2299.

1999

3. Aristidi, E., Prieur, J. L., Scardia, M., Koechlin, L., Avila, R., Carbillet, M., Lopez, B., Rabbia, Y., Nisenson, P., Gezari, D.: 1999, *SPECKLE OBSERVATIONS OF DOUBLE AND MULTIPLE STARS AT PIC DU MIDI. MEASUREMENTS DURING 1995 AND 1997 AND NEW ORBITS*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **134**, 545.

———

15. **Zulević, D. J.: 1991,** *ORBITES NOUVELLES*, **IAU Commision 26, Information Circular, 114, 1.**

1994

1. Hartkopf, W. I., McAlister, H. A., Mason, B. D., Barry, D. J., Turner, N. H., Fu, H. H.: 1994, *ICCD SPECKLE OBSERVATIONS OF BINARY STARS .11. MEASUREMENTS DURING 1991-1993 FROM THE KITT PEAK 4-M TELESCOPE*, Astronomical Journal, **108**, 2299.

———

16. **Zulević, D. J.: 1992,** *ORBITES NOUVELLES WDS 01512N2439, WDS 02383N4564*, **IAU Commision 26, Information Circular, 117, 1.**

1994

1. Hartkopf, W. I., McAlister, H. A., Mason, B. D., Barry, D. J., Turner, N. H., Fu, H. H.: 1994, *ICCD SPECKLE OBSERVATIONS OF BINARY STARS .11. MEASUREMENTS DURING 1991-1993 FROM THE KITT PEAK 4-M TELESCOPE*, Astronomical Journal, **108**, 2299.

———

17. **Zulević, D. J.: 1992,** *ORBITES NOUVELLES WDS 03283N6015, WDS 22253561137*, **IAU Commision 26, Information Circular, 118, 1.**

1994

1. Baize, P.: 1994, *ORBITAL ELEMENTS OF 12 BINARY STARS*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **106**, 267.

———

18. **Zulević, D. J.; 1992,** *ORBITS OF TWO INTERFEROMETRIC AND ONE VISUAL BINARY STARS*, **Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, 146, 61.**

1998

1. Martin, C., Mignard, F., Hartkopf, W. I., Mc Alister, H. A.: 1998, *MASS DETERMINATION OF ASTROMETRIC BINARIES WITH HIPPARCOS III - NEW RESULTS FOR 28 SYSTEMS*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **133**, 149.

———

19. **Olević, D., Popović, G. M., Zulević, D. J., Ćatović, Z.: 1993,** *NEW ORBITAL ELEMENTS OF FOUR VISUAL BINARIES*, **Bulletin Astronomique de Belgrade, 148, 49.**

1998

1. Worley, C. E., Mason, B. D.: 1998, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS*, Astronomical Journal, **116**, 917.

2000

2. Ling, J. F., Prieto, C.: 2000, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS MADE AT THE COTE D'AZUR AND CALAR ALTO OBSERVATORIES*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **143**, 335.

3. Mason, B. D., Hartkopf, W. I., Holdenried, E. R., Rafferty, T. J., Wycoff, G. L., Hennessy, G. S., Hall, D. M., Urban, S. E., Corbin, T. E.: 2000, *SPECKLE INTERFEROMETRY AT THE US NAVAL OBSERVATORY. VI.*, Astronomical Journal, **120**, 1120.

———

20. **Zulević, D. J.: 1993,** *ORBITES NOUVELLES WDS 17088N6543, WDS 21044S1951*, **IAU Commision 26, Information Circular, 119, 1.**

1994

1. Hartkopf, W. I., McAlister, H. A., Mason, B. D., Barry, D. J., Turner, N. H., Fu, H. H.: 1994, *ICCD SPECKLE OBSERVATIONS OF BINARY STARS .11. MEASUREMENTS DURING 1991-1993 FROM THE KITT PEAK 4-M TELESCOPE*, Astronomical Journal, **108**, 2299.

———

21. **Zulević, D. J.: 1993,** *NEW ORBIT OF BINARY STAR WDS 21044S1951=FIN 328*, **Bulletin Astronomique de Belgrade, 147, 63.**

1999

1. Mason, B. D., Douglass, G. G., Hartkopf, W. I.: 1999, *BINARY STAR ORBITS FROM SPECKLE INTERFEROMETRY. I. IMPROVED ORBITAL ELEMENTS OF 22 VISUAL SYSTEMS*, Astronomical Journal, **117**, 1023.

———

22. **Olević, D., Popović, G. M., Zulević, D. J., Ćatović, Z.: 1994,** *NEW ORBITAL ELEMENTS OF FIVE VISUAL BINARIES***, Bulletin Astronomique de Belgrade, 149, 95.**

1998

1. Alzner, A.: 1998, *ORBITAL ELEMENTS OF 9 VISUAL DOUBLE STARS*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **132**, 253.

———

23. **Zulević, D. J.: 1994,***ORBIT OF BINARY STAR ADS 16904, A 643***, Bulletin Astronomique de Belgrade, 150, 117.**

1998

1. Schoeller, M., Balega, I. I., Balega, Y. Y., Hofmann, K. H., Reinheimer, T., Weigelt, G.: 1998, *DIFFRACTION-LIMITED SPECKLE MASKING INTERFEROMETRY OF BINARY STARS WITH THE SAO 6-M TELESCOPE*, Astronomy Letters A, Journal of Astronomy and Space Astrophysics, **24**, 283.

1999

2. Balega, I. I., Balega, Y. Y., Hofmann, K. H., Tokovinin, A. A., Weigelt, G.: 1999, *PARAMETERS OF FOUR MULTIPLE SYSTEMS FROM SPECKLE INTERFEROMETRY*, Astronomy Letters A, Journal of Astronomy and Space Astrophysics, **25**, 797.

———

24. **Zulević, D. J.: 1996,** *NEW ORBITAL ELEMENTS OF FIVE VISUAL BINARIES***, Bulletin Astronomique de Belgrade, 153, 79.**

2000

1. Hartkopf, W. I., Mason, B. D., Mc Alister, H. A., Roberts, L. C., Turner, N. H., ten Brummelaar, T. A., Prieto, C. M., Ling, J. F., Franz, O. G.: 2000, *ICCD SPECKLE OBSERVATIONS OF BINARY STARS. XXIII MEASURING DURING 1982-1997 FROM SIX TELESCOPES, WITH 14 NEW ORBITS*, Astronomical Journal, **119**, 3084.

ЖИВОТ И НАУЧНА АКТИВНОСТ ДАНИЛА ЗУЛЕВИЋА (1937 – 1998)

М. С. Димитријевић

Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд-74, Србија, Југославија

УДК 929(497,11)"19/19"З.:52(092)
Стручни рад

У раду су приказани живот и научна активност Данила Зулевића (1937 – 1998), сарадника Астрономске опсерваторије у Београду. Такође су дати библиографија његових радова, листа референци у којима се он помиње и листа његових цитата у Science Citation Index – у.

1998SerAJ.157..109P

Serb. Astron. J. № 157 (1998), 109 – 114

UDC 52–355.3
Preliminary report

ESTIMATION OF ELECTRON-IMPACT LINE WIDTHS FOR SINGLY-, DOUBLY- AND TRIPLY-CHARGED VANADIUM IONS

L. Č. Popović and M. S. Dimitrijević

Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade 74, Yugoslavia

(Received: March 2, 1998)

SUMMARY: In this paper we present the electron-impact widths for 28 transitions of singly-, doubly-, and triply- ionized vanadium estimated by using the modified semiempirical method. The electron-impact widths have been estimated for the electron density of $10^{23}\mathrm{m}^{-3}$ and presented as a function of electron temperature.

1. INTRODUCTION

Lines of vanadium ions are present in stellar and solar plasma (see e.g. Van't Veer-Mennert et al. 1985, Adelman and Lanz 1987, Sadakane and Ueta 1989, Werner et al. 1991, Kocer et al. 1993, etc.) and atomic and spectroscopic data for its ions are of interest for the investigation and modelling of such plasmas. The electron-impact broadening mechanism is the main pressure broadening mechanism in stellar plasma conditions with $T_{eff} \geq 10000$ K, i.e. for plasma present in A and B-type stars photospheres. Also, it has been found that vanadium is overabundant in some A-type stars (see e.g. Van't Veer-Mennert et al. 1985). Moreover, Stark broadening parameters for singly and multiply charged vanadium ion lines are of interest not only for the astrophysical plasma investigations but also for laboratory plasma research, and the testing and developing of the Stark broadening theory for shapes of multicharged ion lines.

The electron-impact line widths and shifts for 14 vanadium II, 8 vanadium III and 30 vanadium IV multiplets have been calculated (Popović and Dimitrijević 1998) within the modified semiempirical method (Dimitrijević and Konjević 1980, Dimitrijević and Kršljanin 1986, Popović and Dimitrijević 1996). Here we present the estimated electron-impact line widths for additional transitions when the needed atomic energy levels are not complete, but exist some reliably determinated members of multiplet or supermultiplet. For such cases the averaged atomic energy levels have been used.

However, one must take into account that the usual average accuracy of the modified semiempirical (MSE) method might not be achieved for such results. Here we present the electron-impact widths for 13 V II, 9 V III and 6 V IV multiplets estimated on the basis of the modified semiemprical method.

2. RESULTS AND DISCUSSION

The atomic energy levels needed for estimations were taken from Bashkin and Stoner (1975). Oscillator strengths have been calculated by using the method of Bates and Damgaard (1949) and the tables of Oertel and Shomo (1968). In the case of all three ions, incomplet energy data for $4f$ levels caused that the MSE method for the electron-impact widths calculation couldn't be applied in the adequate way. Consequnetly, we used the following approximation: on the bases of given energies of $4f$ levels we estimated the averaged enegy ($< E >$) for a multiplet as

$$< E >= \frac{\sum_{i=1}^{N} E_i \cdot (2J_i + 1)}{\sum_{i}^{N} (2J_i + 1)},$$

where E_i is the energy of level with corresponding J_i.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157..109P

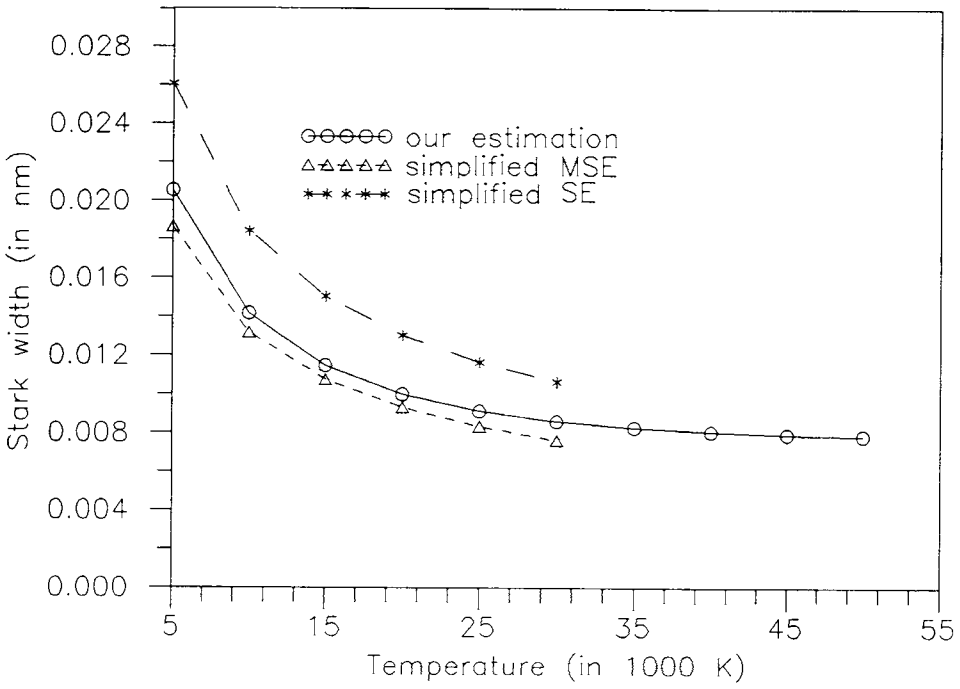


Fig. 1. *Estimated Stark widths (○) for V II $z^5D^0 - e^5P$ ($\overline{\lambda}$=283.26 nm) transition as a function of temperature compared with the results of simplified MSE (Δ) and simplified SE (∗) calculation. The electron density is $10^{23}\mathrm{m}^{-3}$.*

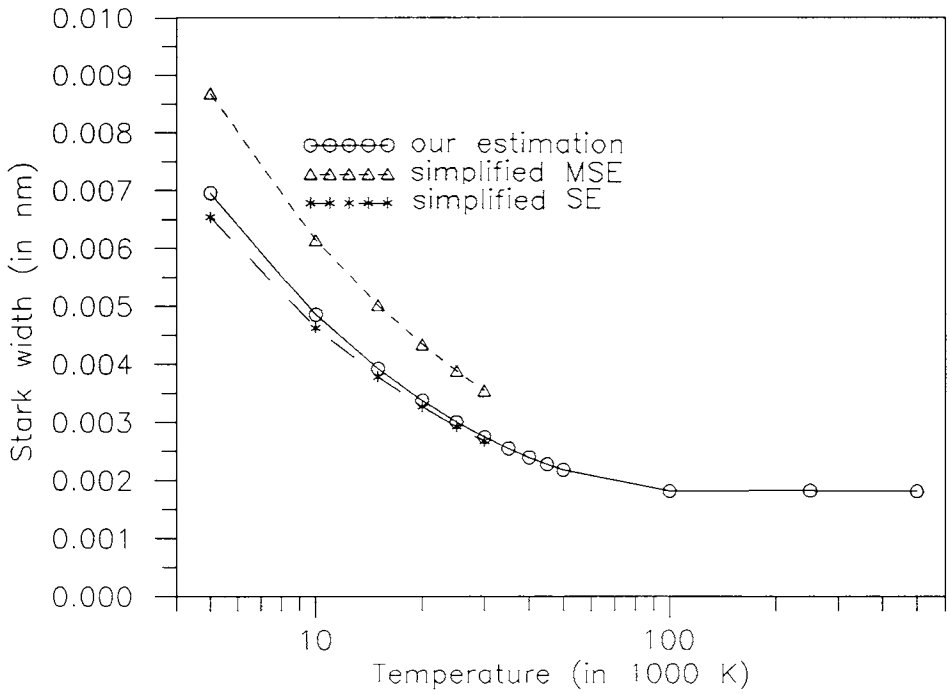


Fig. 2. *Same as in Fig. 1, but for V III $z^4D^0 - e^4P$ ($\overline{\lambda}$=180.00 nm) transition.*

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157..109P

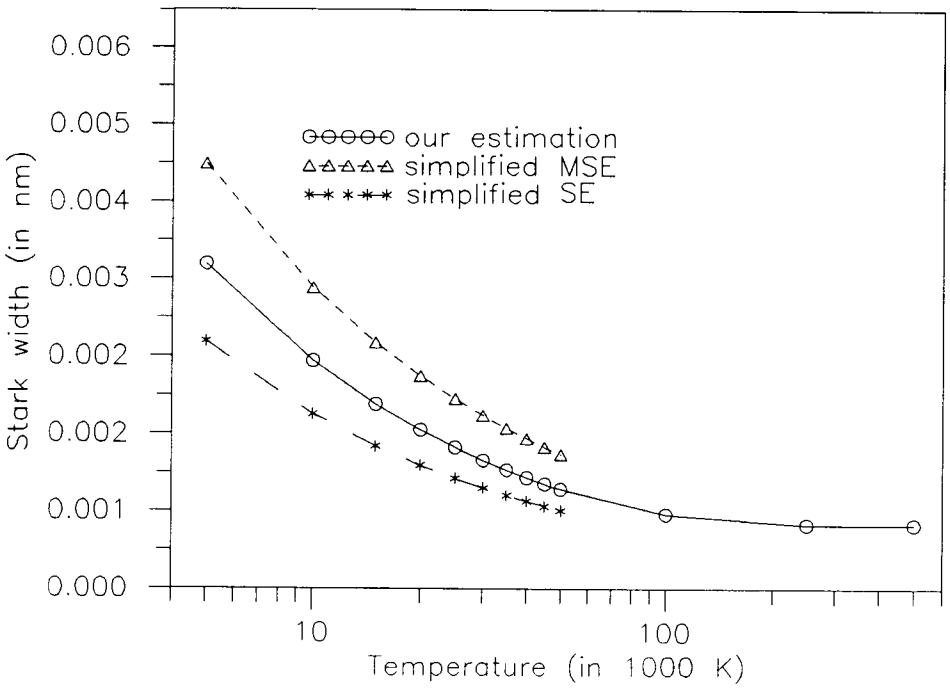


Fig. 3. *Same as in Fig. 1, but for V IV $z^3P^0 - e^3P$ ($\overline{\lambda}$=132.98 nm) transition.*

In the case of incomplete levels we took only levels which are given in Bashkin and Stoner (1975), and after that we have varied the averaged energy in an interval of ± 10 % and we have compared the changes of the corresponding Stark widths. Considering that such estimation is taken only for one or two perturbing levels of the upper level in transitions, as a rule we obtained that final results vary slightly (less than ± 5%), i.e. we expect that Stark width error bars are within the frame of the MSE approach accuracy. Moreover, we have compared such calculated widths with the ones obtained by using the simplified MSE – SMSE (Dimitrijević and Konjević 1987) and simplified semiemprical approach – SSE (Griem 1968). In Figs. 1 – 3 Stark widths obtained by our method by using simplified MSE and simplified SE methods are presented.

Stark widths obtained by the described estimation for 13 V II, 9 V III and 6 V IV multiplets as a function of temperature are presented in Table 1. The calculations have been performed for the perturber density of $10^{23}\mathrm{m}^{-3}$.

Table 1. Stark full widths (FWHM – denoted W) of 25 V II – IV multiplets as a function of temperature. The electron density is $10^{23}\mathrm{m}^{-3}$. The averaged wavelength of the multiplet is denoted $\overline{\lambda}$. With an asterisk are denoted values calculated by using the high temperature limit, so that a jump in W value due to the change of the calculation procedure exists.

Transition	T (K)	W (nm)
	5000.	0.185E-01
	10000.	0.128E-01
$z^3D^0 - e^3D$	20000.	0.905E-02
V II	30000.	0.784E-02
$\overline{\lambda} = 275.58$ nm	40000.	0.741E-02
	50000.	0.726E-02
	5000.	0.183E-01
	10000.	0.126E-01
$z^3D^0 - e^3F$	20000.	0.903E-02
V II	30000.	0.795E-02
$\overline{\lambda} = 257.04$ nm	40000.	0.757E-02
	50000.	0.746E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157..109P

Transition	T (K)	W (nm)
$z^3F^0 - e^3D$ V II $\overline{\lambda} = 301.77$ nm	5000.	0.232E-01
	10000.	0.160E-01
	20000.	0.113E-01
	30000.	0.980E-02
	40000.	0.923E-02
	50000.	0.903E-02
$z^3F^0 - e^3F$ V II $\overline{\lambda} = 279.68$ nm	5000.	0.298E-01
	10000.	0.222E-01
	20000.	0.185E-01
	30000.	0.178E-01
	40000.	0.175E-01
	50000.	0.169E-01
$z^3F^0 - e^3G$ V II $\overline{\lambda} = 282.38$ nm	5000.	0.224E-01
	10000.	0.155E-01
	20000.	0.110E-01
	30000.	0.968E-02
	40000.	0.919E-02
	50000.	0.904E-02
$z^3G^0 - e^3F$ V II $\overline{\lambda} = 273.52$ nm	5000.	0.283E-01
	10000.	0.211E-01
	20000.	0.176E-01
	30000.	0.169E-01
	40000.	0.167E-01
	50000.	0.161E-01
$z^3G^0 - e^3G$ V II $\overline{\lambda} = 276.11$ nm	5000.	0.212E-01
	10000.	0.147E-01
	20000.	0.105E-01
	30000.	0.918E-02
	40000.	0.872E-02
	50000.	0.858E-02
$z^5D^0 - e^5P$ V II $\overline{\lambda} = 283.26$ nm	5000.	0.205E-01
	10000.	0.142E-01
	20000.	0.100E-01
	30000.	0.860E-02
	40000.	0.806E-02
	50000.	0.784E-02
$z^5D^0 - e^5D$ V II $\overline{\lambda} = 255.96$ nm	5000.	0.181E-01
	10000.	0.125E-01
	20000.	0.898E-02
	30000.	0.794E-02
	40000.	0.760E-02
	50000.	0.751E-02
$z^5D^0 - e^5F$ V II $\overline{\lambda} = 279.55$ nm	5000.	0.205E-01
	10000.	0.142E-01
	20000.	0.100E-01
	30000.	0.861E-02
	40000.	0.808E-02
	50000.	0.787E-02

Transition	T (K)	W (nm)
$z^5F^0 - e^5D$ V II $\overline{\lambda} = 253.32$ nm	5000.	0.178E-01
	10000.	0.123E-01
	20000.	0.882E-02
	30000.	0.780E-02
	40000.	0.746E-02
	50000.	0.737E-02
$z^5F^0 - e^5F$ V II $\overline{\lambda} = 276.40$ nm	5000.	0.201E-01
	10000.	0.139E-01
	20000.	0.981E-02
	30000.	0.845E-02
	40000.	0.792E-02
	50000.	0.771E-02
$z^5G^0 - e^5F$ V II $\overline{\lambda} = 262.25$ nm	5000.	0.174E-01
	10000.	0.120E-01
	20000.	0.848E-02
	30000.	0.732E-02
	40000.	0.688E-02
	50000.	0.671E-02
$z^2F^0 - e^2G$ V III $\overline{\lambda} = 175.92$ nm	5000.	.683E-02
	10000.	.476E-02
	20000.	.330E-02
	50000.	.214E-02
	100000.	.180E-02
	250000.	.183E-02
	500000.	.180E-02
$z^2G^0 - e^2G$ V III $\overline{\lambda} = 188.40$ nm	5000.	.780E-02
	10000.	.543E-02
	20000.	.377E-02
	50000.	.244E-02
	100000.	.205E-02
	500000.	.206E-02*
$z^4D^0 - e^4P$ V III $\overline{\lambda} = 180.00$ nm	5000.	.696E-02
	10000.	.485E-02
	20000.	.337E-02
	50000.	.217E-02
	100000.	.181E-02
	250000.	.182E-02
	500000.	.181E-02
$z^4D^0 - e^4D$ V III $\overline{\lambda} = 190.80$ nm	5000.	.684E-02
	10000.	.476E-02
	20000.	.330E-02
	50000.	.211E-02
	100000.	.175E-02
	250000.	.178E-02
	500000.	.180E-02*

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157..109P

Transition	T (K)	W (nm)
$z^4D^0 - e^4F$ V III $\overline{\lambda} = 172.95$ nm	5000.	.619E-02
	10000.	.431E-02
	20000.	.300E-02
	50000.	.199E-02
	100000.	.172E-02
	250000.	.171E-02
$z^4F^0 - e^4D$ V III $\overline{\lambda} = 183.30$ nm	5000.	.618E-02
	10000.	.430E-02
	20000.	.298E-02
	50000.	.191E-02
	100000.	.159E-02
	250000.	.159E-02
	500000.	.159E-02
$z^4F^0 - e^4F$ V III $\overline{\lambda} = 166.77$ nm	5000.	.565E-02
	10000.	.393E-02
	20000.	.274E-02
	50000.	.182E-02
	100000.	.157E-02
	250000.	.157E-02
	500000.	.157E-02
$z^4F^0 - e^4G$ V III $\overline{\lambda} = 185.47$ nm	5000.	.648E-02
	10000.	.451E-02
	20000.	.313E-02
	50000.	.200E-02
	100000.	.166E-02
	250000.	.168E-02*
	500000.	.170E-02*
$z^4G^0 - e^4F$ V III $\overline{\lambda} = 164.15$ nm	5000.	.583E-02
	10000.	.406E-02
	20000.	.282E-02
	50000.	.187E-02
	100000.	.161E-02
	250000.	.162E-02
	500000.	.159E-02
$z^4G^0 - e^4G$ V III $\overline{\lambda} = 182.24$ nm	5000.	.669E-02
	10000.	.466E-02
	20000.	.323E-02
	50000.	.207E-02
	100000.	.170E-02
	250000.	.171E-02*
	500000.	.171E-02*
$z^1P^0 - e^1S^0$ V IV $\overline{\lambda} = 127.30$ nm	5000.	0.361E-02
	10000.	0.253E-02
	20000.	0.176E-02
	50000.	0.111E-02
	100000.	0.842E-03
	250000.	0.732E-03
	500000.	0.715E-03

Transition	T (K)	W (nm)
$z^1P^0 - e^1P$ V IV $\overline{\lambda} = 160.19$ nm	5000.	0.467E-02
	10000.	0.327E-02
	20000.	0.228E-02
	50000.	0.142E-02
	100000.	0.105E-02
	250000.	0.881E-03
	500000.	0.889E-03
$z^1D^0 - e^1D$ V IV $\overline{\lambda} = 122.65$ nm	5000.	0.285E-02
	10000.	0.200E-02
	20000.	0.139E-02
	50000.	0.871E-03
	100000.	0.655E-03
	250000.	0.564E-03
	500000.	0.559E-03
$z^3P^0 - e^3S$ V IV $\overline{\lambda} = 145.27$ nm	5000.	0.389E-02
	10000.	0.273E-02
	20000.	0.190E-02
	50000.	0.119E-02
	100000.	0.879E-03
	250000.	0.740E-03
	500000.	0.743E-03*
$z^3P^0 - e^3P$ V IV $\overline{\lambda} = 132.98$ nm	5000.	0.336E-02
	10000.	0.235E-02
	20000.	0.164E-02
	50000.	0.102E-02
	100000.	0.770E-03
	250000.	0.664E-03
	500000.	0.661E-03
$z^3D^0 - e^3P$ V IV $\overline{\lambda} = 124.78$ nm	5000.	0.287E-02
	10000.	0.201E-02
	20000.	0.140E-02
	50000.	0.875E-03
	100000.	0.660E-03
	250000.	0.571E-03
	500000.	0.568E-03

Acknowledgments – This work is a part of the project "Astrometrical, Astrodynamical and Astrophysical Researches" supported by the Ministry of Science and Technology of Serbia.

REFERENCES

Adelman, S.J. and Lanz T. eds.: 1987, *Elemental abundance analyses*, the Institut d'Astronomie de l'Université de Lausanne.

Bashkin, S. and Stoner, J.O.Jr.: 1975, *Atomic Energy Levels and Grotrian Diagrams*, Vol. 1, North Holland, Amsterdam.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157..109P

Bates, D.R. and Damgaard A.: 1949, *Trans. Roy. Soc. London* Ser. A **242**, 101.
Dimitrijević, M.S. and Konjević, N.: 1980, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **24**, 451.
Dimitrijević, M.S. and Kršljanin, V.: 1986, *Astron. Astrophys.* **165**, 269.
Dimitrijević, M.S. and Konjević, N.: 1987, *Astron. Astrophys.* **173**, 345.
Griem, H.R.: 1968, *Phys. Rev.* **165**, 258.
Kocer, D., Adelman, S.J., Bolcal, C. and Mill, G.: 1993, In *Peculiar Versus Normal Phenomena in A-Type and Related Stars* (Eds. M. M. Dworetski, F. Castelli, R. Faraggiana), ASP Conf. Series **44**, 213.
Oertel, G.K. and Shomo, L.P.: 1968, *Astrophys. J. Suppl. Series*, **16**, 175.
Popović, L.Č. and Dimitrijević, M.S.: 1996, *Astron. Astrophys. Supp. Series*, **120**, 373.
Popović, L.Č. and Dimitrijević, M.S.: 1998, *Phys. Scr.* to be published
Sadakane, K. and Ueta, M.: 1989, *Publ. Astron. Soc. Japan*, **41**, 279.
Van't Veer-Mennert, C., Coupry, M.F. and Burkhart, C.: 1985, *Astron. Astrophys.* **146**, 139.
Werner, K., Heber, U. and Hunger, K.: 1991, *Astron. Astrophys.* **244**, 437.

ПРОЦЕНА ШИРИНА ЛИНИЈА УСЛЕД СУДАРА СА ЕЛЕКТРОНИМА ЗА ЈЕДАНПУТ, ДВАПУТ И ТРИПУТ НАЕЛЕКТРИСАНЕ ЈОНЕ ВАНАДИЈУМА

Л. Ч. Поповић и М. С. Димитријевић

Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд 74, Југославија

УДК 52–355.3
Претходно саопштење

У раду су дате процењене ширине линија настале услед судара са електронима за 28 прелаза једанпут, двапут и трипут јонизованог ванадијума добијене помоћу модификованог семиемпиријског прилаза. Ширине линија су дате у зависности од температуре за електронску концентрацију од 10^{23} m^{-3}.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

Serb. Astron. J. № 157 (1998), 39 – 64

UDC 52–355.3
Preliminary report

STARK BROADENING PARAMETER TABLES FOR Sc X, Sc XI, Ti XI AND Ti XII

M. S. Dimitrijević[1] and S. Sahal–Bréchot[2]

[1] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade 74, Yugoslavia*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris–Meudon, 92190 Meudon, France

(Received: December 31, 1997)

SUMMARY: By using the semiclassical-perturbation formalism, we have calculated electron-, proton-, and He III-impact line widths and shifts for 4 Sc X, 10 Sc XI, 4 Ti XI and 27 Ti XII multiplets, significant for investigation and modeling of different plasmas in astrophysics and physics. For Sc X calculations have been performed within the temperature range from 200,000 K to 5,000,000 K, and for perturber densities 10^{19}cm^{-3} - 10^{22}cm^{-3}. Stark broadening data for Sc XI are tabulated for temperatures from 500,000 K to 5,000,000 K, and perturber densities 10^{18}cm^{-3} - 10^{22}cm^{-3}. For Ti XI calculations were performed within the temperature range from 500,000 K to 5,000,000 K, and perturber densities 10^{18}cm^{-3} - 10^{22}cm^{-3}, while for Ti XII results are given for temperatures from 500,000 K to 6,000,000 K, and perturber densities 10^{18}cm^{-3} - 10^{23}cm^{-3}.

1. INTRODUCTION

Data on Stark broadening of spectral lines for scandium and titanium ions in various ionisation stages are of interest for the analysis, investigation and modeling of various plasmas in solar and stellar physics, plasma physics and technology. For example Rogerson and Ewell (1985) have found 7 Ti IV lines in the τ Sco spectrum. Such data for higher ionization stages are also of interest for the consideration of subphotospheric layers (Seaton 1987). Stark broadening parameters for 10 scandium III and 10 Titanium IV multiplets, have been calculated recently within the semiclassical perturbation approach by Dimitrijević and Sahal-Bréchot (1992).

Within our project (Dimitrijević 1996) to provide a comprehensive set of reliable Stark broadening data needed for the consideration and modeling of plasmas in astrophysics, physics and technology, we have calculated within the semiclassical-perturbation formalism (Sahal–Bréchot 1969ab, see also Sahal-Bréchot 1974, Fleurier *et al.* 1977, Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1984,Dimitrijević *et al.* 1991, Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1995, 1996) electron-, proton-, and He III-impact line widths and shifts for 4 Sc X, 10 Sc XI, 4 Ti XI and 27 Ti XII multiplets. The theoretical formalism has been reviewed several times, as, e.g., briefly in Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1995, 1996.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

Table 1. This table shows electron-, proton-, and He III-impact broadening parameters for Sc X for perturber densities of $10^{19} - 10^{22}$ cm^{-3} and temperatures from 200,000 to 5,000,000 K. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given in the table. By dividing c by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević *et al.* 1991), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for validity of the impact approximation) lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBER DENSITY = 1.E+19cm-3							
PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Sc X 3S-3P	200000.	0.257E-01	-0.164E-03	0.146E-03	-0.876E-04	0.281E-03	-0.164E-03
422.9 Å	500000.	0.165E-01	-0.196E-03	0.473E-03	-0.225E-03	0.925E-03	-0.442E-03
C=0.42E+22	1000000.	0.121E-01	-0.259E-03	0.871E-03	-0.393E-03	0.172E-02	-0.789E-03
	2000000.	0.916E-02	-0.244E-03	0.127E-02	-0.579E-03	0.252E-02	-0.116E-02
	3000000.	0.787E-02	-0.238E-03	0.146E-02	-0.706E-03	0.292E-02	-0.142E-02
	5000000.	0.661E-02	-0.231E-03	0.165E-02	-0.815E-03	0.327E-02	-0.165E-02
Sc X 3P-4S	200000.	0.499E-02	0.227E-03	0.606E-04	0.201E-03	0.119E-03	0.377E-03
147.3 Å	500000.	0.337E-02	0.299E-03	0.251E-03	0.390E-03	0.501E-03	0.765E-03
C=0.14E+21	1000000.	0.258E-02	0.284E-03	0.440E-03	0.542E-03	0.877E-03	0.109E-02
	2000000.	0.203E-02	0.270E-03	0.643E-03	0.652E-03	0.128E-02	0.131E-02
	3000000.	0.178E-02	0.258E-03	0.756E-03	0.722E-03	0.149E-02	0.146E-02
	5000000.	0.151E-02	0.223E-03	0.915E-03	0.821E-03	0.173E-02	0.165E-02
Sc X 3P-5S	200000.	0.399E-02	0.376E-03	0.193E-03	0.380E-03	0.383E-03	0.704E-03
96.3 Å	500000.	0.283E-02	0.427E-03	0.478E-03	0.622E-03	0.959E-03	0.121E-02
C=0.32E+20	1000000.	0.225E-02	0.425E-03	0.720E-03	0.760E-03	0.145E-02	0.153E-02
	2000000.	0.182E-02	0.401E-03	0.933E-03	0.910E-03	0.185E-02	0.183E-02
	3000000.	0.161E-02	0.358E-03	0.110E-02	0.101E-02	0.210E-02	0.204E-02
	5000000.	0.139E-02	0.301E-03	0.133E-02	0.111E-02	0.244E-02	0.225E-02
Sc X 3P-3D	200000.	0.206E-01	-0.669E-04	0.204E-03	-0.321E-04	0.394E-03	-0.602E-04
357.5 Å	500000.	0.133E-01	-0.681E-04	0.591E-03	-0.835E-04	0.116E-02	-0.164E-03
C=0.30E+22	1000000.	0.970E-02	-0.969E-04	0.971E-03	-0.156E-03	0.192E-02	-0.312E-03
	2000000.	0.731E-02	-0.794E-04	0.134E-02	-0.247E-03	0.266E-02	-0.496E-03
	3000000.	0.629E-02	-0.788E-04	0.146E-02	-0.299E-03	0.290E-02	-0.601E-03
	5000000.	0.530E-02	-0.730E-04	0.160E-02	-0.367E-03	0.319E-02	-0.740E-03
PERTURBER DENSITY = 1.E+20cm-3							
Sc X 3S-3P	200000.	0.257	-0.152E-02	0.144E-02	-0.768E-03	0.266E-02	-0.125E-02
422.9 Å	500000.	0.165	-0.187E-02	0.472E-02	-0.217E-02	0.920E-02	-0.410E-02
C=0.42E+23	1000000.	0.121	-0.252E-02	0.871E-02	-0.390E-02	0.172E-01	-0.764E-02
	2000000.	0.916E-01	-0.240E-02	0.127E-01	-0.578E-02	0.252E-01	-0.115E-01
	3000000.	0.787E-01	-0.236E-02	0.146E-01	-0.705E-02	0.292E-01	-0.142E-01
	5000000.	0.661E-01	-0.230E-02	0.165E-01	-0.815E-02	0.327E-01	-0.164E-01
Sc X 3P-4S	200000.	0.499E-01	0.192E-02	0.603E-03	0.175E-02	*0.117E-02	*0.280E-02
147.3 Å	500000.	0.337E-01	0.279E-02	0.250E-02	0.371E-02	*0.500E-02	*0.686E-02
C=0.14E+22	1000000.	0.258E-01	0.268E-02	0.440E-02	0.532E-02	0.878E-02	0.103E-01
	2000000.	0.203E-01	0.258E-02	0.643E-02	0.650E-02	0.127E-01	0.129E-01
	3000000.	0.178E-01	0.253E-02	0.756E-02	0.721E-02	0.149E-01	0.146E-01
	5000000.	0.151E-01	0.222E-02	0.915E-02	0.821E-02	0.173E-01	0.165E-01
Sc X 3P-5S	200000.	0.399E-01	0.299E-02	0.193E-02	0.319E-02		
96.3 Å	500000.	0.283E-01	0.382E-02	0.479E-02	0.579E-02		
C=0.32E+21	1000000.	0.225E-01	0.387E-02	0.720E-02	0.738E-02		
	2000000.	0.182E-01	0.375E-02	0.933E-02	0.906E-02		
	3000000.	0.161E-01	0.345E-02	0.110E-01	0.101E-01		
	5000000.	0.139E-01	0.300E-02	0.133E-01	0.111E-01	*0.244E-01	*0.224E-01
Sc X 3P-3D	200000.	0.206	-0.565E-03	0.201E-02	-0.281E-03	0.372E-02	-0.458E-03
357.5 Å	500000.	0.133	-0.667E-03	0.590E-02	-0.808E-03	0.115E-01	-0.153E-02
C=0.30E+23	1000000.	0.970E-01	-0.946E-03	0.971E-02	-0.154E-02	0.192E-01	-0.303E-02
	2000000.	0.731E-01	-0.777E-03	0.134E-01	-0.246E-02	0.266E-01	-0.492E-02
	3000000.	0.629E-01	-0.781E-03	0.146E-01	-0.299E-02	0.290E-01	-0.600E-02
	5000000.	0.530E-01	-0.729E-03	0.160E-01	-0.367E-02	0.319E-01	-0.740E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
PERTURBER DENSITY = 1.E+21cm-3							
Sc X 3S-3P	200000.	2.57	-0.108E-01	0.121E-01	-0.482E-02	*0.171E-01	-0.499E-02
422.9 Å	500000.	1.65	-0.161E-01	0.467E-01	-0.193E-01	*0.883E-01	-0.329E-01
C=0.42E+24	1000000.	1.21	-0.234E-01	0.869E-01	-0.370E-01	*0.170	-0.693E-01
	2000000.	0.916	-0.226E-01	0.127	-0.570E-01	0.251	-0.110
	3000000.	0.787	-0.226E-01	0.146	-0.704E-01	0.291	-0.139
	5000000.	0.661	-0.225E-01	0.165	-0.814E-01	0.327	-0.164
Sc X 3P-4S	200000.	0.498	0.732E-02	*0.567E-02	*0.104E-01		
147.3 Å	500000.	0.337	0.212E-01	*0.250E-01	*0.312E-01		
C=0.14E+23	1000000.	0.258	0.221E-01	*0.442E-01	*0.484E-01		
	2000000.	0.203	0.225E-01	*0.642E-01	*0.630E-01		
	3000000.	0.178	0.228E-01	0.756E-01	0.718E-01		
	5000000.	0.151	0.209E-01	0.915E-01	0.818E-01		
Sc X 3P-5S	200000.	*0.393	*0.471E-03				
96.3 Å	500000.	0.280	0.219E-01				
C=0.32E+22	1000000.	0.223	0.272E-01				
	2000000.	0.180	0.293E-01				
	3000000.	0.160	0.284E-01				
	5000000.	0.138	0.267E-01				
Sc X 3P-3D	200000.	2.06	-0.437E-02	0.169E-01	-0.176E-02	*0.234E-01	-0.183E-02
357.5 Å	500000.	1.33	-0.571E-02	0.582E-01	-0.720E-02	*0.110	-0.123E-01
C=0.30E+24	1000000.	0.970	-0.889E-02	0.967E-01	-0.147E-01	*0.189	-0.277E-01
	2000000.	0.731	-0.727E-02	0.134	-0.243E-01	*0.265	-0.475E-01
	3000000.	0.629	-0.742E-02	0.146	-0.298E-01	*0.290	-0.590E-01
	5000000.	0.530	-0.709E-02	0.160	-0.366E-01	*0.319	-0.738E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

Table 2. This table shows electron-, proton-, and He III-impact broadening parameters for Sc XI for perturber densities of $10^{18} - 10^{22}$ cm^{-3} and temperatures from 500,000 to 5,000,000 K. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given in the table. By dividing c by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević *et al.* 1991), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for validity of the impact approximation) lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBER DENSITY = 1.E+18cm-3

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Sc XI 3S-3P	500000.	0.247E-02	-0.341E-04	0.526E-04	-0.409E-04	0.103E-03	-0.819E-04
510.9 Å	750000.	0.205E-02	-0.420E-04	0.816E-04	-0.580E-04	0.160E-03	-0.116E-03
C=0.51E+21	1000000.	0.181E-02	-0.442E-04	0.106E-03	-0.712E-04	0.209E-03	-0.143E-03
	2000000.	0.136E-02	-0.414E-04	0.165E-03	-0.105E-03	0.327E-03	-0.210E-03
	3000000.	0.116E-02	-0.401E-04	0.202E-03	-0.128E-03	0.401E-03	-0.257E-03
	5000000.	0.966E-03	-0.390E-04	0.237E-03	-0.147E-03	0.463E-03	-0.297E-03
Sc XI 3S-4P	500000.	0.215E-03	0.177E-05	0.150E-04	0.217E-05	0.296E-04	0.435E-05
95.0 Å	750000.	0.181E-03	0.208E-05	0.185E-04	0.299E-05	0.367E-04	0.601E-05
C=0.68E+19	1000000.	0.161E-03	0.176E-05	0.215E-04	0.368E-05	0.426E-04	0.737E-05
	2000000.	0.125E-03	0.176E-05	0.259E-04	0.523E-05	0.513E-04	0.105E-04
	3000000.	0.109E-03	0.166E-05	0.282E-04	0.617E-05	0.554E-04	0.124E-04
	5000000.	0.930E-04	0.156E-05	0.315E-04	0.707E-05	0.603E-04	0.143E-04
Sc XI 4S-4P	500000.	0.511E-01	-0.145E-02	0.321E-02	-0.209E-02	0.636E-02	-0.420E-02
1327.8 Å	750000.	0.435E-01	-0.139E-02	0.404E-02	-0.256E-02	0.799E-02	-0.516E-02
C=0.13E+22	1000000.	0.390E-01	-0.136E-02	0.475E-02	-0.297E-02	0.943E-02	-0.597E-02
	2000000.	0.306E-01	-0.129E-02	0.601E-02	-0.374E-02	0.119E-01	-0.756E-02
	3000000.	0.268E-01	-0.126E-02	0.674E-02	-0.419E-02	0.131E-01	-0.845E-02
	5000000.	0.230E-01	-0.107E-02	0.790E-02	-0.476E-02	0.147E-01	-0.961E-02
Sc XI 3P-4S	500000.	0.240E-03	0.188E-04	0.130E-04	0.239E-04	0.258E-04	0.480E-04
127.9 Å	750000.	0.204E-03	0.193E-04	0.192E-04	0.288E-04	0.386E-04	0.580E-04
C=0.12E+20	1000000.	0.183E-03	0.185E-04	0.246E-04	0.332E-04	0.492E-04	0.669E-04
	2000000.	0.142E-03	0.177E-04	0.391E-04	0.415E-04	0.780E-04	0.835E-04
	3000000.	0.124E-03	0.172E-04	0.470E-04	0.461E-04	0.926E-04	0.932E-04
	5000000.	0.105E-03	0.152E-04	0.575E-04	0.523E-04	0.110E-03	0.106E-03
Sc XI 3P-3D	500000.	0.146E-02	-0.731E-05	0.477E-04	-0.735E-05	0.933E-04	-0.147E-04
378.7 Å	750000.	0.121E-02	-0.610E-05	0.692E-04	-0.108E-04	0.136E-03	-0.217E-04
C=0.28E+21	1000000.	0.107E-02	-0.895E-05	0.861E-04	-0.140E-04	0.170E-03	-0.280E-04
	2000000.	0.795E-03	-0.832E-05	0.123E-03	-0.233E-04	0.244E-03	-0.469E-04
	3000000.	0.679E-03	-0.751E-05	0.140E-03	-0.283E-04	0.279E-03	-0.569E-04
	5000000.	0.566E-03	-0.726E-05	0.155E-03	-0.361E-04	0.308E-03	-0.727E-04
Sc XI 3P-4D	500000.	0.261E-03	0.393E-05	0.186E-04	0.117E-04	0.366E-04	0.234E-04
104.9 Å	750000.	0.220E-03	0.329E-05	0.234E-04	0.145E-04	0.461E-04	0.292E-04
C=0.37E+19	1000000.	0.196E-03	0.349E-05	0.279E-04	0.168E-04	0.545E-04	0.337E-04
	2000000.	0.152E-03	0.346E-05	0.365E-04	0.214E-04	0.691E-04	0.431E-04
	3000000.	0.133E-03	0.283E-05	0.419E-04	0.239E-04	0.765E-04	0.481E-04
	5000000.	0.113E-03	0.225E-05	0.498E-04	0.272E-04	0.869E-04	0.552E-04
Sc XI 3P-5D	500000.	0.335E-03	0.950E-05	0.430E-04	0.324E-04	0.848E-04	0.652E-04
78.8 Å	750000.	0.288E-03	0.996E-05	0.521E-04	0.380E-04	0.102E-03	0.766E-04
C=0.11E+19	1000000.	0.260E-03	0.999E-05	0.574E-04	0.407E-04	0.111E-03	0.820E-04
	2000000.	0.207E-03	0.792E-05	0.720E-04	0.489E-04	0.134E-03	0.987E-04
	3000000.	0.183E-03	0.673E-05	0.830E-04	0.541E-04	0.148E-03	0.109E-03
	5000000.	0.159E-03	0.578E-05	0.968E-04	0.603E-04	0.163E-03	0.121E-03
Sc XI 4P-4D	500000.	0.364E-01	0.323E-04	0.297E-02	0.820E-03	0.586E-02	0.165E-02
1042.3 Å	750000.	0.310E-01	-0.101E-03	0.368E-02	0.107E-02	0.724E-02	0.214E-02
C=0.37E+21	1000000.	0.278E-01	-0.510E-04	0.415E-02	0.121E-02	0.815E-02	0.243E-02
	2000000.	0.218E-01	-0.425E-04	0.495E-02	0.162E-02	0.947E-02	0.328E-02
	3000000.	0.192E-01	-0.871E-04	0.550E-02	0.181E-02	0.102E-01	0.365E-02
	5000000.	0.165E-01	-0.128E-03	0.636E-02	0.205E-02	0.111E-01	0.416E-02
Sc XI 4P-5D	500000.	0.361E-02	0.709E-04	0.445E-03	0.297E-03	0.878E-03	0.598E-03
242.7 Å	750000.	0.311E-02	0.715E-04	0.525E-03	0.349E-03	0.103E-02	0.705E-03
C=0.10E+20	1000000.	0.281E-02	0.734E-04	0.577E-03	0.374E-03	0.112E-02	0.753E-03
	2000000.	0.225E-02	0.543E-04	0.717E-03	0.449E-03	0.133E-02	0.905E-03
	3000000.	0.200E-02	0.440E-04	0.818E-03	0.498E-03	0.147E-02	0.101E-02
	5000000.	0.174E-02	0.359E-04	0.946E-03	0.549E-03	0.160E-02	0.110E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

PERTURBERS ARE: TRANSITION	T(K)	ELECTRONS WIDTH(Å)	ELECTRONS SHIFT(Å)	PROTONS WIDTH(Å)	PROTONS SHIFT(Å)	He III WIDTH(Å)	He III SHIFT(Å)
Sc XI 3D-4P	500000.	0.672E-03	0.107E-04	0.512E-04	0.121E-04	0.101E-03	0.243E-04
168.6 Å	750000.	0.566E-03	0.123E-04	0.631E-04	0.162E-04	0.125E-03	0.324E-04
C=0.21E+20	1000000.	0.504E-03	0.121E-04	0.731E-04	0.192E-04	0.145E-03	0.386E-04
	2000000.	0.389E-03	0.117E-04	0.875E-04	0.264E-04	0.174E-03	0.533E-04
	3000000.	0.340E-03	0.111E-04	0.954E-04	0.297E-04	0.188E-03	0.600E-04
	5000000.	0.291E-03	0.106E-04	0.106E-03	0.341E-04	0.205E-03	0.688E-04
PERTURBER DENSITY = 1.E+19cm-3							
Sc XI 3S-3P	500000.	0.247E-01	-0.340E-03	0.526E-03	-0.406E-03	0.103E-02	-0.796E-03
510.9 Å	750000.	0.205E-01	-0.413E-03	0.816E-03	-0.579E-03	0.160E-02	-0.115E-02
C=0.51E+22	1000000.	0.181E-01	-0.439E-03	0.106E-02	-0.711E-03	0.209E-02	-0.142E-02
	2000000.	0.136E-01	-0.413E-03	0.165E-02	-0.105E-02	0.327E-02	-0.210E-02
	3000000.	0.116E-01	-0.400E-03	0.202E-02	-0.128E-02	0.401E-02	-0.257E-02
	5000000.	0.966E-02	-0.389E-03	0.237E-02	-0.147E-02	0.463E-02	-0.297E-02
Sc XI 3S-4P	500000.	0.215E-02	0.174E-04	0.150E-03	0.216E-04	0.296E-03	0.423E-04
95.0 Å	750000.	0.181E-02	0.205E-04	0.185E-03	0.299E-04	0.367E-03	0.595E-04
C=0.68E+20	1000000.	0.161E-02	0.173E-04	0.215E-03	0.367E-04	0.426E-03	0.732E-04
	2000000.	0.125E-02	0.176E-04	0.259E-03	0.523E-04	0.513E-03	0.105E-03
	3000000.	0.109E-02	0.166E-04	0.282E-03	0.617E-04	0.554E-03	0.124E-03
	5000000.	0.930E-03	0.156E-04	0.315E-03	0.707E-04	0.603E-03	0.143E-03
Sc XI 4S-4P	500000.	0.511	-0.142E-01	0.321E-01	-0.207E-01	0.635E-01	-0.406E-01
1327.8 Å	750000.	0.435	-0.137E-01	0.404E-01	-0.256E-01	0.799E-01	-0.509E-01
C=0.13E+23	1000000.	0.390	-0.133E-01	0.475E-01	-0.296E-01	0.943E-01	-0.591E-01
	2000000.	0.306	-0.129E-01	0.601E-01	-0.374E-01	0.119	-0.754E-01
	3000000.	0.268	-0.126E-01	0.674E-01	-0.419E-01	0.131	-0.845E-01
	5000000.	0.230	-0.107E-01	0.790E-01	-0.476E-01	0.147	-0.961E-01
Sc XI 3P-4S	500000.	0.240E-02	0.184E-03	0.130E-03	0.236E-03	0.258E-03	0.463E-03
127.9 Å	750000.	0.204E-02	0.190E-03	0.192E-03	0.288E-03	0.386E-03	0.572E-03
C=0.12E+21	1000000.	0.183E-02	0.182E-03	0.246E-03	0.332E-03	0.492E-03	0.662E-03
	2000000.	0.142E-02	0.177E-03	0.391E-03	0.415E-03	0.780E-03	0.834E-03
	3000000.	0.124E-02	0.172E-03	0.470E-03	0.461E-03	0.926E-03	0.931E-03
	5000000.	0.105E-02	0.152E-03	0.575E-03	0.523E-03	0.110E-02	0.106E-02
Sc XI 3P-3D	500000.	0.146E-01	-0.714E-04	0.477E-03	-0.729E-04	0.933E-03	-0.143E-03
378.7 Å	750000.	0.121E-01	-0.609E-04	0.692E-03	-0.108E-03	0.136E-02	-0.215E-03
C=0.28E+22	1000000.	0.107E-01	-0.870E-04	0.861E-03	-0.140E-03	0.170E-02	-0.278E-03
	2000000.	0.795E-02	-0.831E-04	0.123E-02	-0.233E-03	0.244E-02	-0.469E-03
	3000000.	0.679E-02	-0.750E-04	0.140E-02	-0.283E-03	0.279E-02	-0.569E-03
	5000000.	0.566E-02	-0.726E-04	0.155E-02	-0.361E-03	0.308E-02	-0.727E-03
Sc XI 3P-4D	500000.	0.261E-02	0.374E-04	0.186E-03	0.116E-03	0.366E-03	0.226E-03
104.9 Å	750000.	0.220E-02	0.315E-04	0.234E-03	0.145E-03	0.460E-03	0.288E-03
C=0.37E+20	1000000.	0.196E-02	0.333E-04	0.279E-03	0.167E-03	0.545E-03	0.334E-03
	2000000.	0.152E-02	0.345E-04	0.365E-03	0.214E-03	0.691E-03	0.431E-03
	3000000.	0.133E-02	0.282E-04	0.419E-03	0.239E-03	0.765E-03	0.481E-03
	5000000.	0.113E-02	0.224E-04	0.498E-03	0.272E-03	0.869E-03	0.552E-03
Sc XI 3P-5D	500000.	0.335E-02	0.867E-04	0.430E-03	0.319E-03	*0.847E-03	*0.619E-03
78.8 Å	750000.	0.288E-02	0.935E-04	0.521E-03	0.379E-03	*0.102E-02	*0.750E-03
C=0.11E+20	1000000.	0.260E-02	0.941E-04	0.574E-03	0.406E-03	0.111E-02	0.807E-03
	2000000.	0.207E-02	0.787E-04	0.720E-03	0.489E-03	0.134E-02	0.985E-03
	3000000.	0.183E-02	0.668E-04	0.830E-03	0.541E-03	0.148E-02	0.109E-02
	5000000.	0.159E-02	0.574E-04	0.968E-03	0.603E-03	0.163E-02	0.121E-02
Sc XI 4P-4D	500000.	0.364	0.190E-03	0.296E-01	0.813E-02	0.586E-01	0.159E-01
1042.3 Å	750000.	0.310	-0.108E-02	0.367E-01	0.106E-01	0.724E-01	0.212E-01
C=0.37E+22	1000000.	0.278	-0.620E-03	0.415E-01	0.121E-01	0.815E-01	0.241E-01
	2000000.	0.218	-0.432E-03	0.495E-01	0.162E-01	0.947E-01	0.327E-01
	3000000.	0.192	-0.880E-03	0.550E-01	0.181E-01	0.102	0.364E-01
	5000000.	0.165	-0.129E-02	0.636E-01	0.205E-01	0.111	0.416E-01
Sc XI 4P-5D	500000.	0.361E-01	0.633E-03	0.445E-02	0.293E-02	*0.877E-02	*0.568E-02
242.7 Å	750000.	0.311E-01	0.660E-03	0.525E-02	0.349E-02	*0.103E-01	*0.690E-02
C=0.10E+21	1000000.	0.281E-01	0.681E-03	0.577E-02	0.373E-02	*0.112E-01	*0.741E-02
	2000000.	0.225E-01	0.539E-03	0.717E-02	0.449E-02	0.133E-01	0.903E-02
	3000000.	0.200E-01	0.435E-03	0.818E-02	0.498E-02	0.147E-01	0.100E-01
	5000000.	0.174E-01	0.355E-03	0.946E-02	0.549E-02	0.160E-01	0.110E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Sc XI 3D-4P	500000.	0.672E-02	0.106E-03	0.512E-03	0.120E-03	0.101E-02	0.236E-03
168.6 Å	750000.	0.566E-02	0.122E-03	0.631E-03	0.162E-03	0.125E-02	0.321E-03
C=0.21E+21	1000000.	0.504E-02	0.120E-03	0.731E-03	0.192E-03	0.145E-02	0.383E-03
	2000000.	0.389E-02	0.117E-03	0.875E-03	0.264E-03	0.174E-02	0.532E-03
	3000000.	0.340E-02	0.111E-03	0.954E-03	0.297E-03	0.188E-02	0.599E-03
	5000000.	0.291E-02	0.106E-03	0.106E-02	0.341E-03	0.205E-02	0.688E-03
PERTURBER DENSITY = 1.E+20cm-3							
Sc XI 3S-3P	500000.	0.247	-0.323E-02	0.526E-02	-0.388E-02	0.102E-01	-0.732E-02
510.9 Å	750000.	0.205	-0.401E-02	0.816E-02	-0.565E-02	0.160E-01	-0.109E-01
C=0.51E+23	1000000.	0.181	-0.428E-02	0.106E-01	-0.704E-02	0.209E-01	-0.138E-01
	2000000.	0.136	-0.405E-02	0.165E-01	-0.104E-01	0.327E-01	-0.208E-01
	3000000.	0.116	-0.396E-02	0.202E-01	-0.127E-01	0.401E-01	-0.257E-01
	5000000.	0.966E-01	-0.389E-02	0.237E-01	-0.147E-01	0.463E-01	-0.297E-01
Sc XI 3S-4P	500000.	0.215E-01	0.168E-03	0.150E-02	0.206E-03	*0.292E-02	*0.388E-03
95.0 Å	750000.	0.181E-01	0.195E-03	0.185E-02	0.291E-03	*0.365E-02	*0.562E-03
C=0.68E+21	1000000.	0.161E-01	0.166E-03	0.215E-02	0.363E-03	*0.425E-02	*0.709E-03
	2000000.	0.125E-01	0.171E-03	0.259E-02	0.522E-03	0.513E-02	0.104E-02
	3000000.	0.109E-01	0.163E-03	0.282E-02	0.616E-03	0.554E-02	0.124E-02
	5000000.	0.930E-02	0.156E-03	0.315E-02	0.707E-03	0.603E-02	0.142E-02
Sc XI 4S-4P	500000.	5.11	-0.131	0.320	-0.196	*0.629	-0.366
1327.8 Å	750000.	4.35	-0.128	0.404	-0.247	*0.796	-0.472
C=0.13E+24	1000000.	3.90	-0.126	0.475	-0.292	*0.941	-0.565
	2000000.	3.06	-0.123	0.601	-0.373	*1.19	-0.741
	3000000.	2.68	-0.123	0.674	-0.418	*1.31	-0.842
	5000000.	2.30	-0.107	0.790	-0.476	1.47	-0.958
Sc XI 3P-4S	500000.	0.240E-01	0.173E-02	0.130E-02	0.223E-02	0.257E-02	0.416E-02
127.9 Å	750000.	0.204E-01	0.180E-02	0.192E-02	0.277E-02	0.386E-02	0.528E-02
C=0.12E+22	1000000.	0.183E-01	0.174E-02	0.246E-02	0.326E-02	0.492E-02	0.630E-02
	2000000.	0.142E-01	0.171E-02	0.391E-02	0.414E-02	0.781E-02	0.819E-02
	3000000.	0.124E-01	0.168E-02	0.470E-02	0.460E-02	0.926E-02	0.928E-02
	5000000.	0.105E-01	0.151E-02	0.575E-02	0.523E-02	0.110E-01	0.106E-01
Sc XI 3P-3D	500000.	0.146	-0.703E-03	0.476E-02	-0.698E-03	0.925E-02	-0.132E-02
378.7 Å	750000.	0.121	-0.569E-03	0.692E-02	-0.106E-02	0.136E-01	-0.204E-02
C=0.28E+23	1000000.	0.107	-0.864E-03	0.861E-02	-0.138E-02	0.170E-01	-0.271E-02
	2000000.	0.795E-01	-0.821E-03	0.123E-01	-0.233E-02	0.244E-01	-0.465E-02
	3000000.	0.679E-01	-0.739E-03	0.140E-01	-0.283E-02	0.279E-01	-0.569E-02
	5000000.	0.566E-01	-0.724E-03	0.155E-01	-0.361E-02	0.308E-01	-0.726E-02
Sc XI 3P-4D	500000.	0.261E-01	0.315E-03	0.185E-02	0.109E-02	*0.362E-02	*0.204E-02
104.9 Å	750000.	0.220E-01	0.270E-03	0.234E-02	0.140E-02	*0.458E-02	*0.268E-02
C=0.37E+21	1000000.	0.196E-01	0.289E-03	0.279E-02	0.165E-02	*0.544E-02	*0.319E-02
	2000000.	0.152E-01	0.313E-03	0.365E-02	0.213E-02	*0.691E-02	*0.423E-02
	3000000.	0.133E-01	0.267E-03	0.419E-02	0.239E-02	0.765E-02	0.480E-02
	5000000.	0.113E-01	0.222E-03	0.498E-02	0.272E-02	0.869E-02	0.551E-02
Sc XI 3P-5D	500000.	0.335E-01	0.629E-03	*0.427E-02	*0.294E-02		
78.8 Å	750000.	0.288E-01	0.724E-03	*0.520E-02	*0.358E-02		
C=0.11E+21	1000000.	0.260E-01	0.770E-03	*0.574E-02	*0.395E-02		
	2000000.	0.207E-01	0.653E-03	*0.720E-02	*0.486E-02		
	3000000.	0.183E-01	0.602E-03	0.830E-02	0.539E-02		
	5000000.	0.159E-01	0.565E-03	0.968E-02	0.603E-02	*0.163E-01	*0.120E-01
Sc XI 4P-4D	500000.	3.64	-0.266E-02	0.295	0.771E-01	*0.577	*0.145
1042.3 Å	750000.	3.10	-0.135E-01	0.367	0.103	*0.720	*0.198
C=0.37E+23	1000000.	2.78	-0.935E-02	0.414	0.119	*0.813	*0.231
	2000000.	2.18	-0.654E-02	0.495	0.162	*0.946	*0.322
	3000000.	1.92	-0.980E-02	0.550	0.180	*1.02	*0.364
	5000000.	1.65	-0.130E-01	0.636	0.205	*1.11	*0.415
Sc XI 4P-5D	500000.	0.361	0.414E-02	*0.443E-01	*0.270E-01		
242.7 Å	750000.	0.311	0.469E-02	*0.524E-01	*0.330E-01		
C=0.10E+22	1000000.	0.281	0.525E-02	*0.577E-01	*0.363E-01		
	2000000.	0.225	0.417E-02	*0.717E-01	*0.447E-01		
	3000000.	0.200	0.376E-02	*0.818E-01	*0.496E-01		
	5000000.	0.174	0.347E-02	0.946E-01	0.549E-01		

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Sc XI 3D-4P	500000.	0.672E-01	0.102E-02	0.510E-02	0.114E-02	*0.997E-02	*0.215E-02
168.6 Å	750000.	0.566E-01	0.116E-02	0.630E-02	0.157E-02	*0.124E-01	*0.302E-02
C=0.21E+22	1000000.	0.504E-01	0.116E-02	0.730E-02	0.189E-02	*0.145E-01	*0.369E-02
	2000000.	0.389E-01	0.114E-02	0.875E-02	0.264E-02	*0.174E-01	*0.526E-02
	3000000.	0.340E-01	0.109E-02	0.954E-02	0.296E-02	0.188E-01	0.598E-02
	5000000.	0.291E-01	0.106E-02	0.106E-01	0.341E-02	0.205E-01	0.687E-02
PERTURBER DENSITY = 1.E+21cm-3							
Sc XI 3S-3P	500000.	2.47	-0.272E-01	0.519E-01	-0.343E-01	*0.975E-01	-0.572E-01
510.9 Å	750000.	2.05	-0.360E-01	0.811E-01	-0.523E-01	*0.157	-0.948E-01
C=0.51E+24	1000000.	1.81	-0.391E-01	0.106	-0.663E-01	0.207	-0.124
	2000000.	1.36	-0.377E-01	0.165	-0.103	0.327	-0.199
	3000000.	1.16	-0.372E-01	0.202	-0.126	0.401	-0.251
	5000000.	0.966	-0.378E-01	0.237	-0.147	0.463	-0.296
Sc XI 3S-4P	500000.	0.215	0.139E-02	*0.146E-01	*0.182E-02		
95.0 Å	750000.	0.181	0.173E-02	*0.183E-01	*0.269E-02		
C=0.68E+22	1000000.	0.161	0.147E-02	*0.214E-01	*0.341E-02		
	2000000.	0.125	0.155E-02	*0.258E-01	*0.513E-02		
	3000000.	0.109	0.150E-02	*0.282E-01	*0.608E-02		
	5000000.	0.930E-01	0.150E-02	0.315E-01	0.705E-02		
Sc XI 3P-4S	500000.	0.240	0.133E-01	0.130E-01	0.190E-01		
127.9 Å	750000.	0.204	0.147E-01	0.192E-01	0.246E-01		
C=0.12E+23	1000000.	0.183	0.146E-01	0.245E-01	0.296E-01		
	2000000.	0.142	0.150E-01	0.392E-01	0.402E-01		
	3000000.	0.124	0.150E-01	0.469E-01	0.450E-01		
	5000000.	0.105	0.143E-01	0.575E-01	0.521E-01		
Sc XI 3P-3D	500000.	1.46	-0.604E-02	0.469E-01	-0.620E-02	*0.878E-01	-0.104E-01
378.7 Å	750000.	1.21	-0.505E-02	0.687E-01	-0.984E-02	*0.133	-0.179E-01
C=0.28E+24	1000000.	1.07	-0.794E-02	0.858E-01	-0.131E-01	*0.167	-0.246E-01
	2000000.	0.795	-0.766E-02	0.123	-0.230E-01	*0.244	-0.448E-01
	3000000.	0.679	-0.700E-02	0.140	-0.280E-01	*0.279	-0.559E-01
	5000000.	0.566	-0.708E-02	0.155	-0.360E-01	0.308	-0.725E-01
Sc XI 3P-4D	500000.	0.260	0.109E-02	*0.181E-01	*0.942E-02		
104.9 Å	750000.	0.220	0.106E-02	*0.231E-01	*0.126E-01		
C=0.37E+22	1000000.	0.196	0.150E-02	*0.277E-01	*0.151E-01		
	2000000.	0.152	0.213E-02	*0.364E-01	*0.207E-01		
	3000000.	0.133	0.176E-02	*0.419E-01	*0.234E-01		
	5000000.	0.113	0.182E-02	*0.498E-01	*0.271E-01		
Sc XI 3P-5D	500000.	*0.327	-0.116E-02				
78.8 Å	750000.	0.282	0.125E-02				
C=0.11E+22	1000000.	0.255	0.259E-02				
	2000000.	0.204	0.274E-02				
	3000000.	0.180	0.251E-02				
	5000000.	0.157	0.395E-02				
Sc XI 4P-5D	500000.	*3.54	-0.262E-01				
242.7 Å	750000.	3.05	-0.756E-02				
C=0.10E+23	1000000.	2.77	0.615E-02				
	2000000.	2.22	0.738E-02				
	3000000.	1.97	0.559E-02				
	5000000.	1.72	0.192E-01				
Sc XI 3D-4P	500000.	0.672	0.853E-02	*0.498E-01	*0.100E-01		
168.6 Å	750000.	0.566	0.104E-01	*0.621E-01	*0.144E-01		
C=0.21E+23	1000000.	0.504	0.104E-01	*0.725E-01	*0.177E-01		
	2000000.	0.389	0.105E-01	*0.874E-01	*0.258E-01		
	3000000.	0.340	0.102E-01	*0.953E-01	*0.292E-01		
	5000000.	0.291	0.102E-01	0.106	0.340E-01		
PERTURBER DENSITY = 1.E+22cm-3							
Sc XI 3S-4P	500000.	*2.12	*0.219E-02				
95.0 Å	750000.	*1.79	*0.854E-02				
C=0.68E+23	1000000.	*1.60	*0.697E-02				
	2000000.	1.24	0.103E-01				
	3000000.	1.08	0.110E-01				
	5000000.	0.924	0.114E-01				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Sc XI 3P-4S	500000.	*2.33	-0.177E-01				
127.9 Å	750000.	1.99	0.323E-01				
C=0.12E+24	1000000.	1.79	0.502E-01				
	2000000.	1.40	0.845E-01				
	3000000.	1.22	0.973E-01				
	5000000.	1.04	0.962E-01				
Sc XI 3P-3D	500000.	14.6	-0.285E-01	*0.395	-0.408E-01		
378.7 Å	750000.	12.1	-0.255E-01	*0.653	-0.798E-01		
C=0.28E+25	1000000.	10.7	-0.584E-01	*0.834	-0.114		
	2000000.	7.95	-0.626E-01	*1.22	-0.214		
	3000000.	6.79	-0.587E-01	*1.40	-0.269		
	5000000.	5.66	-0.601E-01	*1.55	-0.354		
Sc XI 3P-4D	500000.	*2.49	-0.296E-01				
104.9 Å	750000.	*2.12	-0.224E-01				
C=0.37E+23	1000000.	*1.89	-0.129E-01				
	2000000.	1.47	0.178E-02				
	3000000.	1.29	0.126E-02				
	5000000.	1.10	0.171E-02				
Sc XI 3P-5D	500000.						
78.8 Å	750000.						
C=0.11E+23	1000000.	*2.24	-0.178E-01				
	2000000.	*1.83	-0.600E-02				
	3000000.	1.64	-0.198E-02				
	5000000.	1.44	0.406E-02				
Sc XI 3D-4P	500000.	*6.63	*0.199E-01				
168.6 Å	750000.	*5.60	*0.546E-01				
C=0.21E+24	1000000.	*4.99	*0.625E-01				
	2000000.	3.86	0.767E-01				
	3000000.	3.37	0.790E-01				
	5000000.	2.89	0.823E-01				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

Table 3. This table shows electron-, proton-, and He III-impact broadening parameters for Ti XI for perturber densities of $10^{18} - 10^{22}$ cm^{-3} and temperatures from 500,000 to 5,000,000 K. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given in the table. By dividing c by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević *et al.* 1991), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for validity of the impact approximation) lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBER DENSITY = 1.E+18cm-3

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Ti XI 3S 3P	500000.	0.129E-02	-0.146E-04	0.258E-04	-0.141E-04	0.504E-04	-0.282E-04
386.1 Å	750000.	0.107E-02	-0.155E-04	0.401E-04	-0.204E-04	0.789E-04	-0.409E-04
C=0.39E+21	1000000.	0.943E-03	-0.181E-04	0.518E-04	-0.258E-04	0.102E-03	-0.517E-04
	2000000.	0.704E-03	-0.174E-04	0.802E-04	-0.400E-04	0.159E-03	-0.807E-04
	3000000.	0.601E-03	-0.171E-04	0.986E-04	-0.486E-04	0.196E-03	-0.980E-04
	5000000.	0.500E-03	-0.163E-04	0.113E-03	-0.589E-04	0.223E-03	-0.119E-03
Ti XI 3P 4S	500000.	0.213E-03	0.164E-04	0.113E-04	0.213E-04	0.223E-04	0.429E-04
123.9 Å	750000.	0.181E-03	0.168E-04	0.171E-04	0.258E-04	0.343E-04	0.518E-04
C=0.11E+20	1000000.	0.162E-03	0.162E-04	0.218E-04	0.298E-04	0.437E-04	0.599E-04
	2000000.	0.126E-03	0.154E-04	0.352E-04	0.373E-04	0.697E-04	0.752E-04
	3000000.	0.110E-03	0.149E-04	0.423E-04	0.416E-04	0.826E-04	0.839E-04
	5000000.	0.932E-04	0.132E-04	0.515E-04	0.473E-04	0.981E-04	0.951E-04
Ti XI 3P 5S	500000.	0.176E-03	0.255E-04	0.245E-04	0.357E-04	0.492E-04	0.719E-04
81.1 Å	750000.	0.153E-03	0.248E-04	0.351E-04	0.417E-04	0.703E-04	0.842E-04
C=0.25E+19	1000000.	0.139E-03	0.245E-04	0.405E-04	0.448E-04	0.809E-04	0.901E-04
	2000000.	0.111E-03	0.231E-04	0.541E-04	0.540E-04	0.106E-03	0.108E-03
	3000000.	0.985E-04	0.209E-04	0.633E-04	0.600E-04	0.121E-03	0.120E-03
	5000000.	0.843E-04	0.177E-04	0.776E-04	0.667E-04	0.141E-03	0.134E-03
Ti XI 3P 3D	500000.	0.104E-02	-0.549E-05	0.325E-04	-0.513E-05	0.637E-04	-0.103E-04
327.2 Å	750000.	0.858E-03	-0.460E-05	0.476E-04	-0.758E-05	0.936E-04	-0.152E-04
C=0.28E+21	1000000.	0.753E-03	-0.590E-05	0.595E-04	-0.979E-05	0.117E-03	-0.196E-04
	2000000.	0.560E-03	-0.614E-05	0.859E-04	-0.164E-04	0.170E-03	-0.330E-04
	3000000.	0.478E-03	-0.532E-05	0.985E-04	-0.200E-04	0.196E-03	-0.404E-04
	5000000.	0.398E-03	-0.532E-05	0.109E-03	-0.256E-04	0.216E-03	-0.516E-04

PERTURBER DENSITY = 1.E+19cm-3

Ti XI 3S 3P	500000.	0.129E-01	-0.142E-03	0.258E-03	-0.140E-03	0.503E-03	-0.275E-03
386.1 Å	750000.	0.107E-01	-0.155E-03	0.401E-03	-0.204E-03	0.788E-03	-0.405E-03
C=0.39E+22	1000000.	0.943E-02	-0.179E-03	0.518E-03	-0.258E-03	0.102E-02	-0.514E-03
	2000000.	0.704E-02	-0.174E-03	0.802E-03	-0.400E-03	0.159E-02	-0.806E-03
	3000000.	0.601E-02	-0.171E-03	0.986E-03	-0.486E-03	0.196E-02	-0.979E-03
	5000000.	0.500E-02	-0.162E-03	0.113E-02	-0.589E-03	0.223E-02	-0.119E-02
Ti XI 3P 4S	500000.	0.213E-02	0.161E-03	0.113E-03	0.211E-03	0.224E-03	0.414E-03
123.9 Å	750000.	0.181E-02	0.165E-03	0.171E-03	0.258E-03	0.343E-03	0.511E-03
C=0.11E+21	1000000.	0.162E-02	0.159E-03	0.218E-03	0.297E-03	0.437E-03	0.593E-03
	2000000.	0.126E-02	0.154E-03	0.352E-03	0.373E-03	0.697E-03	0.750E-03
	3000000.	0.110E-02	0.149E-03	0.423E-03	0.416E-03	0.826E-03	0.838E-03
	5000000.	0.932E-03	0.131E-03	0.515E-03	0.473E-03	0.981E-03	0.951E-03
Ti XI 3P 5S	500000.	0.177E-02	0.245E-03	0.245E-03	0.352E-03	0.490E-03	0.682E-03
81.1 Å	750000.	0.153E-02	0.243E-03	0.351E-03	0.417E-03	0.703E-03	0.824E-03
C=0.25E+20	1000000.	0.139E-02	0.239E-03	0.405E-03	0.447E-03	0.809E-03	0.887E-03
	2000000.	0.111E-02	0.230E-03	0.541E-03	0.540E-03	0.106E-02	0.108E-02
	3000000.	0.985E-03	0.208E-03	0.633E-03	0.600E-03	0.121E-02	0.120E-02
	5000000.	0.843E-03	0.177E-03	0.776E-03	0.667E-03	0.141E-02	0.134E-02
Ti XI 3P 3D	500000.	0.104E-01	-0.560E-04	0.325E-03	-0.509E-04	0.637E-03	-0.999E-04
327.2 Å	750000.	0.858E-02	-0.450E-04	0.476E-03	-0.757E-04	0.936E-03	-0.150E-03
C=0.28E+22	1000000.	0.753E-02	-0.568E-04	0.595E-03	-0.978E-04	0.117E-02	-0.195E-03
	2000000.	0.560E-02	-0.614E-04	0.859E-03	-0.164E-03	0.170E-02	-0.330E-03
	3000000.	0.478E-02	-0.531E-04	0.985E-03	-0.200E-03	0.196E-02	-0.403E-03
	5000000.	0.398E-02	-0.532E-04	0.109E-02	-0.256E-03	0.216E-02	-0.516E-03

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
PERTURBER DENSITY = 1.E+20cm-3							
Ti XI 3S 3P	500000.	0.129	-0.138E-02	0.257E-02	-0.134E-02	0.500E-02	-0.253E-02
386.1 Å	750000.	0.107	-0.149E-02	0.401E-02	-0.199E-02	0.787E-02	-0.385E-02
C=0.39E+23	1000000.	0.943E-01	-0.176E-02	0.518E-02	-0.255E-02	0.102E-01	-0.499E-02
	2000000.	0.704E-01	-0.171E-02	0.802E-02	-0.400E-02	0.159E-01	-0.799E-02
	3000000.	0.601E-01	-0.169E-02	0.985E-02	-0.486E-02	0.196E-01	-0.978E-02
	5000000.	0.500E-01	-0.162E-02	0.113E-01	-0.589E-02	0.223E-01	-0.119E-01
Ti XI 3P 4S	500000.	0.213E-01	0.150E-02	0.113E-02	0.199E-02	0.223E-02	0.372E-02
123.9 Å	750000.	0.181E-01	0.156E-02	0.171E-02	0.248E-02	0.343E-02	0.473E-02
C=0.11E+22	1000000.	0.162E-01	0.151E-02	0.218E-02	0.292E-02	0.437E-02	0.565E-02
	2000000.	0.126E-01	0.148E-02	0.352E-02	0.372E-02	0.697E-02	0.737E-02
	3000000.	0.110E-01	0.146E-02	0.423E-02	0.415E-02	0.826E-02	0.836E-02
	5000000.	0.932E-02	0.131E-02	0.515E-02	0.473E-02	0.981E-02	0.948E-02
Ti XI 3P 5S	500000.	0.177E-01	0.219E-02	0.244E-02	0.323E-02		
81.1 Å	750000.	0.153E-01	0.221E-02	0.351E-02	0.393E-02		
C=0.25E+21	1000000.	0.139E-01	0.219E-02	0.405E-02	0.436E-02		
	2000000.	0.111E-01	0.215E-02	0.541E-02	0.538E-02	*0.106E-01	*0.105E-01
	3000000.	0.985E-02	0.201E-02	0.634E-02	0.598E-02	*0.121E-01	*0.119E-01
	5000000.	0.843E-02	0.176E-02	0.776E-02	0.667E-02	*0.141E-01	*0.134E-01
Ti XI 3P 3D	500000.	0.104	-0.548E-03	0.325E-02	-0.488E-03	0.632E-02	-0.919E-03
327.2 Å	750000.	0.858E-01	-0.425E-03	0.475E-02	-0.739E-03	0.933E-02	-0.143E-02
C=0.28E+23	1000000.	0.753E-01	-0.564E-03	0.595E-02	-0.969E-03	0.117E-01	-0.190E-02
	2000000.	0.560E-01	-0.609E-03	0.859E-02	-0.164E-02	0.170E-01	-0.328E-02
	3000000.	0.478E-01	-0.523E-03	0.985E-02	-0.200E-02	0.196E-01	-0.403E-02
	5000000.	0.398E-01	-0.531E-03	0.109E-01	-0.256E-02	0.216E-01	-0.515E-02
PERTURBER DENSITY = 1.E+21cm-3							
Ti XI 3S 3P	500000.	1.29	-0.120E-01	0.254E-01	-0.119E-01	0.477E-01	-0.198E-01
386.1 Å	750000.	1.07	-0.136E-01	0.399E-01	-0.185E-01	0.773E-01	-0.336E-01
C=0.39E+24	1000000.	0.943	-0.164E-01	0.517E-01	-0.241E-01	0.101	-0.451E-01
	2000000.	0.704	-0.162E-01	0.801E-01	-0.394E-01	0.158	-0.766E-01
	3000000.	0.601	-0.161E-01	0.985E-01	-0.481E-01	0.196	-0.959E-01
	5000000.	0.500	-0.159E-01	0.113	-0.588E-01	0.223	-0.118
Ti XI 3P 4S	500000.	0.213	0.115E-01	0.112E-01	0.170E-01		
123.9 Å	750000.	0.181	0.127E-01	0.170E-01	0.221E-01		
C=0.11E+23	1000000.	0.162	0.127E-01	0.218E-01	0.266E-01		
	2000000.	0.126	0.130E-01	0.352E-01	0.361E-01		
	3000000.	0.110	0.130E-01	0.423E-01	0.406E-01		
	5000000.	0.932E-01	0.124E-01	0.515E-01	0.471E-01		
Ti XI 3P 5S	500000.	0.175	0.128E-01				
81.1 Å	750000.	0.152	0.149E-01				
C=0.25E+22	1000000.	0.138	0.158E-01				
	2000000.	0.111	0.170E-01				
	3000000.	0.979E-01	0.161E-01				
	5000000.	0.839E-01	0.158E-01				
Ti XI 3P 3D	500000.	1.04	-0.482E-02	0.320E-01	-0.433E-02	*0.600E-01	-0.723E-02
327.2 Å	750000.	0.858	-0.376E-02	0.472E-01	-0.688E-02	*0.914E-01	-0.125E-01
C=0.28E+24	1000000.	0.753	-0.517E-02	0.593E-01	-0.919E-02	*0.116	-0.172E-01
	2000000.	0.560	-0.569E-02	0.858E-01	-0.162E-01	*0.170	-0.316E-01
	3000000.	0.478	-0.496E-02	0.984E-01	-0.199E-01	*0.196	-0.396E-01
	5000000.	0.398	-0.519E-02	0.109	-0.256E-01	0.216	-0.514E-01
PERTURBER DENSITY = 1.E+22cm-3							
Ti XI 3S 3P	500000.	12.9	-0.553E-01	*0.218	-0.778E-01		
386.1 Å	750000.	10.7	-0.862E-01	*0.383	-0.149		
C=0.39E+25	1000000.	9.43	-0.122	0.505	-0.208		
	2000000.	7.04	-0.134	0.797	-0.363		
	3000000.	6.01	-0.138	0.983	-0.460		
	5000000.	5.00	-0.138	1.13	-0.576		

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Ti XI 3P 4S	500000.	*2.07	-0.177E-01				
123.9 Å	750000.	1.77	0.255E-01				
C=0.11E+24	1000000.	1.58	0.423E-01				
	2000000.	1.24	0.720E-01				
	3000000.	1.08	0.834E-01				
	5000000.	0.917	0.822E-01				
Ti XI 3P 5S	500000.	*1.44	-0.114				
81.1 Å	750000.	*1.29	-0.434E-01				
C=0.25E+23	1000000.	*1.19	-0.409E-02				
	2000000.	0.985	0.597E-01				
	3000000.	0.880	0.699E-01				
	5000000.	0.763	0.719E-01				
Ti XI 3P 3D	500000.	10.4	-0.244E-01	*0.270	-0.285E-01		
327.2 Å	750000.	8.57	-0.200E-01	*0.449	-0.559E-01		
C=0.28E+25	1000000.	7.53	-0.367E-01	*0.577	-0.800E-01		
	2000000.	5.60	-0.468E-01	*0.851	-0.151		
	3000000.	4.78	-0.416E-01	*0.981	-0.191		
	5000000.	3.98	-0.442E-01	1.09	-0.251		

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

Table 4. This table shows electron-, proton-, and He III-impact broadening parameters for Ti XII for perturber densities of $10^{18} - 10^{23}$ cm^{-3} and temperatures from 500,000 to 5,000,000 K. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given in the table. By dividing c by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević *et al.* 1991), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for validity of the impact approximation) lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBER DENSITY = 1.E+18cm-3

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Ti XII 3S 3P	500000.	0.193E-02	-0.234E-04	0.289E-04	-0.254E-04	0.564E-04	-0.507E-04
466.9 Å	750000.	0.160E-02	-0.267E-04	0.473E-04	-0.368E-04	0.929E-04	-0.736E-04
C=0.47E+21	1000000.	0.141E-02	-0.308E-04	0.630E-04	-0.464E-04	0.124E-03	-0.930E-04
	2000000.	0.105E-02	-0.285E-04	0.105E-03	-0.718E-04	0.208E-03	-0.145E-03
	4000000.	0.798E-03	-0.276E-04	0.152E-03	-0.988E-04	0.301E-03	-0.199E-03
	6000000.	0.689E-03	-0.272E-04	0.173E-03	-0.110E-03	0.336E-03	-0.221E-03
Ti XII 3S 4P	500000.	0.149E-03	0.874E-06	0.810E-05	0.112E-05	0.159E-04	0.223E-05
82.2 Å	750000.	0.125E-03	0.111E-05	0.106E-04	0.160E-05	0.211E-04	0.320E-05
C=0.56E+19	1000000.	0.111E-03	0.108E-05	0.123E-04	0.197E-05	0.243E-04	0.396E-05
	2000000.	0.848E-04	0.102E-05	0.159E-04	0.293E-05	0.317E-04	0.590E-05
	4000000.	0.668E-04	0.958E-06	0.185E-04	0.398E-05	0.359E-04	0.804E-05
	6000000.	0.588E-04	0.858E-06	0.203E-04	0.442E-05	0.384E-04	0.894E-05
Ti XII 3S 5P	500000.	0.174E-03	0.379E-05	0.177E-04	0.496E-05	0.350E-04	0.989E-05
60.7 Å	750000.	0.149E-03	0.352E-05	0.215E-04	0.612E-05	0.427E-04	0.123E-04
C=0.15E+19	1000000.	0.133E-03	0.351E-05	0.234E-04	0.709E-05	0.465E-04	0.142E-04
	2000000.	0.105E-03	0.330E-05	0.270E-04	0.898E-05	0.532E-04	0.181E-04
	4000000.	0.852E-04	0.300E-05	0.314E-04	0.108E-04	0.599E-04	0.218E-04
	6000000.	0.763E-04	0.265E-05	0.339E-04	0.120E-04	0.624E-04	0.243E-04
Ti XII 4S 4P	500000.	0.386E-01	-0.963E-03	0.191E-02	-0.131E-02	0.376E-02	-0.261E-02
1204.5 Å	750000.	0.326E-01	-0.101E-02	0.252E-02	-0.170E-02	0.501E-02	-0.342E-02
C=0.12E+22	1000000.	0.291E-01	-0.911E-03	0.299E-02	-0.193E-02	0.592E-02	-0.388E-02
	2000000.	0.226E-01	-0.883E-03	0.401E-02	-0.259E-02	0.795E-02	-0.524E-02
	4000000.	0.179E-01	-0.816E-03	0.499E-02	-0.310E-02	0.955E-02	-0.627E-02
	6000000.	0.158E-01	-0.714E-03	0.573E-02	-0.344E-02	0.105E-01	-0.693E-02
Ti XII 4S 5P	500000.	0.197E-02	0.890E-05	0.180E-03	0.154E-04	0.356E-03	0.306E-04
194.8 Å	750000.	0.168E-02	0.366E-05	0.218E-03	0.207E-04	0.433E-03	0.415E-04
C=0.15E+20	1000000.	0.151E-02	0.624E-05	0.236E-03	0.251E-04	0.470E-03	0.504E-04
	2000000.	0.119E-02	0.518E-05	0.271E-03	0.349E-04	0.532E-03	0.701E-04
	4000000.	0.970E-03	0.410E-05	0.316E-03	0.433E-04	0.592E-03	0.873E-04
	6000000.	0.869E-03	0.375E-05	0.343E-03	0.481E-04	0.614E-03	0.969E-04
Ti XII 5S 5P	500000.	0.379	-0.133E-01	0.326E-01	-0.216E-01	0.647E-01	-0.431E-01
2455.8 Å	750000.	0.327	-0.129E-01	0.405E-01	-0.265E-01	0.807E-01	-0.532E-01
C=0.25E+22	1000000.	0.295	-0.126E-01	0.443E-01	-0.293E-01	0.883E-01	-0.590E-01
	2000000.	0.236	-0.120E-01	0.543E-01	-0.350E-01	0.106	-0.706E-01
	4000000.	0.192	-0.977E-02	0.673E-01	-0.416E-01	0.124	-0.839E-01
	6000000.	0.172	-0.838E-02	0.768E-01	-0.456E-01	0.135	-0.923E-01
Ti XII 3P 4S	500000.	0.159E-03	0.107E-04	0.586E-05	0.132E-04	0.116E-04	0.263E-04
108.8 Å	750000.	0.134E-03	0.116E-04	0.105E-04	0.167E-04	0.210E-04	0.337E-04
C=0.98E+19	1000000.	0.120E-03	0.110E-04	0.129E-04	0.192E-04	0.258E-04	0.385E-04
	2000000.	0.923E-04	0.105E-04	0.230E-04	0.250E-04	0.459E-04	0.504E-04
	4000000.	0.726E-04	0.983E-05	0.311E-04	0.299E-04	0.607E-04	0.604E-04
	6000000.	0.636E-04	0.880E-05	0.365E-04	0.331E-04	0.691E-04	0.667E-04
Ti XII 3P 5S	500000.	0.127E-03	0.172E-04	0.144E-04	0.231E-04	0.289E-04	0.461E-04
71.8 Å	750000.	0.110E-03	0.166E-04	0.210E-04	0.278E-04	0.420E-04	0.560E-04
C=0.21E+19	1000000.	0.999E-04	0.164E-04	0.266E-04	0.303E-04	0.532E-04	0.610E-04
	2000000.	0.797E-04	0.156E-04	0.362E-04	0.363E-04	0.714E-04	0.735E-04
	4000000.	0.642E-04	0.132E-04	0.477E-04	0.432E-04	0.898E-04	0.875E-04
	6000000.	0.567E-04	0.115E-04	0.543E-04	0.471E-04	0.994E-04	0.946E-04
Ti XII 3P 6S	500000.	0.182E-03	0.317E-04	0.394E-04	0.484E-04	0.787E-04	0.963E-04
61.2 Å	750000.	0.159E-03	0.313E-04	0.489E-04	0.538E-04	0.975E-04	0.108E-03
C=0.84E+18	1000000.	0.146E-03	0.307E-04	0.559E-04	0.581E-04	0.111E-03	0.117E-03
	2000000.	0.118E-03	0.279E-04	0.722E-04	0.692E-04	0.140E-03	0.139E-03
	4000000.	0.962E-04	0.224E-04	0.946E-04	0.799E-04	0.174E-03	0.162E-03
	6000000.	0.851E-04	0.194E-04	0.105E-03	0.864E-04	0.189E-03	0.173E-03

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Ti XII 3P 7S	500000.	0.288E-03	0.583E-04	0.807E-04	0.885E-04	0.162E-03	0.175E-03
56.3 Å	750000.	0.254E-03	0.568E-04	0.960E-04	0.978E-04	0.193E-03	0.198E-03
C=0.46E+18	1000000.	0.233E-03	0.565E-04	0.107E-03	0.106E-03	0.211E-03	0.214E-03
	2000000.	0.190E-03	0.479E-04	0.138E-03	0.124E-03	0.262E-03	0.251E-03
	4000000.	0.155E-03	0.377E-04	0.171E-03	0.140E-03	0.318E-03	0.285E-03
	6000000.	0.137E-03	0.331E-04	0.185E-03	0.152E-03	0.334E-03	0.305E-03
Ti XII 4P 5S	500000.	0.249E-02	0.204E-03	0.206E-03	0.286E-03	0.412E-03	0.569E-03
256.7 Å	750000.	0.214E-02	0.193E-03	0.291E-03	0.345E-03	0.582E-03	0.694E-03
C=0.27E+20	1000000.	0.193E-02	0.190E-03	0.357E-03	0.376E-03	0.715E-03	0.758E-03
	2000000.	0.153E-02	0.180E-03	0.476E-03	0.452E-03	0.935E-03	0.913E-03
	4000000.	0.123E-02	0.151E-03	0.618E-03	0.539E-03	0.116E-02	0.108E-02
	6000000.	0.109E-02	0.131E-03	0.703E-03	0.579E-03	0.129E-02	0.116E-02
Ti XII 4P 6S	500000.	0.154E-02	0.206E-03	0.266E-03	0.321E-03	0.532E-03	0.640E-03
158.2 Å	750000.	0.134E-02	0.202E-03	0.329E-03	0.357E-03	0.657E-03	0.719E-03
C=0.57E+19	1000000.	0.122E-02	0.197E-03	0.375E-03	0.386E-03	0.745E-03	0.777E-03
	2000000.	0.984E-03	0.180E-03	0.483E-03	0.458E-03	0.939E-03	0.923E-03
	4000000.	0.799E-03	0.143E-03	0.631E-03	0.532E-03	0.115E-02	0.107E-02
	6000000.	0.708E-03	0.123E-03	0.703E-03	0.574E-03	0.127E-02	0.115E-02
Ti XII 4P 7S	500000.	0.174E-02	0.304E-03	0.427E-03	0.466E-03	0.859E-03	0.923E-03
129.5 Å	750000.	0.152E-02	0.295E-03	0.508E-03	0.515E-03	0.102E-02	0.104E-02
C=0.24E+19	1000000.	0.140E-02	0.293E-03	0.567E-03	0.557E-03	0.111E-02	0.113E-02
	2000000.	0.113E-02	0.248E-03	0.726E-03	0.654E-03	0.138E-02	0.132E-02
	4000000.	0.924E-03	0.195E-03	0.901E-03	0.740E-03	0.168E-02	0.150E-02
	6000000.	0.817E-03	0.171E-03	0.982E-03	0.799E-03	0.176E-02	0.160E-02
Ti XII 5P 6S	500000.	0.213E-01	0.180E-02	0.284E-02	0.303E-02	0.567E-02	0.604E-02
495.6 Å	750000.	0.185E-01	0.179E-02	0.340E-02	0.337E-02	0.680E-02	0.679E-02
C=0.55E+20	1000000.	0.168E-01	0.174E-02	0.383E-02	0.364E-02	0.762E-02	0.733E-02
	2000000.	0.136E-01	0.158E-02	0.489E-02	0.431E-02	0.955E-02	0.870E-02
	4000000.	0.111E-01	0.124E-02	0.618E-02	0.501E-02	0.114E-01	0.101E-01
	6000000.	0.989E-02	0.107E-02	0.717E-02	0.539E-02	0.128E-01	0.109E-01
Ti XII 5P 7S	500000.	0.110E-01	0.147E-02	0.220E-02	0.234E-02	0.444E-02	0.465E-02
292.3 Å	750000.	0.961E-02	0.143E-02	0.262E-02	0.260E-02	0.521E-02	0.525E-02
C=0.12E+20	1000000.	0.878E-02	0.142E-02	0.290E-02	0.281E-02	0.567E-02	0.565E-02
	2000000.	0.714E-02	0.120E-02	0.370E-02	0.330E-02	0.711E-02	0.660E-02
	4000000.	0.583E-02	0.935E-03	0.464E-02	0.374E-02	0.851E-02	0.761E-02
	6000000.	0.519E-02	0.819E-03	0.505E-02	0.401E-02	0.900E-02	0.808E-02
Ti XII 3P 3D	500000.	0.115E-02	-0.654E-05	0.265E-04	-0.448E-05	0.519E-04	-0.891E-05
346.9 Å	750000.	0.950E-03	-0.432E-05	0.407E-04	-0.666E-05	0.800E-04	-0.133E-04
C=0.26E+21	1000000.	0.833E-03	-0.512E-05	0.521E-04	-0.871E-05	0.103E-03	-0.174E-04
	2000000.	0.616E-03	-0.660E-05	0.787E-04	-0.150E-04	0.156E-03	-0.302E-04
	4000000.	0.468E-03	-0.532E-05	0.102E-03	-0.220E-04	0.203E-03	-0.442E-04
	6000000.	0.404E-03	-0.502E-05	0.111E-03	-0.267E-04	0.219E-03	-0.537E-04
Ti XII 3P 4D	500000.	0.176E-03	0.234E-05	0.949E-05	0.596E-05	0.187E-04	0.119E-04
90.3 Å	750000.	0.148E-03	0.191E-05	0.128E-04	0.787E-05	0.253E-04	0.158E-04
C=0.32E+19	1000000.	0.131E-03	0.184E-05	0.151E-04	0.900E-05	0.295E-04	0.181E-04
	2000000.	0.100E-03	0.196E-05	0.212E-04	0.123E-04	0.404E-04	0.248E-04
	4000000.	0.791E-04	0.141E-05	0.268E-04	0.147E-04	0.480E-04	0.298E-04
	6000000.	0.696E-04	0.121E-05	0.310E-04	0.163E-04	0.531E-04	0.331E-04
Ti XII 3P 5D	500000.	0.219E-03	0.519E-05	0.227E-04	0.174E-04	0.448E-04	0.347E-04
67.4 Å	750000.	0.187E-03	0.544E-05	0.291E-04	0.212E-04	0.571E-04	0.427E-04
C=0.89E+18	1000000.	0.168E-03	0.541E-05	0.325E-04	0.234E-04	0.635E-04	0.471E-04
	2000000.	0.132E-03	0.468E-05	0.415E-04	0.279E-04	0.775E-04	0.564E-04
	4000000.	0.107E-03	0.353E-05	0.532E-04	0.332E-04	0.935E-04	0.675E-04
	6000000.	0.953E-04	0.316E-05	0.610E-04	0.362E-04	0.101E-03	0.731E-04
Ti XII 3P 6D	500000.	0.339E-03	0.122E-04	0.543E-04	0.422E-04	0.107E-03	0.840E-04
59.3 Å	750000.	0.294E-03	0.123E-04	0.626E-04	0.468E-04	0.122E-03	0.941E-04
C=0.39E+18	1000000.	0.267E-03	0.121E-04	0.689E-04	0.506E-04	0.133E-03	0.102E-03
	2000000.	0.215E-03	0.909E-05	0.871E-04	0.601E-04	0.161E-03	0.122E-03
	4000000.	0.176E-03	0.720E-05	0.108E-03	0.695E-04	0.186E-03	0.141E-03
	6000000.	0.158E-03	0.651E-05	0.124E-03	0.757E-04	0.200E-03	0.153E-03

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

PERTURBERS ARE: TRANSITION	T(K)	ELECTRONS WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	PROTONS WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	He III WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Ti XII 4P 4D	500000.	0.276E-01	0.462E-04	0.184E-02	0.455E-03	0.364E-02	0.907E-03
951.5 Å	750000.	0.234E-01	-0.469E-04	0.229E-02	0.608E-03	0.451E-02	0.122E-02
C=0.35E+21	1000000.	0.209E-01	-0.686E-04	0.267E-02	0.723E-03	0.525E-02	0.145E-02
	2000000.	0.162E-01	-0.370E-04	0.330E-02	0.997E-03	0.635E-02	0.201E-02
	4000000.	0.129E-01	-0.860E-04	0.401E-02	0.122E-02	0.727E-02	0.246E-02
	6000000.	0.115E-01	-0.932E-04	0.452E-02	0.135E-02	0.779E-02	0.273E-02
Ti XII 4P 5D	500000.	0.237E-02	0.392E-04	0.239E-03	0.159E-03	0.472E-03	0.318E-03
208.1 Å	750000.	0.203E-02	0.394E-04	0.299E-03	0.195E-03	0.588E-03	0.392E-03
C=0.85E+19	1000000.	0.182E-02	0.385E-04	0.330E-03	0.215E-03	0.644E-03	0.433E-03
	2000000.	0.144E-02	0.323E-04	0.415E-03	0.257E-03	0.774E-03	0.518E-03
	4000000.	0.117E-02	0.220E-04	0.527E-03	0.308E-03	0.909E-03	0.617E-03
	6000000.	0.105E-02	0.192E-04	0.599E-03	0.334E-03	0.993E-03	0.676E-03
Ti XII 4P 6D	500000.	0.219E-02	0.692E-04	0.337E-03	0.255E-03	0.666E-03	0.507E-03
146.4 Å	750000.	0.189E-02	0.686E-04	0.387E-03	0.283E-03	0.754E-03	0.569E-03
C=0.24E+19	1000000.	0.172E-02	0.675E-04	0.426E-03	0.306E-03	0.821E-03	0.618E-03
	2000000.	0.139E-02	0.493E-04	0.537E-03	0.364E-03	0.994E-03	0.738E-03
	4000000.	0.114E-02	0.381E-04	0.662E-03	0.419E-03	0.114E-02	0.850E-03
	6000000.	0.102E-02	0.343E-04	0.763E-03	0.459E-03	0.122E-02	0.921E-03
Ti XII 5P 5D	500000.	0.290	0.228E-04	0.314E-01	0.116E-01	0.620E-01	0.231E-01
1985.9 Å	750000.	0.250	0.475E-03	0.364E-01	0.140E-01	0.719E-01	0.282E-01
C=0.77E+21	1000000.	0.226	0.378E-03	0.389E-01	0.159E-01	0.760E-01	0.320E-01
	2000000.	0.181	0.673E-05	0.468E-01	0.191E-01	0.879E-01	0.383E-01
	4000000.	0.148	-0.644E-03	0.567E-01	0.229E-01	0.992E-01	0.459E-01
	6000000.	0.133	-0.580E-03	0.633E-01	0.246E-01	0.103	0.497E-01
Ti XII 5P 6D	500000.	0.184E-01	0.365E-03	0.265E-02	0.178E-02	0.524E-02	0.356E-02
395.8 Å	750000.	0.160E-01	0.378E-03	0.301E-02	0.198E-02	0.588E-02	0.398E-02
C=0.17E+20	1000000.	0.145E-01	0.369E-03	0.329E-02	0.215E-02	0.631E-02	0.431E-02
	2000000.	0.118E-01	0.244E-03	0.412E-02	0.258E-02	0.750E-02	0.518E-02
	4000000.	0.972E-02	0.173E-03	0.501E-02	0.293E-02	0.849E-02	0.592E-02
	6000000.	0.875E-02	0.158E-03	0.572E-02	0.320E-02	0.903E-02	0.640E-02
Ti XII 3D 4P	500000.	0.430E-03	0.570E-05	0.256E-04	0.606E-05	0.503E-04	0.121E-04
140.0 Å	750000.	0.360E-03	0.632E-05	0.332E-04	0.831E-05	0.658E-04	0.167E-04
C=0.16E+20	1000000.	0.319E-03	0.674E-05	0.384E-04	0.102E-04	0.761E-04	0.204E-04
	2000000.	0.244E-03	0.659E-05	0.495E-04	0.144E-04	0.984E-04	0.290E-04
	4000000.	0.192E-03	0.613E-05	0.575E-04	0.181E-04	0.112E-03	0.365E-04
	6000000.	0.169E-03	0.575E-05	0.631E-04	0.203E-04	0.120E-03	0.410E-04
Ti XII 3D 5P	500000.	0.358E-03	0.909E-05	0.374E-04	0.111E-04	0.741E-04	0.222E-04
87.4 Å	750000.	0.305E-03	0.850E-05	0.455E-04	0.136E-04	0.904E-04	0.273E-04
C=0.31E+19	1000000.	0.274E-03	0.868E-05	0.493E-04	0.157E-04	0.982E-04	0.317E-04
	2000000.	0.216E-03	0.826E-05	0.570E-04	0.198E-04	0.112E-03	0.400E-04
	4000000.	0.175E-03	0.751E-05	0.662E-04	0.239E-04	0.126E-03	0.482E-04
	6000000.	0.157E-03	0.675E-05	0.715E-04	0.264E-04	0.132E-03	0.530E-04
Ti XII 4D 5P	500000.	0.508E-02	0.802E-04	0.509E-03	0.773E-04	0.101E-02	0.154E-03
307.5 Å	750000.	0.434E-02	0.797E-04	0.612E-03	0.101E-03	0.121E-02	0.203E-03
C=0.37E+20	1000000.	0.390E-02	0.821E-04	0.657E-03	0.115E-03	0.130E-02	0.231E-03
	2000000.	0.309E-02	0.743E-04	0.762E-03	0.156E-03	0.148E-02	0.315E-03
	4000000.	0.252E-02	0.724E-04	0.895E-03	0.187E-03	0.165E-02	0.378E-03
	6000000.	0.226E-02	0.656E-04	0.975E-03	0.208E-03	0.171E-02	0.417E-03
PERTURBER DENSITY = 1.E+19cm-3							
Ti XII 3S 3P	500000.	0.193E-01	-0.226E-03	0.289E-03	-0.252E-03	0.563E-03	-0.493E-03
466.9 Å	750000.	0.160E-01	-0.267E-03	0.473E-03	-0.367E-03	0.928E-03	-0.729E-03
C=0.47E+22	1000000.	0.141E-01	-0.306E-03	0.630E-03	-0.464E-03	0.124E-02	-0.924E-03
	2000000.	0.105E-01	-0.285E-03	0.105E-02	-0.718E-03	0.208E-02	-0.145E-02
	4000000.	0.798E-02	-0.275E-03	0.152E-02	-0.988E-03	0.301E-02	-0.199E-02
	6000000.	0.689E-02	-0.272E-03	0.173E-02	-0.110E-02	0.336E-02	-0.221E-02
Ti XII 3S 4P	500000.	0.149E-02	0.882E-05	0.810E-04	0.111E-04	0.159E-03	0.217E-04
82.2 Å	750000.	0.125E-02	0.108E-04	0.106E-03	0.160E-04	0.210E-03	0.317E-04
C=0.56E+20	1000000.	0.111E-02	0.107E-04	0.123E-03	0.197E-04	0.243E-03	0.393E-04
	2000000.	0.848E-03	0.102E-04	0.159E-03	0.293E-04	0.317E-03	0.590E-04
	4000000.	0.668E-03	0.957E-05	0.185E-03	0.398E-04	0.359E-03	0.804E-04
	6000000.	0.588E-03	0.857E-05	0.203E-03	0.442E-04	0.384E-03	0.894E-04

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Ti XII 3S 5P	500000.	0.174E-02	0.370E-04	0.177E-03	0.491E-04	0.350E-03	0.958E-04
60.7 Å	750000.	0.149E-02	0.345E-04	0.215E-03	0.612E-04	0.427E-03	0.122E-03
C=0.15E+20	1000000.	0.133E-02	0.345E-04	0.234E-03	0.708E-04	0.465E-03	0.141E-03
	2000000.	0.105E-02	0.327E-04	0.270E-03	0.897E-04	0.532E-03	0.181E-03
	4000000.	0.852E-03	0.299E-04	0.314E-03	0.108E-03	0.599E-03	0.218E-03
	6000000.	0.763E-03	0.264E-04	0.339E-03	0.120E-03	0.624E-03	0.243E-03
Ti XII 4S 4P	500000.	0.386	-0.950E-02	0.191E-01	-0.130E-01	0.376E-01	-0.253E-01
1204.5 Å	750000.	0.326	-0.993E-02	0.252E-01	-0.170E-01	0.501E-01	-0.338E-01
C=0.12E+23	1000000.	0.291	-0.894E-02	0.299E-01	-0.193E-01	0.592E-01	-0.384E-01
	2000000.	0.226	-0.875E-02	0.401E-01	-0.259E-01	0.795E-01	-0.523E-01
	4000000.	0.179	-0.815E-02	0.499E-01	-0.310E-01	0.955E-01	-0.627E-01
	6000000.	0.158	-0.713E-02	0.573E-01	-0.344E-01	0.105	-0.693E-01
Ti XII 4S 5P	500000.	0.197E-01	0.827E-04	0.180E-02	0.152E-03	0.356E-02	0.298E-03
194.8 Å	750000.	0.168E-01	0.351E-04	0.218E-02	0.207E-03	0.432E-02	0.411E-03
C=0.15E+21	1000000.	0.151E-01	0.607E-04	0.236E-02	0.251E-03	0.470E-02	0.500E-03
	2000000.	0.119E-01	0.506E-04	0.271E-02	0.348E-03	0.532E-02	0.700E-03
	4000000.	0.970E-02	0.408E-04	0.316E-02	0.433E-03	0.592E-02	0.873E-03
	6000000.	0.869E-02	0.374E-04	0.343E-02	0.481E-03	0.614E-02	0.969E-03
Ti XII 5S 5P	500000.	3.79	-0.128	0.326	-0.213	0.645	-0.414
2455.8 Å	750000.	3.27	-0.125	0.405	-0.264	0.807	-0.522
C=0.25E+23	1000000.	2.95	-0.122	0.443	-0.292	0.882	-0.581
	2000000.	2.36	-0.118	0.543	-0.349	1.06	-0.704
	4000000.	1.92	-0.974E-01	0.673	-0.416	1.24	-0.839
	6000000.	1.72	-0.836E-01	0.768	-0.456	1.35	-0.923
Ti XII 3P 4S	500000.	0.159E-02	0.105E-03	0.586E-04	0.131E-03	0.116E-03	0.255E-03
108.8 Å	750000.	0.134E-02	0.114E-03	0.105E-03	0.167E-03	0.210E-03	0.332E-03
C=0.98E+20	1000000.	0.120E-02	0.108E-03	0.129E-03	0.191E-03	0.258E-03	0.381E-03
	2000000.	0.923E-03	0.105E-03	0.230E-03	0.249E-03	0.459E-03	0.503E-03
	4000000.	0.726E-03	0.982E-04	0.311E-03	0.299E-03	0.607E-03	0.604E-03
	6000000.	0.636E-03	0.879E-04	0.365E-03	0.331E-03	0.691E-03	0.667E-03
Ti XII 3P 5S	500000.	0.128E-02	0.167E-03	0.144E-03	0.228E-03	0.289E-03	0.441E-03
71.8 Å	750000.	0.110E-02	0.162E-03	0.210E-03	0.278E-03	0.420E-03	0.549E-03
C=0.21E+20	1000000.	0.999E-03	0.160E-03	0.266E-03	0.302E-03	0.531E-03	0.600E-03
	2000000.	0.797E-03	0.154E-03	0.362E-03	0.362E-03	0.714E-03	0.733E-03
	4000000.	0.642E-03	0.132E-03	0.477E-03	0.432E-03	0.898E-03	0.875E-03
	6000000.	0.567E-03	0.115E-03	0.543E-03	0.471E-03	0.994E-03	0.946E-03
Ti XII 3P 6S	500000.	0.182E-02	0.302E-03	0.394E-03	0.474E-03	*0.787E-03	*0.907E-03
61.2 Å	750000.	0.160E-02	0.302E-03	0.489E-03	0.537E-03	*0.977E-03	*0.105E-02
C=0.84E+19	1000000.	0.146E-02	0.295E-03	0.559E-03	0.579E-03	*0.111E-02	*0.114E-02
	2000000.	0.118E-02	0.274E-03	0.722E-03	0.690E-03	*0.140E-02	*0.139E-02
	4000000.	0.962E-03	0.223E-03	0.946E-03	0.799E-03	*0.174E-02	*0.162E-02
	6000000.	0.851E-03	0.193E-03	0.105E-02	0.864E-03	*0.189E-02	*0.173E-02
Ti XII 3P 7S	500000.	0.288E-02	0.541E-03	0.808E-03	0.860E-03		
56.3 Å	750000.	0.254E-02	0.539E-03	0.960E-03	0.975E-03		
C=0.46E+19	1000000.	0.233E-02	0.535E-03	0.107E-02	0.105E-02		
	2000000.	0.190E-02	0.466E-03	0.138E-02	0.124E-02		
	4000000.	0.155E-02	0.375E-03	0.171E-02	0.140E-02	*0.318E-02	*0.285E-02
	6000000.	0.137E-02	0.329E-03	0.185E-02	0.152E-02	*0.334E-02	*0.305E-02
Ti XII 4P 5S	500000.	0.249E-01	0.198E-02	0.206E-02	0.281E-02	0.412E-02	0.545E-02
256.7 Å	750000.	0.214E-01	0.188E-02	0.291E-02	0.344E-02	0.583E-02	0.680E-02
C=0.27E+21	1000000.	0.193E-01	0.185E-02	0.357E-02	0.375E-02	0.714E-02	0.746E-02
	2000000.	0.153E-01	0.178E-02	0.476E-02	0.452E-02	0.935E-02	0.911E-02
	4000000.	0.123E-01	0.151E-02	0.618E-02	0.539E-02	0.116E-01	0.108E-01
	6000000.	0.109E-01	0.130E-02	0.703E-02	0.579E-02	0.129E-01	0.116E-01
Ti XII 4P 6S	500000.	0.154E-01	0.196E-02	0.266E-02	0.315E-02	*0.532E-02	*0.603E-02
158.2 Å	750000.	0.134E-01	0.195E-02	0.329E-02	0.356E-02	*0.657E-02	*0.698E-02
C=0.57E+20	1000000.	0.122E-01	0.190E-02	0.375E-02	0.384E-02	*0.746E-02	*0.758E-02
	2000000.	0.984E-02	0.176E-02	0.483E-02	0.458E-02	*0.939E-02	*0.920E-02
	4000000.	0.799E-02	0.143E-02	0.631E-02	0.532E-02	*0.115E-01	*0.107E-01
	6000000.	0.708E-02	0.123E-02	0.703E-02	0.574E-02	*0.127E-01	*0.115E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Ti XII 4P 7S	500000.	0.174E-01	0.282E-02	0.427E-02	0.453E-02		
129.5 Å	750000.	0.152E-01	0.280E-02	0.508E-02	0.513E-02		
C=0.24E+20	1000000.	0.140E-01	0.277E-02	0.567E-02	0.555E-02		
	2000000.	0.113E-01	0.241E-02	0.726E-02	0.652E-02		
	4000000.	0.924E-02	0.193E-02	0.901E-02	0.740E-02	*0.168E-01	*0.150E-01
	6000000.	0.817E-02	0.170E-02	0.982E-02	0.799E-02	*0.176E-01	*0.160E-01
Ti XII 5P 6S	500000.	0.213	0.170E-01	0.284E-01	0.297E-01	*0.567E-01	*0.570E-01
495.6 Å	750000.	0.185	0.172E-01	0.340E-01	0.336E-01	*0.680E-01	*0.660E-01
C=0.55E+21	1000000.	0.168	0.167E-01	0.383E-01	0.363E-01	*0.763E-01	*0.716E-01
	2000000.	0.136	0.155E-01	0.489E-01	0.430E-01	*0.955E-01	*0.867E-01
	4000000.	0.111	0.123E-01	0.618E-01	0.501E-01	*0.114	*0.101
	6000000.	0.989E-01	0.106E-01	0.717E-01	0.539E-01	*0.128	*0.109
Ti XII 5P 7S	500000.	0.110	0.136E-01	0.220E-01	0.228E-01		
292.3 Å	750000.	0.961E-01	0.136E-01	0.262E-01	0.259E-01		
C=0.12E+21	1000000.	0.878E-01	0.135E-01	0.290E-01	0.280E-01		
	2000000.	0.714E-01	0.117E-01	0.370E-01	0.329E-01		
	4000000.	0.583E-01	0.928E-02	0.464E-01	0.374E-01	*0.851E-01	*0.761E-01
	6000000.	0.519E-01	0.814E-02	0.505E-01	0.401E-01	*0.900E-01	*0.808E-01
Ti XII 3P 3D	500000.	0.115E-01	-0.679E-04	0.265E-03	-0.444E-04	0.519E-03	-0.868E-04
346.9 Å	750000.	0.951E-02	-0.428E-04	0.407E-03	-0.665E-04	0.800E-03	-0.132E-03
C=0.26E+22	1000000.	0.833E-02	-0.487E-04	0.521E-03	-0.870E-04	0.102E-02	-0.173E-03
	2000000.	0.616E-02	-0.668E-04	0.787E-03	-0.150E-03	0.156E-02	-0.302E-03
	4000000.	0.468E-02	-0.532E-04	0.102E-02	-0.220E-03	0.203E-02	-0.442E-03
	6000000.	0.404E-02	-0.501E-04	0.111E-02	-0.267E-03	0.219E-02	-0.537E-03
Ti XII 3P 4D	500000.	0.176E-02	0.223E-04	0.949E-04	0.590E-04	0.186E-03	0.115E-03
90.3 Å	750000.	0.148E-02	0.182E-04	0.128E-03	0.786E-04	0.253E-03	0.156E-03
C=0.32E+20	1000000.	0.131E-02	0.176E-04	0.151E-03	0.899E-04	0.295E-03	0.180E-03
	2000000.	0.100E-02	0.193E-04	0.212E-03	0.123E-03	0.404E-03	0.248E-03
	4000000.	0.791E-03	0.141E-04	0.268E-03	0.147E-03	0.480E-03	0.298E-03
	6000000.	0.696E-03	0.121E-04	0.310E-03	0.163E-03	0.531E-03	0.331E-03
Ti XII 3P 5D	500000.	0.219E-02	0.478E-04	0.227E-03	0.171E-03	0.447E-03	0.332E-03
67.4 Å	750000.	0.187E-02	0.517E-04	0.291E-03	0.212E-03	0.571E-03	0.419E-03
C=0.89E+19	1000000.	0.168E-02	0.511E-04	0.325E-03	0.233E-03	0.634E-03	0.463E-03
	2000000.	0.132E-02	0.456E-04	0.415E-03	0.279E-03	0.775E-03	0.562E-03
	4000000.	0.107E-02	0.350E-04	0.532E-03	0.332E-03	0.935E-03	0.675E-03
	6000000.	0.953E-03	0.314E-04	0.610E-03	0.362E-03	0.101E-02	0.731E-03
Ti XII 3P 6D	500000.	0.339E-02	0.108E-03	0.543E-03	0.413E-03	*0.107E-02	*0.793E-03
59.3 Å	750000.	0.294E-02	0.113E-03	0.626E-03	0.467E-03	*0.122E-02	*0.915E-03
C=0.39E+19	1000000.	0.267E-02	0.111E-03	0.689E-03	0.505E-03	*0.133E-02	*0.999E-03
	2000000.	0.215E-02	0.864E-04	0.871E-03	0.599E-03	*0.161E-02	*0.121E-02
	4000000.	0.176E-02	0.712E-04	0.108E-02	0.695E-03	*0.186E-02	*0.141E-02
	6000000.	0.158E-02	0.645E-04	0.124E-02	0.757E-03	*0.200E-02	*0.153E-02
Ti XII 4P	4500000.	0.276	0.360E-03	0.184E-01	0.450E-02	0.363E-01	0.881E-02
951.5 Å	750000.	0.234	-0.531E-03	0.229E-01	0.607E-02	0.451E-01	0.120E-01
C=0.35E+22	1000000.	0.209	-0.761E-03	0.267E-01	0.722E-02	0.525E-01	0.144E-01
	2000000.	0.162	-0.400E-03	0.330E-01	0.997E-02	0.635E-01	0.201E-01
	4000000.	0.129	-0.864E-03	0.401E-01	0.122E-01	0.727E-01	0.246E-01
	6000000.	0.115	-0.936E-03	0.452E-01	0.135E-01	0.779E-01	0.273E-01
Ti XII 4P 5D	500000.	0.237E-01	0.354E-03	0.239E-02	0.157E-02	0.471E-02	0.305E-02
208.1 Å	750000.	0.203E-01	0.370E-03	0.299E-02	0.194E-02	0.588E-02	0.385E-02
C=0.85E+20	1000000.	0.182E-01	0.357E-03	0.330E-02	0.215E-02	0.644E-02	0.427E-02
	2000000.	0.144E-01	0.312E-03	0.415E-02	0.257E-02	0.774E-02	0.517E-02
	4000000.	0.117E-01	0.217E-03	0.527E-02	0.308E-02	0.909E-02	0.617E-02
	6000000.	0.105E-01	0.190E-03	0.599E-02	0.334E-02	0.993E-02	0.676E-02
Ti XII 4P 6D	500000.	0.219E-01	0.607E-03	0.337E-02	0.250E-02	*0.664E-02	*0.479E-02
146.4 Å	750000.	0.189E-01	0.629E-03	0.387E-02	0.282E-02	*0.754E-02	*0.553E-02
C=0.24E+20	1000000.	0.172E-01	0.612E-03	0.426E-02	0.305E-02	*0.821E-02	*0.604E-02
	2000000.	0.139E-01	0.466E-03	0.537E-02	0.363E-02	*0.994E-02	*0.735E-02
	4000000.	0.114E-01	0.376E-03	0.662E-02	0.419E-02	*0.114E-01	*0.850E-02
	6000000.	0.102E-01	0.339E-03	0.763E-02	0.459E-02	*0.122E-01	*0.921E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Ti XII 5P 5D	500000.	2.90	-0.217E-02	0.314	0.114	*0.619	*0.222
1985.9 Å	750000.	2.50	0.307E-02	0.364	0.140	*0.718	*0.278
C=0.77E+22	1000000.	2.26	0.189E-02	0.389	0.158	*0.760	*0.315
	2000000.	1.81	-0.616E-03	0.468	0.190	0.879	0.383
	4000000.	1.48	-0.659E-02	0.567	0.229	0.992	0.459
	6000000.	1.33	-0.592E-02	0.633	0.246	1.03	0.497
Ti XII 5P 6D	500000.	0.184	0.307E-02	0.265E-01	0.175E-01	*0.522E-01	*0.336E-01
395.8 Å	750000.	0.160	0.338E-02	0.301E-01	0.198E-01	*0.587E-01	*0.387E-01
C=0.17E+21	1000000.	0.145	0.326E-02	0.329E-01	0.214E-01	*0.630E-01	*0.422E-01
	2000000.	0.118	0.225E-02	0.412E-01	0.257E-01	*0.750E-01	*0.516E-01
	4000000.	0.972E-01	0.170E-02	0.501E-01	0.293E-01	*0.849E-01	*0.592E-01
	6000000.	0.875E-01	0.155E-02	0.572E-01	0.320E-01	*0.903E-01	*0.640E-01
Ti XII 3D 4P	500000.	0.430E-02	0.570E-04	0.255E-03	0.600E-04	0.503E-03	0.117E-03
140.0 Å	750000.	0.360E-02	0.622E-04	0.332E-03	0.830E-04	0.658E-03	0.165E-03
C=0.16E+21	1000000.	0.319E-02	0.667E-04	0.384E-03	0.102E-03	0.761E-03	0.203E-03
	2000000.	0.244E-02	0.660E-04	0.495E-03	0.144E-03	0.984E-03	0.290E-03
	4000000.	0.192E-02	0.612E-04	0.575E-03	0.181E-03	0.112E-02	0.365E-03
	6000000.	0.169E-02	0.575E-04	0.631E-03	0.203E-03	0.120E-02	0.410E-03
Ti XII 3D 5P	500000.	0.358E-02	0.889E-04	0.374E-03	0.110E-03	0.740E-03	0.215E-03
87.4 Å	750000.	0.305E-02	0.836E-04	0.455E-03	0.136E-03	0.903E-03	0.269E-03
C=0.31E+20	1000000.	0.274E-02	0.853E-04	0.493E-03	0.157E-03	0.982E-03	0.313E-03
	2000000.	0.216E-02	0.819E-04	0.570E-03	0.198E-03	0.112E-02	0.399E-03
	4000000.	0.175E-02	0.749E-04	0.662E-03	0.239E-03	0.126E-02	0.482E-03
	6000000.	0.157E-02	0.674E-04	0.715E-03	0.264E-03	0.132E-02	0.530E-03
Ti XII 4D 5P	500000.	0.508E-01	0.788E-03	0.509E-02	0.765E-03	0.100E-01	0.150E-02
307.5 Å	750000.	0.434E-01	0.790E-03	0.612E-02	0.101E-02	0.121E-01	0.201E-02
C=0.37E+21	1000000.	0.390E-01	0.814E-03	0.657E-02	0.115E-02	0.130E-01	0.229E-02
	2000000.	0.309E-01	0.738E-03	0.762E-02	0.156E-02	0.148E-01	0.315E-02
	4000000.	0.252E-01	0.723E-03	0.895E-02	0.187E-02	0.165E-01	0.378E-02
	6000000.	0.226E-01	0.656E-03	0.975E-02	0.208E-02	0.171E-01	0.417E-02
PERTURBER DENSITY = 1.E+20cm-3							
Ti XII 3S 3P	500000.	0.193	-0.216E-02	0.288E-02	-0.240E-02	0.559E-02	-0.451E-02
466.9 Å	750000.	0.160	-0.259E-02	0.473E-02	-0.357E-02	0.926E-02	-0.689E-02
C=0.47E+23	1000000.	0.141	-0.300E-02	0.630E-02	-0.459E-02	0.124E-01	-0.895E-02
	2000000.	0.105	-0.279E-02	0.105E-01	-0.718E-02	0.208E-01	-0.143E-01
	4000000.	0.798E-01	-0.273E-02	0.152E-01	-0.988E-02	0.301E-01	-0.199E-01
	6000000.	0.689E-01	-0.271E-02	0.173E-01	-0.110E-01	0.336E-01	-0.221E-01
Ti XII 3S 4P	500000.	0.149E-01	0.821E-04	0.808E-03	0.106E-03	0.157E-02	0.198E-03
82.2 Å	750000.	0.125E-01	0.103E-03	0.106E-02	0.155E-03	0.210E-02	0.299E-03
C=0.56E+21	1000000.	0.111E-01	0.103E-03	0.123E-02	0.195E-03	0.242E-02	0.380E-03
	2000000.	0.848E-02	0.992E-04	0.159E-02	0.293E-03	0.317E-02	0.583E-03
	4000000.	0.668E-02	0.945E-04	0.185E-02	0.398E-03	0.359E-02	0.802E-03
	6000000.	0.588E-02	0.856E-04	0.203E-02	0.442E-03	0.384E-02	0.892E-03
Ti XII 3S 5P	500000.	0.174E-01	0.344E-03	0.176E-02	0.462E-03		
60.7 Å	750000.	0.149E-01	0.322E-03	0.215E-02	0.587E-03		
C=0.15E+21	1000000.	0.133E-01	0.325E-03	0.234E-02	0.696E-03		
	2000000.	0.105E-01	0.315E-03	0.270E-02	0.896E-03	*0.531E-02	*0.177E-02
	4000000.	0.852E-02	0.293E-03	0.314E-02	0.108E-02	*0.599E-02	*0.217E-02
	6000000.	0.763E-02	0.263E-03	0.339E-02	0.120E-02	*0.624E-02	*0.242E-02
Ti XII 4S 4P	500000.	3.86	-0.882E-01	0.190	-0.122	*0.372	-0.228
1204.5 Å	750000.	3.26	-0.936E-01	0.252	-0.164	*0.499	-0.314
C=0.12E+24	1000000.	2.91	-0.846E-01	0.299	-0.190	*0.591	-0.367
	2000000.	2.26	-0.846E-01	0.401	-0.259	*0.795	-0.515
	4000000.	1.79	-0.798E-01	0.499	-0.310	0.955	-0.625
	6000000.	1.58	-0.711E-01	0.573	-0.344	1.05	-0.691
Ti XII 4S 5P	500000.	0.197	0.774E-03	0.179E-01	0.144E-02		
194.8 Å	750000.	0.168	0.290E-03	0.218E-01	0.201E-02		
C=0.15E+22	1000000.	0.151	0.549E-03	0.236E-01	0.247E-02		
	2000000.	0.119	0.476E-03	0.271E-01	0.348E-02	*0.531E-01	*0.691E-02
	4000000.	0.970E-01	0.393E-03	0.316E-01	0.433E-02	*0.592E-01	*0.871E-02
	6000000.	0.869E-01	0.371E-03	0.343E-01	0.481E-02	*0.614E-01	*0.968E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Ti XII 3P 4S	500000.	0.159E-01	0.980E-03	0.585E-03	0.123E-02	0.116E-02	0.229E-02
108.8 Å	750000.	0.134E-01	0.108E-02	0.105E-02	0.161E-02	0.210E-02	0.308E-02
C=0.98E+21	1000000.	0.120E-01	0.103E-02	0.129E-02	0.188E-02	0.258E-02	0.363E-02
	2000000.	0.923E-02	0.101E-02	0.230E-02	0.249E-02	0.459E-02	0.494E-02
	4000000.	0.726E-02	0.965E-03	0.311E-02	0.299E-02	0.607E-02	0.602E-02
	6000000.	0.636E-02	0.877E-03	0.365E-02	0.331E-02	0.691E-02	0.665E-02
Ti XII 3P 5S	500000.	0.128E-01	0.150E-02	0.144E-02	0.209E-02	*0.289E-02	*0.378E-02
71.8 Å	750000.	0.110E-01	0.147E-02	0.209E-02	0.263E-02	*0.421E-02	*0.489E-02
C=0.21E+21	1000000.	0.999E-02	0.148E-02	0.266E-02	0.294E-02	*0.531E-02	*0.557E-02
	2000000.	0.797E-02	0.146E-02	0.362E-02	0.361E-02	*0.713E-02	*0.711E-02
	4000000.	0.642E-02	0.128E-02	0.477E-02	0.431E-02	*0.898E-02	*0.871E-02
	6000000.	0.567E-02	0.114E-02	0.543E-02	0.471E-02	*0.994E-02	*0.943E-02
Ti XII 3P 6S	500000.	0.182E-01	0.254E-02	*0.393E-02	*0.422E-02		
61.2 Å	750000.	0.159E-01	0.259E-02	*0.491E-02	*0.496E-02		
C=0.84E+20	1000000.	0.146E-01	0.259E-02	*0.559E-02	*0.557E-02		
	2000000.	0.118E-01	0.251E-02	*0.722E-02	*0.687E-02		
	4000000.	0.962E-02	0.212E-02	*0.946E-02	*0.796E-02		
	6000000.	0.851E-02	0.192E-02	*0.105E-01	*0.864E-02		
Ti XII 3P 7S	500000.	0.287E-01	0.418E-02				
56.3 Å	750000.	0.253E-01	0.429E-02				
C=0.46E+20	1000000.	0.232E-01	0.442E-02				
	2000000.	0.190E-01	0.407E-02				
	4000000.	0.155E-01	0.346E-02				
	6000000.	0.137E-01	0.325E-02				
Ti XII 4P 5S	500000.	0.249	0.177E-01	0.206E-01	0.259E-01	*0.410E-01	*0.468E-01
256.7 Å	750000.	0.214	0.170E-01	0.291E-01	0.326E-01	*0.584E-01	*0.608E-01
C=0.27E+22	1000000.	0.193	0.170E-01	0.357E-01	0.366E-01	*0.714E-01	*0.692E-01
	2000000.	0.153	0.168E-01	0.476E-01	0.450E-01	*0.934E-01	*0.885E-01
	4000000.	0.123	0.146E-01	0.618E-01	0.537E-01	*0.116	*0.108
	6000000.	0.109	0.129E-01	0.703E-01	0.579E-01	*0.129	*0.116
Ti XII 4P 6S	500000.	0.154	0.164E-01	*0.265E-01	*0.280E-01		
158.2 Å	750000.	0.134	0.167E-01	*0.329E-01	*0.329E-01		
C=0.57E+21	1000000.	0.122	0.166E-01	*0.375E-01	*0.370E-01		
	2000000.	0.984E-01	0.161E-01	*0.483E-01	*0.456E-01		
	4000000.	0.799E-01	0.135E-01	*0.631E-01	*0.530E-01		
	6000000.	0.708E-01	0.122E-01	*0.703E-01	*0.574E-01		
Ti XII 4P 7S	500000.	0.173	0.217E-01				
129.5 Å	750000.	0.152	0.222E-01				
C=0.24E+21	1000000.	0.139	0.229E-01				
	2000000.	0.113	0.210E-01				
	4000000.	0.922E-01	0.178E-01				
	6000000.	0.816E-01	0.167E-01				
Ti XII 5P 6S	500000.	2.13	0.141	*0.282	*0.265		
495.6 Å	750000.	1.85	0.146	*0.338	*0.310		
C=0.55E+22	1000000.	1.68	0.145	*0.383	*0.349		
	2000000.	1.36	0.141	*0.489	*0.429		
	4000000.	1.11	0.116	*0.618	*0.499		
	6000000.	0.989	0.105	*0.717	*0.539		
Ti XII 5P 7S	500000.	1.09	0.104				
292.3 Å	750000.	0.959	0.107				
C=0.12E+22	1000000.	0.876	0.110				
	2000000.	0.712	0.101				
	4000000.	0.582	0.853E-01				
	6000000.	0.518	0.803E-01				
Ti XII 3P 3D	500000.	0.115	-0.652E-03	0.265E-02	-0.423E-03	0.514E-02	-0.794E-03
346.9 Å	750000.	0.951E-01	-0.420E-03	0.407E-02	-0.648E-03	0.797E-02	-0.125E-02
C=0.26E+23	1000000.	0.833E-01	-0.485E-03	0.521E-02	-0.861E-03	0.102E-01	-0.168E-02
	2000000.	0.616E-01	-0.655E-03	0.787E-02	-0.150E-02	0.156E-01	-0.299E-02
	4000000.	0.468E-01	-0.528E-03	0.102E-01	-0.220E-02	0.203E-01	-0.441E-02
	6000000.	0.404E-01	-0.501E-03	0.111E-01	-0.267E-02	0.219E-01	-0.537E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Ti XII 3P 4D	500000.	0.176E-01	0.195E-03	0.946E-03	0.558E-03	0.185E-02	0.104E-02
90.3 Å	750000.	0.148E-01	0.157E-03	0.128E-02	0.759E-03	0.252E-02	0.146E-02
C=0.32E+21	1000000.	0.131E-01	0.154E-03	0.151E-02	0.886E-03	0.295E-02	0.172E-02
	2000000.	0.100E-01	0.179E-03	0.212E-02	0.123E-02	0.404E-02	0.244E-02
	4000000.	0.791E-02	0.134E-03	0.268E-02	0.147E-02	0.480E-02	0.297E-02
	6000000.	0.696E-02	0.120E-03	0.310E-02	0.163E-02	0.531E-02	0.330E-02
Ti XII 3P 5D	500000.	0.219E-01	0.355E-03	0.226E-02	0.158E-02		
67.4 Å	750000.	0.187E-01	0.407E-03	0.290E-02	0.201E-02		
C=0.89E+20	1000000.	0.168E-01	0.421E-03	0.325E-02	0.227E-02		
	2000000.	0.132E-01	0.396E-03	0.415E-02	0.278E-02		
	4000000.	0.107E-01	0.321E-03	0.532E-02	0.331E-02	*0.934E-02	*0.672E-02
	6000000.	0.953E-02	0.310E-03	0.610E-02	0.362E-02	*0.101E-01	*0.729E-02
Ti XII 3P 6D	500000.	0.338E-01	0.633E-03	*0.538E-02	*0.368E-02		
59.3 Å	750000.	0.293E-01	0.755E-03	*0.621E-02	*0.429E-02		
C=0.39E+20	1000000.	0.266E-01	0.790E-03	*0.687E-02	*0.487E-02		
	2000000.	0.214E-01	0.657E-03	*0.871E-02	*0.597E-02		
	4000000.	0.176E-01	0.615E-03	*0.108E-01	*0.693E-02		
	6000000.	0.158E-01	0.631E-03	*0.124E-01	*0.757E-02		
Ti XII 4P 4D	500000.	2.76	0.163E-02	0.184	0.427E-01	*0.358	*0.800E-01
951.5 Å	750000.	2.34	-0.706E-02	0.228	0.588E-01	*0.448	*0.113
C=0.35E+23	1000000.	2.09	-0.912E-02	0.267	0.712E-01	*0.524	*0.138
	2000000.	1.62	-0.496E-02	0.330	0.996E-01	*0.635	*0.198
	4000000.	1.29	-0.913E-02	0.401	0.122	0.727	0.246
	6000000.	1.15	-0.943E-02	0.452	0.135	0.779	0.272
Ti XII 4P 5D	500000.	0.237	0.243E-02	*0.238E-01	*0.145E-01		
208.1 Å	750000.	0.203	0.270E-02	*0.299E-01	*0.185E-01		
C=0.85E+21	1000000.	0.182	0.276E-02	0.330E-01	0.209E-01		
	2000000.	0.144	0.258E-02	0.415E-01	0.257E-01		
	4000000.	0.117	0.191E-02	0.527E-01	0.307E-01	*0.909E-01	*0.614E-01
	6000000.	0.105	0.187E-02	0.599E-01	0.334E-01	*0.992E-01	*0.674E-01
Ti XII 4P 6D	500000.	0.218	0.338E-02	*0.334E-01	*0.223E-01		
146.4 Å	750000.	0.189	0.402E-02	*0.384E-01	*0.259E-01		
C=0.24E+21	1000000.	0.172	0.419E-02	*0.425E-01	*0.294E-01		
	2000000.	0.138	0.341E-02	*0.537E-01	*0.362E-01		
	4000000.	0.114	0.317E-02	*0.662E-01	*0.418E-01		
	6000000.	0.102	0.330E-02	*0.763E-01	*0.459E-01		
Ti XII 5P 6D	500000.	1.84	0.120E-01				
395.8 Å	750000.	1.60	0.181E-01	*0.299	*0.183		
C=0.17E+22	1000000.	1.45	0.192E-01	*0.328	*0.207		
	2000000.	1.18	0.138E-01	*0.412	*0.256		
	4000000.	0.970	0.130E-01	*0.501	*0.292		
	6000000.	0.874	0.149E-01	*0.572	*0.320		
Ti XII 3D 4P	500000.	0.430E-01	0.539E-03	0.255E-02	0.570E-03	0.497E-02	0.107E-02
140.0 Å	750000.	0.360E-01	0.599E-03	0.332E-02	0.805E-03	0.655E-02	0.155E-02
C=0.16E+22	1000000.	0.319E-01	0.647E-03	0.384E-02	0.101E-02	0.759E-02	0.196E-02
	2000000.	0.244E-01	0.645E-03	0.495E-02	0.144E-02	0.984E-02	0.286E-02
	4000000.	0.192E-01	0.606E-03	0.575E-02	0.181E-02	0.112E-01	0.365E-02
	6000000.	0.169E-01	0.574E-03	0.631E-02	0.203E-02	0.120E-01	0.409E-02
Ti XII 3D 5P	500000.	0.358E-01	0.830E-03	0.372E-02	0.103E-02		
87.4 Å	750000.	0.305E-01	0.784E-03	0.454E-02	0.130E-02		
C=0.31E+21	1000000.	0.274E-01	0.808E-03	0.493E-02	0.154E-02		
	2000000.	0.216E-01	0.792E-03	0.570E-02	0.198E-02	*0.112E-01	*0.391E-02
	4000000.	0.175E-01	0.735E-03	0.662E-02	0.239E-02	*0.126E-01	*0.481E-02
	6000000.	0.157E-01	0.672E-03	0.715E-02	0.264E-02	*0.132E-01	*0.529E-02
Ti XII 4D 5P	500000.	0.508	0.751E-02	0.506E-01	0.722E-02		
307.5 Å	750000.	0.434	0.756E-02	0.610E-01	0.974E-02		
C=0.37E+22	1000000.	0.390	0.784E-02	0.656E-01	0.113E-01		
	2000000.	0.309	0.722E-02	0.762E-01	0.156E-01	*0.148	*0.310E-01
	4000000.	0.252	0.714E-02	0.895E-01	0.187E-01	*0.165	*0.377E-01
	6000000.	0.226	0.654E-02	0.975E-01	0.208E-01	*0.171	*0.416E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
PERTURBER DENSITY = 1.E+21cm-3							
Ti XII 3S 3P	500000.	1.93	-0.179E-01	0.284E-01	-0.210E-01	0.530E-01	-0.344E-01
466.9 Å	750000.	1.60	-0.229E-01	0.470E-01	-0.329E-01	0.910E-01	-0.593E-01
C=0.47E+24	1000000.	1.41	-0.275E-01	0.629E-01	-0.431E-01	0.123	-0.801E-01
	2000000.	1.05	-0.261E-01	0.105	-0.706E-01	0.208	-0.137
	4000000.	0.798	-0.261E-01	0.152	-0.986E-01	0.301	-0.195
	6000000.	0.689	-0.265E-01	0.173	-0.110	0.336	-0.221
Ti XII 3S 4P	500000.	0.149	0.659E-03	*0.790E-02	*0.925E-03		
82.2 Å	750000.	0.125	0.901E-03	*0.105E-01	*0.143E-02		
C=0.56E+22	1000000.	0.111	0.917E-03	0.122E-01	0.183E-02		
	2000000.	0.848E-01	0.913E-03	0.159E-01	0.288E-02		
	4000000.	0.668E-01	0.893E-03	0.185E-01	0.397E-02		
	6000000.	0.588E-01	0.825E-03	0.203E-01	0.441E-02	*0.384E-01	*0.890E-02
Ti XII 3S 5P	500000.	0.174	0.257E-02				
60.7 Å	750000.	0.148	0.253E-02				
C=0.15E+22	1000000.	0.133	0.265E-02				
	2000000.	0.105	0.271E-02				
	4000000.	0.851E-01	0.264E-02	*0.314E-01	*0.108E-01		
	6000000.	0.762E-01	0.247E-02	*0.339E-01	*0.119E-01		
Ti XII 4S 5P	500000.	*1.96	*0.542E-02				
194.8 Å	750000.	1.68	0.123E-02				
C=0.15E+23	1000000.	1.51	0.382E-02				
	2000000.	1.19	0.363E-02				
	4000000.	0.969	0.317E-02	*0.316	*0.432E-01		
	6000000.	0.868	0.329E-02	0.343	0.480E-01		
Ti XII 3P 4S	500000.	0.159	0.752E-02	0.584E-02	0.105E-01		
108.8 Å	750000.	0.134	0.897E-02	0.105E-01	0.143E-01		
C=0.98E+22	1000000.	0.120	0.880E-02	0.129E-01	0.171E-01		
	2000000.	0.922E-01	0.900E-02	0.230E-01	0.242E-01		
	4000000.	0.726E-01	0.891E-02	0.311E-01	0.298E-01		
	6000000.	0.636E-01	0.835E-02	0.365E-01	0.330E-01	*0.691E-01	*0.662E-01
Ti XII 3P 5S	500000.	0.127	0.915E-02				
71.8 Å	750000.	0.110	0.102E-01				
C=0.21E+22	1000000.	0.994E-01	0.109E-01				
	2000000.	0.794E-01	0.117E-01				
	4000000.	0.640E-01	0.109E-01	*0.477E-01	*0.429E-01		
	6000000.	0.566E-01	0.104E-01	*0.543E-01	*0.469E-01		
Ti XII 3P 6S	500000.	0.174	0.871E-02				
61.2 Å	750000.	0.153	0.127E-01				
C=0.84E+21	1000000.	0.141	0.146E-01				
	2000000.	0.115	0.168E-01				
	4000000.	0.937E-01	0.156E-01				
	6000000.	0.831E-01	0.161E-01				
Ti XII 3P 7S	500000.	*0.253	*0.427E-02				
56.3 Å	750000.	*0.227	*0.131E-01				
C=0.46E+21	1000000.	0.210	0.188E-01				
	2000000.	0.175	0.217E-01				
	4000000.	0.144	0.213E-01				
	6000000.	0.128	0.246E-01				
Ti XII 4P 5S	500000.	2.48	0.105				
256.7 Å	750000.	2.13	0.114				
C=0.27E+23	1000000.	1.92	0.121				
	2000000.	1.52	0.133				
	4000000.	1.23	0.123	*0.618	*0.535		
	6000000.	1.09	0.117	*0.703	*0.576		
Ti XII 4P 6S	500000.	*1.49	*0.536E-01				
158.2 Å	750000.	1.30	0.788E-01				
C=0.57E+22	1000000.	1.19	0.909E-01				
	2000000.	0.961	0.106				
	4000000.	0.782	0.981E-01				
	6000000.	0.694	0.101				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Ti XII 4P 7S	500000.	*1.55	*0.194E-01				
129.5 Å	750000.	*1.38	*0.653E-01				
C=0.24E+22	1000000.	*1.27	*0.946E-01				
	2000000.	1.05	0.110				
	4000000.	0.865	0.108				
	6000000.	0.770	0.126				
Ti XII 5P 6S	500000.	*20.8	*0.378				
495.6 Å	750000.	*18.1	*0.636				
C=0.55E+23	1000000.	16.5	0.748				
	2000000.	13.3	0.892				
	4000000.	10.9	0.819				
	6000000.	9.75	0.859				
Ti XII 5P 7S	500000.	*10.0	*0.465E-01				
292.3 Å	750000.	*8.88	*0.285				
C=0.12E+23	1000000.	*8.16	*0.432				
	2000000.	6.71	0.510				
	4000000.	5.53	0.501				
	6000000.	4.94	0.595				
Ti XII 3P 3D	500000.	1.15	-0.580E-02	0.261E-01	-0.371E-02	*0.484E-01	-0.608E-02
346.9 Å	750000.	0.951	-0.371E-02	0.404E-01	-0.600E-02	*0.780E-01	-0.108E-01
C=0.26E+24	1000000.	0.833	-0.429E-02	0.519E-01	-0.814E-02	*0.101	-0.152E-01
	2000000.	0.616	-0.627E-02	0.786E-01	-0.148E-01	0.155	-0.288E-01
	4000000.	0.468	-0.507E-02	0.102	-0.219E-01	0.203	-0.436E-01
	6000000.	0.404	-0.490E-02	0.111	-0.266E-01	0.219	-0.536E-01
Ti XII 3P 4D	500000.	0.175	0.858E-03	*0.927E-02	*0.480E-02		
90.3 Å	750000.	0.147	0.745E-03	*0.127E-01	*0.685E-02		
C=0.32E+22	1000000.	0.131	0.817E-03	*0.150E-01	*0.814E-02		
	2000000.	0.100	0.126E-02	*0.211E-01	*0.120E-01		
	4000000.	0.790E-01	0.997E-03	0.268E-01	0.147E-01		
	6000000.	0.696E-01	0.101E-02	0.310E-01	0.163E-01		
Ti XII 3P 5D	500000.	0.215	-0.563E-03				
67.4 Å	750000.	0.184	0.769E-03				
C=0.89E+21	1000000.	0.166	0.144E-02				
	2000000.	0.131	0.189E-02				
	4000000.	0.106	0.178E-02				
	6000000.	0.944E-01	0.229E-02				
Ti XII 3P 6D	500000.	*0.318	-0.330E-02				
59.3 Å	750000.	*0.278	-0.293E-03				
C=0.39E+21	1000000.	*0.253	0.123E-02				
	2000000.	0.205	0.138E-02				
	4000000.	0.169	0.225E-02				
	6000000.	0.153	0.378E-02				
Ti XII 4P 5D	500000.	*2.33	-0.131E-01				
208.1 Å	750000.	2.00	-0.301E-02				
C=0.85E+22	1000000.	1.80	0.242E-02				
	2000000.	1.43	0.693E-02				
	4000000.	1.16	0.602E-02				
	6000000.	1.04	0.113E-01				
Ti XII 4P 6D	500000.	*2.06	-0.240E-01				
146.4 Å	750000.	*1.80	-0.690E-02				
C=0.24E+22	1000000.	*1.64	*0.188E-02				
	2000000.	1.33	0.296E-02				
	4000000.	1.10	0.829E-02				
	6000000.	0.991	0.178E-01				
Ti XII 5P 6D	500000.	*17.5	-0.269				
395.8 Å	750000.	*15.3	-0.137				
C=0.17E+23	1000000.	*13.9	-0.775E-01				
	2000000.	11.4	-0.725E-01				
	4000000.	9.42	-0.310E-01				
	6000000.	8.50	0.442E-01				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Ti XII 3D 4P	500000.	0.430	0.447E-02	*0.249E-01	*0.497E-02		
140.0 Å	750000.	0.360	0.528E-02	*0.327E-01	*0.736E-02		
C=0.16E+23	1000000.	0.319	0.583E-02	*0.382E-01	*0.938E-02		
	2000000.	0.244	0.602E-02	*0.494E-01	*0.141E-01		
	4000000.	0.192	0.577E-02	0.575E-01	0.181E-01		
	6000000.	0.169	0.557E-02	0.631E-01	0.203E-01	*0.120	*0.408E-01
Ti XII 3D 5P	500000.	0.357	0.631E-02				
87.4 Å	750000.	0.305	0.627E-02				
C=0.31E+22	1000000.	0.273	0.672E-02				
	2000000.	0.215	0.694E-02				
	4000000.	0.175	0.671E-02	*0.662E-01	*0.238E-01		
	6000000.	0.157	0.636E-02	*0.715E-01	*0.263E-01		
Ti XII 4D 5P	500000.	*5.07	*0.636E-01				
307.5 Å	750000.	4.33	0.661E-01				
C=0.37E+23	1000000.	3.90	0.703E-01				
	2000000.	3.09	0.663E-01				
	4000000.	2.52	0.676E-01	*0.895	*0.186		
	6000000.	2.26	0.632E-01	*0.975	*0.207		
PERTURBER DENSITY = 1.E+22cm-3							
Ti XII 3S 3P	500000.	19.3	-0.470E-01	*0.239	-0.132		
466.9 Å	750000.	16.0	-0.128	*0.450	-0.259		
C=0.47E+25	1000000.	14.1	-0.189	*0.614	-0.366		
	2000000.	10.5	-0.205	1.04	-0.645		
	4000000.	7.98	-0.218	1.52	-0.961		
	6000000.	6.89	-0.228	1.73	-1.08		
Ti XII 3S 4P	500000.	*1.48	*0.908E-04				
82.2 Å	750000.	*1.24	*0.412E-02				
C=0.56E+23	1000000.	*1.10	*0.492E-02				
	2000000.	0.843	0.640E-02				
	4000000.	0.664	0.694E-02				
	6000000.	0.586	0.648E-02				
Ti XII 3S 5P	500000.						
60.7 Å	750000.	*1.40	-0.109E-02				
C=0.15E+23	1000000.	*1.26	*0.469E-02				
	2000000.	*1.01	*0.126E-01				
	4000000.	0.821	0.156E-01				
	6000000.	0.738	0.151E-01				
Ti XII 4S 5P	500000.						
194.8 Å	750000.						
C=0.15E+24	1000000.	*14.3	-0.232E-01				
	2000000.	*11.4	-0.187E-02				
	4000000.	9.36	0.764E-03				
	6000000.	8.41	0.554E-02				
Ti XII 3P 4S	500000.	*1.56	-0.116E-01				
108.8 Å	750000.	1.32	0.240E-01				
C=0.98E+23	1000000.	1.18	0.326E-01				
	2000000.	0.910	0.521E-01				
	4000000.	0.717	0.617E-01				
	6000000.	0.629	0.592E-01				
Ti XII 3P 5S	500000.	*1.07	-0.741E-01				
71.8 Å	750000.	*0.957	-0.301E-01				
C=0.21E+23	1000000.	*0.880	-0.206E-02				
	2000000.	0.719	0.423E-01				
	4000000.	0.588	0.531E-01				
	6000000.	0.524	0.515E-01				
Ti XII 3P 6S	500000.	*1.09	-0.193				
61.2 Å	750000.	*1.05	-0.100				
C=0.84E+22	1000000.	*1.01	-0.545E-01				
	2000000.	*0.883	*0.250E-01				
	4000000.	0.755	0.468E-01				
	6000000.	0.683	0.506E-01				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Ti XII 3P 7S	500000.						
56.3 Å	750000.	*1.16	-0.188				
C=0.46E+22	1000000.	*1.17	-0.113				
	2000000.	*1.12	-0.375E-02				
	4000000.	*1.01	*0.333E-01				
	6000000.	0.933	0.541E-01				
Ti XII 4P 6S	500000.						
158.2 Å	750000.	*9.75	-0.701				
C=0.57E+23	1000000.	*9.17	-0.405				
	2000000.	*7.82	*0.120				
	4000000.	6.59	0.262				
	6000000.	5.94	0.288				
Ti XII 4P 7S	500000.						
129.5 Å	750000.						
C=0.24E+23	1000000.						
	2000000.	*7.21	-0.518E-01				
	4000000.	*6.37	*0.142				
	6000000.	5.85	0.252				
Ti XII 3P 3D	500000.	11.5	-0.353E-01	*0.215	-0.235E-01		
346.9 Å	750000.	9.51	-0.206E-01	*0.383	-0.477E-01		
C=0.26E+25	1000000.	8.33	-0.290E-01	*0.504	-0.700E-01		
	2000000.	6.16	-0.524E-01	*0.780	-0.138		
	4000000.	4.68	-0.438E-01	*1.02	-0.215		
	6000000.	4.04	-0.428E-01	1.11	-0.263		
Ti XII 3P 4D	500000.	*1.70	-0.156E-01				
90.3 Å	750000.	*1.43	-0.127E-01				
C=0.32E+23	1000000.	*1.28	-0.859E-02				
	2000000.	0.982	0.118E-02				
	4000000.	0.775	0.119E-02				
	6000000.	0.683	0.148E-02				
Ti XII 3P 5D	500000.						
67.4 Å	750000.	*1.64	-0.203E-01				
C=0.89E+22	1000000.	*1.49	-0.140E-01				
	2000000.	*1.20	-0.281E-02				
	4000000.	0.982	0.324E-03				
	6000000.	0.883	0.339E-02				
Ti XII 3P 6D	500000.						
59.3 Å	750000.						
C=0.39E+22	1000000.						
	2000000.	*1.72	-0.851E-02				
	4000000.	*1.46	-0.233E-03				
	6000000.	*1.34	*0.708E-02				
Ti XII 3D 4P	500000.	*4.26	*0.103E-01				
140.0 Å	750000.	*3.57	*0.269E-01				
C=0.16E+24	1000000.	*3.17	*0.360E-01				
	2000000.	2.42	0.455E-01				
	4000000.	1.91	0.469E-01				
	6000000.	1.68	0.463E-01				
Ti XII 3D 5P	500000.						
87.4 Å	750000.	*2.87	*0.357E-02				
C=0.31E+23	1000000.	*2.59	*0.182E-01				
	2000000.	*2.06	*0.366E-01				
	4000000.	1.69	0.428E-01				
	6000000.	1.52	0.420E-01				
PERTURBER DENSITY = 1.E+23cm-3							
Ti XII 3P 4S	500000.						
108.8 Å	750000.						
C=0.98E+24	1000000.	*9.51	-0.738				
	2000000.	*7.76	-0.216				
	4000000.	6.30	0.954E-01				
	6000000.	5.59	0.160				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Ti XII 3P 5S	500000.						
71.8 Å	750000.						
C=0.21E+24	1000000.	*4.61	-0.913				
	2000000.	*4.44	-0.357				
	4000000.	*4.04	-0.538E-01				
	6000000.	3.75	0.317E-01				
Ti XII 3P 4D	500000.						
90.3 Å	750000.						
C=0.32E+24	1000000.						
	2000000.	*8.80	-0.901E-02				
	4000000.	*7.08	-0.149E-01				
	6000000.	6.30	-0.725E-02				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

2. RESULTS AND DISCUSSION

Details of calculation and the discussion of results, will be published in Dimitrijević and Sahal–Bréchot, 1998. Here, only tables of Stark broadening parameters will be shown. Atomic energy levels needed for calculations have been taken from Bashkin and Stoner (1978) for Sc X and Sc XI, and from Wiese and Musgrove (1989) for Ti XI and Ti XII. Our results for 4 Sc X multiplets are presented in Table 1, for temperature range from 200,000 K to 5,000,000 K and perturber densities 10^{19}cm^{-3} – 10^{22} cm^{-3}. Results for 10 Sc XI multiplets are shown in Table 2 for temperature range from 500,000 K to 5,000,000 K and perturber densities 10^{18}cm^{-3} – 10^{22}cm^{-3}. For Ti XI calculations were performed for four multiplets, for temperatures from 500,000 K to 5,000,000 K, and perturber densities 10^{18}cm^{-3} – 10^{22}cm^{-3}, and results are presented in Table 3. Finaly, for 27 Ti XII multiplets, results are shown in Table 4, for temperatures from 500,000 K to 6,000,000 K, and perturber densities 10^{18}cm^{-3} – 10^{23}cm^{-3}. Stark broadening parameter values, for densities lower than for tabulated values, are linear with perturber density. The parameter c (Dimitrijević and Sahal–Bréchot 1984), gives an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated when it is divided by the corresponding full width at half maximum. For each value given in Tables 1 - 4, the collision volume (V) multiplied by the perturber density (N) is much less than one and the impact approximation is valid (Sahal–Bréchot 1969ab). Values for NV $>$ 0.5 are not given and values for $0.1 <$ NV ≤ 0.5 are denoted by an asterisk. When the impact approximation is not valid, the ion broadening contribution may be estimated by using quasistatic approach (Sahal–Bréchot 1991 or Griem 1974). In the region between where neither of these two approximations is valid, a unified type theory should be used. For example in Barnard et al. (1974), a simple analytical formulas for such a case are given. The accuracy of the results obtained decreases when broadening by ion interactions becomes important.

Presented results are the first Stark broadening data concerning scandium X and XI as well as titanium XI and XII spectral lines. We hope that the presented data will be interesting for astrophysical and laboratory plasma research, modeling and diagnostics, as well as for the theoretical considerations of systematic trends along isoelectronic sequences. Such data are also of interest for fusion plasma research, and for development of lasers and consideration of laser produced plasmas.

Acknowledgements – This work is a part of the project "Astrometrical, Astrodynamical and Astrophysical investigations", supported by Ministry of Science and Technology of Serbia.

REFERENCES

Barnard, A.J., Cooper, J., Smith, E.W.: 1974, J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer **14**, 1025.

Bashkin, S., Stoner, J.O.Jr.: 1978, *Atomic Energy Levels and Grotrian Diagrams*, Vol. 2, North Holland, Amsterdam.

Dimitrijević, M. S.: 1996, *Zh. Prikl. Spektrosk.* **63**, 810.

Dimitrijević, M. S., and Sahal–Bréchot, S.: 1984, *J. Quant Spectrosc. Radiative Transfer* **31**, 301.

Dimitrijević, M.S., and Sahal–Bréchot, S.: 1992, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **95**, 121.

Dimitrijević M.S., Sahal-Bréchot, S.: 1995, *Physica Scripta*, **52**, 41.

Dimitrijević, M.S., and Sahal-Bréchot, S.: 1996, *Physica Scripta*, **54**, 50.

Dimitrijević, M. S., and Sahal–Bréchot, S.: 1998, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, submitted.

Dimitrijević, M.S., Sahal-Bréchot, S., Bommier, V.: 1991, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **89**, 581.

Fleurier, C., Sahal-Bréchot, S., Chapelle, J.: 1977, *J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer*, **17**, 595.

Griem, H. R.: 1974, *Spectral Line Broadening by Plasmas*, Academic Press, New York.

Rogerson, Jr. J. B. and Ewell, Jr. M. W.: 1985, *Astrophys. J. Suppl. Series*, **58**, 265.

Sahal–Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.* **1**, 91.

Sahal–Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.* **2**, 322.

Sahal–Bréchot, S.: 1974, *Astron. Astrophys.* **35**, 321.

Sahal–Bréchot, S.: 1991, *Astron. Astrophys.* **245**, 322.

Seaton, M.J.: 1987, *J. Phys. B* , **20**, 6363.

Wiese, W. L., Musgrove, A.: 1989, *Atomic Data for Fusion*, Vol. VI: Spectroscopic Data for Titanium, Chromium and Nickel, Vol. 1. Titanium, ORNL-6551/V1, Controled Fusion Atomic Data Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...39D

ТАБЕЛЕ ПАРАМЕТАРА ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА Sc X, Sc XI, Ti XI И Ti XII

М. С. Димитријевић[1] и S. Sahal−Bréchot[2]

[1] *Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд 74, Југославија*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris-Meudon, 92190 Meudon, France

УДК 52−355.3
Претходно саопштење

Користећи семикласичан прилаз, израчунате су ширине и помераји спектралних линија, проузроковани сударима са електронима, протонима и двоструко наелектрисаним јонима хелијума, за 4 мултиплета Sc X, 10 мултиплета Sc XI, 4 мултиплета Ti XI, и 27 мултиплета Ti XII. Резултати су дати у функцији температуре и концентрације пертурбера.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

Serb. Astron. J. № 157 (1997), 65 – 91

UDC 52–355.3
Preliminary report

STARK BROADENING PARAMETER TABLES FOR Na X

M. S. Dimitrijević[1] and S. Sahal–Bréchot[2]

[1] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade 74, Yugoslavia*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris–Meudon, 92190 Meudon, France

(Received: December 1, 1997)

SUMMARY: Using a semiclassical approach, we have calculated electron–, proton–, and He III–impact line widths and shifts for 57 Na X multiplets as a function of temperature (200 000 K - 5 000 000 K) and perturber density (10^{17}cm^{-3} - 10^{24}cm^{-3}.

1. INTRODUCTION

Stark broadening parameters of spectral lines of sodium ions in various ionization stages are of interest for astrophysics, as, e.g., for the consideration of radiative transfer through subphotospheric layers, as well as for the fusion plasmas and laser produced plasmas research. The importance of such data for the development of soft x-ray lasers, where Stark broadening data are needed to calculate gain values, model radiation trapping and to consider photoresonant pumping schemes, has been pointed out recently by Griem and Moreno (1990) and Fill and Schöning (1994).

In accordance with our project (Dimitrijević 1996) to provide as large as possible set of reliable Stark broadening data needed for the consideration and modeling of astrophysical and laboratory plasmas as well as for investigations of laser produced and fusion plasmas, we have calculated within the semiclassical-perturbation formalism (Sahal–Bréchot 1969ab, see also Sahal-Bréchot 1974, Fleurier *et al.* 1977, Dimitrijević and Sahal-Bréchot 1984, Dimitrijević *et al.* 1991, Dimitrijević and Sahal-Bréchot 1995) electron-, proton-, and He III-impact line widths and shifts for 57 Na X multiplets. The theoretical formalism applied here, has been reviewed several times, e.g., briefly in Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1995.

2. RESULTS AND DISCUSSION

All details of the calculation procedure as well as the result analysis, will be published in Dimitrijević and Sahal–Bréchot, 1998. Here, only tables of Stark broadening parameters are presented. Atomic energy levels needed for calculations have been taken from Martin and Zalubas (1981). Our results for 57 Na X multiplets are shown in Table 1, for perturber densities $10^{17} - 10^{24}$ cm^{-3}, and temperatures T = 200,000 – 5,000,000 K. The complete set of data is given for the perturber density of 10^{19}cm^{-3}. For lower perturber densities, only data needed for better interpolation are given. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, or for transi-

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

Table 1. This table shows electron-, proton-, and He III-impact broadening parameters for Na X for perturber densities of $10^{17} - 10^{24}$ cm^{-3} and temperatures from 200,000 up to 5,000,000 K. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given in the table. By dividing c by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević *et al.*, 1991), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for validity of the impact approximation) lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBER DENSITY = 1.E+17cm-3

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Na X 4S-4P	200000.	1.83	-0.180	0.467	-0.541	0.853	-1.08
13500.7 Å	500000.	1.33	-0.163	0.837	-0.689	1.38	-1.40
C=0.25E+21	1000000.	1.06	-0.138	1.18	-0.820	1.77	-1.67
	2000000.	0.836	-0.108	1.59	-0.932	2.28	-1.89
	3000000.	0.730	-0.930E-01	1.86	-0.999	2.63	-2.06
	5000000.	0.616	-0.747E-01	2.19	-1.11	2.90	-2.27
Na X 2P-6S	200000.	0.348E-04	0.580E-05	0.134E-04	0.141E-04	0.264E-04	0.281E-04
41.3 Å	500000.	0.264E-04	0.514E-05	0.193E-04	0.177E-04	0.366E-04	0.361E-04
C=0.37E+16	1000000.	0.211E-04	0.409E-05	0.253E-04	0.203E-04	0.463E-04	0.418E-04
	2000000.	0.167E-04	0.327E-05	0.335E-04	0.233E-04	0.552E-04	0.486E-04
	3000000.	0.145E-04	0.276E-05	0.379E-04	0.248E-04	0.595E-04	0.518E-04
	5000000.	0.121E-04	0.218E-05	0.463E-04	0.274E-04	0.696E-04	0.574E-04
Na X 2P-7S	200000.	0.641E-04	0.114E-04	0.283E-04	0.282E-04	*0.560E-04	*0.561E-04
39.9 Å	500000.	0.483E-04	0.944E-05	0.410E-04	0.350E-04	*0.763E-04	*0.713E-04
C=0.22E+16	1000000.	0.385E-04	0.752E-05	0.507E-04	0.396E-04	*0.910E-04	*0.810E-04
	2000000.	0.303E-04	0.582E-05	0.661E-04	0.444E-04	*0.107E-03	*0.918E-04
	3000000.	0.262E-04	0.486E-05	0.713E-04	0.509E-04	0.103E-03	0.999E-04
	5000000.	0.217E-04	0.367E-05	0.883E-04	0.505E-04	0.135E-03	0.104E-03
Na X 2P-8S	200000.	0.111E-03	0.199E-04	0.543E-04	0.523E-04		
39.1 Å	500000.	0.829E-04	0.160E-04	0.765E-04	0.629E-04		
C=0.14E+16	1000000.	0.657E-04	0.128E-04	*0.926E-04	*0.717E-04	*0.163E-03	*0.144E-03
	2000000.	0.515E-04	0.966E-05	0.110E-03	0.810E-04	*0.179E-03	*0.161E-03
	3000000.	0.444E-04	0.792E-05	0.137E-03	0.874E-04	*0.208E-03	*0.178E-03
	5000000.	0.367E-04	0.583E-05	0.165E-03	0.905E-04	*0.246E-03	*0.185E-03
Na X 3P-6S	200000.	0.268E-03	0.425E-04	0.965E-04	0.101E-03	0.190E-03	0.202E-03
110.0 Å	500000.	0.202E-03	0.375E-04	0.140E-03	0.127E-03	0.264E-03	0.259E-03
C=0.26E+17	1000000.	0.161E-03	0.299E-04	0.184E-03	0.146E-03	0.331E-03	0.296E-03
	2000000.	0.128E-03	0.239E-04	0.246E-03	0.167E-03	0.404E-03	0.346E-03
	3000000.	0.111E-03	0.202E-04	0.277E-03	0.179E-03	0.436E-03	0.369E-03
	5000000.	0.921E-04	0.159E-04	0.337E-03	0.197E-03	0.504E-03	0.409E-03
Na X 3P-7S	200000.	0.427E-03	0.740E-04	0.181E-03	0.181E-03	*0.360E-03	*0.359E-03
100.9 Å	500000.	0.321E-03	0.612E-04	0.263E-03	0.224E-03	*0.490E-03	*0.457E-03
C=0.14E+17	1000000.	0.255E-03	0.488E-04	0.325E-03	0.254E-03	*0.584E-03	*0.519E-03
	2000000.	0.201E-03	0.377E-04	0.427E-03	0.285E-03	*0.693E-03	*0.589E-03
	3000000.	0.174E-03	0.315E-04	0.464E-03	0.327E-03	0.667E-03	0.643E-03
	5000000.	0.144E-03	0.238E-04	0.568E-03	0.324E-03	0.867E-03	0.667E-03
Na X 3P-8S	200000.	0.679E-03	0.120E-03	*0.326E-03	*0.314E-03		
95.8 Å	500000.	0.509E-03	0.970E-04	0.461E-03	0.378E-03		
C=0.84E+16	1000000.	0.403E-03	0.776E-04	0.558E-03	0.431E-03	*0.977E-03	*0.867E-03
	2000000.	0.316E-03	0.585E-04	0.666E-03	0.487E-03	*0.108E-02	*0.967E-03
	3000000.	0.272E-03	0.479E-04	0.828E-03	0.525E-03	*0.125E-02	*0.107E-02
	5000000.	0.225E-03	0.353E-04	0.999E-03	0.544E-03	*0.148E-02	*0.111E-02
Na X 4P-5S	200000.	0.266E-02	0.331E-03	0.753E-03	0.799E-03	0.144E-02	0.161E-02
412.4 Å	500000.	0.197E-02	0.301E-03	0.120E-02	0.102E-02	0.208E-02	0.207E-02
C=0.23E+18	1000000.	0.157E-02	0.245E-03	0.166E-02	0.120E-02	0.266E-02	0.243E-02
	2000000.	0.124E-02	0.194E-03	0.218E-02	0.137E-02	0.325E-02	0.277E-02
	3000000.	0.108E-02	0.167E-03	0.254E-02	0.144E-02	0.362E-02	0.296E-02
	5000000.	0.910E-03	0.133E-03	0.309E-02	0.163E-02	0.426E-02	0.334E-02
Na X 4P-6S	200000.	0.187E-02	0.275E-03	0.636E-03	0.645E-03	0.124E-02	0.129E-02
264.6 Å	500000.	0.140E-02	0.242E-03	0.953E-03	0.811E-03	0.174E-02	0.166E-02
C=0.96E+17	1000000.	0.112E-02	0.192E-03	0.128E-02	0.947E-03	0.210E-02	0.191E-02
	2000000.	0.883E-03	0.153E-03	0.165E-02	0.105E-02	0.252E-02	0.214E-02
	3000000.	0.767E-03	0.129E-03	0.185E-02	0.111E-02	0.282E-02	0.230E-02
	5000000.	0.641E-03	0.101E-03	0.234E-02	0.127E-02	0.323E-02	0.256E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Na X 4P-7S	200000.	0.220E-02	0.364E-03	0.892E-03	0.872E-03	*0.173E-02	*0.173E-02
217.6 Å	500000.	0.165E-02	0.301E-03	0.131E-02	0.107E-02	*0.238E-02	*0.220E-02
C=0.65E+17	1000000.	0.131E-02	0.240E-03	0.165E-02	0.125E-02	*0.277E-02	*0.249E-02
	2000000.	0.103E-02	0.185E-03	0.213E-02	0.135E-02	*0.338E-02	*0.280E-02
	3000000.	0.894E-03	0.155E-03	0.245E-02	0.157E-02	0.342E-02	0.320E-02
	5000000.	0.743E-03	0.117E-03	0.283E-02	0.157E-02	0.406E-02	0.318E-02
Na X 4P-8S	200000.	0.299E-02	0.515E-03	*0.140E-02	*0.133E-02		
195.2 Å	500000.	0.224E-02	0.416E-03	0.195E-02	0.158E-02		
C=0.35E+17	1000000.	0.177E-02	0.333E-03	0.238E-02	0.183E-02	*0.409E-02	*0.368E-02
	2000000.	0.139E-02	0.251E-03	0.288E-02	0.209E-02	*0.457E-02	*0.409E-02
	3000000.	0.120E-02	0.205E-03	0.354E-02	0.222E-02	*0.527E-02	*0.453E-02
	5000000.	0.993E-03	0.152E-03	0.429E-02	0.228E-02	*0.632E-02	*0.469E-02
Na X 2P-4D	200000.	0.150E-04	0.778E-06	0.809E-04	0.435E-04	*0.115E-03	*0.860E-04
49.0 Å	500000.	0.107E-04	0.898E-06	0.103E-03	0.538E-04	*0.174E-03	*0.110E-03
C=0.94E+14	1000000.	0.835E-05	0.673E-06	0.110E-03	0.623E-04	*0.217E-03	*0.124E-03
	2000000.	0.649E-05	0.493E-06	0.121E-03	0.680E-04	*0.261E-03	*0.140E-03
	3000000.	0.561E-05	0.395E-06	0.122E-03	0.783E-04	*0.261E-03	*0.158E-03
	5000000.	0.469E-05	0.305E-06	0.126E-03	0.790E-04	*0.299E-03	*0.159E-03
Na X 3P-3D	200000.	2.19	0.114	0.229	0.398	0.417	0.800
27739.3 Å	500000.	1.52	0.109	0.626	0.605	0.997	1.23
C=0.28E+22	1000000.	1.16	0.924E-01	1.03	0.728	1.47	1.47
	2000000.	0.904	0.761E-01	1.51	0.868	1.95	1.77
	3000000.	0.785	0.660E-01	1.79	0.942	2.34	1.91
	5000000.	0.661	0.539E-01	2.16	1.03	2.83	2.12
Na X 3P-4D	200000.	0.257E-03	0.155E-04	0.120E-02	0.648E-03	*0.172E-02	*0.128E-02
188.7 Å	500000.	0.186E-03	0.165E-04	0.153E-02	0.798E-03	*0.260E-02	*0.163E-02
C=0.14E+16	1000000.	0.145E-03	0.127E-04	0.165E-02	0.931E-03	*0.322E-02	*0.185E-02
	2000000.	0.114E-03	0.940E-05	0.180E-02	0.101E-02	*0.389E-02	*0.208E-02
	3000000.	0.985E-04	0.764E-05	0.184E-02	0.117E-02	*0.390E-02	*0.236E-02
	5000000.	0.826E-04	0.594E-05	0.191E-02	0.118E-02	*0.444E-02	*0.237E-02
Na X 4P-4D	200000.	58.5	4.49	184.	99.8	*263.	*198.
72674.4 Å	500000.	42.6	4.28	234.	122.	*400.	*250.
C=0.21E+21	1000000.	33.6	3.33	264.	142.	*486.	*290.
	2000000.	26.5	2.49	275.	154.	*593.	*318.
	3000000.	23.0	2.04	302.	179.	*624.	*365.
	5000000.	19.4	1.56	296.	182.	*665.	*369.
Na X 2P-6S	200000.	0.303E-04	0.507E-05	0.982E-05	0.108E-04	0.196E-04	0.215E-04
40.3 Å	500000.	0.230E-04	0.462E-05	0.144E-04	0.136E-04	0.279E-04	0.277E-04
C=0.47E+16	1000000.	0.185E-04	0.372E-05	0.191E-04	0.158E-04	0.352E-04	0.322E-04
	2000000.	0.147E-04	0.299E-05	0.236E-04	0.177E-04	0.413E-04	0.363E-04
	3000000.	0.127E-04	0.255E-05	0.273E-04	0.193E-04	0.442E-04	0.391E-04
	5000000.	0.106E-04	0.203E-05	0.314E-04	0.207E-04	0.486E-04	0.418E-04
Na X 2P-7S	200000.	0.559E-04	0.100E-04	0.215E-04	0.218E-04	*0.425E-04	*0.433E-04
39.0 Å	500000.	0.423E-04	0.860E-05	0.304E-04	0.269E-04	*0.592E-04	*0.547E-04
C=0.28E+16	1000000.	0.338E-04	0.679E-05	0.383E-04	0.311E-04	*0.693E-04	*0.623E-04
	2000000.	0.267E-04	0.538E-05	0.478E-04	0.355E-04	0.807E-04	0.717E-04
	3000000.	0.231E-04	0.451E-05	0.556E-04	0.365E-04	0.927E-04	0.746E-04
	5000000.	0.192E-04	0.350E-05	0.658E-04	0.420E-04	0.994E-04	0.848E-04
Na X 2P-8S	200000.	0.967E-04	0.180E-04	0.414E-04	0.403E-04		
38.2 Å	500000.	0.728E-04	0.147E-04	0.575E-04	0.490E-04	*0.111E-03	*0.101E-03
C=0.18E+16	1000000.	0.579E-04	0.117E-04	0.744E-04	0.563E-04	*0.132E-03	*0.117E-03
	2000000.	0.455E-04	0.897E-05	0.929E-04	0.619E-04	*0.155E-03	*0.127E-03
	3000000.	0.394E-04	0.746E-05	0.101E-03	0.666E-04	*0.162E-03	*0.136E-03
	5000000.	0.326E-04	0.556E-05	0.127E-03	0.760E-04	*0.186E-03	*0.151E-03
Na X 3P-7S	200000.	0.379E-03	0.649E-04	0.139E-03	0.142E-03	*0.276E-03	*0.281E-03
99.3 Å	500000.	0.285E-03	0.556E-04	0.198E-03	0.175E-03	*0.384E-03	*0.355E-03
C=0.18E+17	1000000.	0.228E-03	0.439E-04	0.248E-03	0.202E-03	*0.450E-03	*0.404E-03
	2000000.	0.180E-03	0.348E-04	0.311E-03	0.230E-03	0.524E-03	0.466E-03
	3000000.	0.156E-03	0.291E-04	0.362E-03	0.237E-03	0.603E-03	0.485E-03
	5000000.	0.130E-03	0.226E-04	0.429E-03	0.273E-03	0.646E-03	0.551E-03

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

PERTURBERS ARE: TRANSITION	T(K)	ELECTRONS WIDTH(Å)	ELECTRONS SHIFT(Å)	PROTONS WIDTH(Å)	PROTONS SHIFT(Å)	He III WIDTH(Å)	He III SHIFT(Å)
Na X 3P-8S	200000.	0.604E-03	0.110E-03	0.253E-03	0.246E-03		
94.3 Å	500000.	0.454E-03	0.893E-04	0.351E-03	0.299E-03	*0.678E-03	*0.614E-03
C=0.11E+17	1000000.	0.361E-03	0.713E-04	0.454E-03	0.343E-03	*0.803E-03	*0.717E-03
	2000000.	0.284E-03	0.546E-04	0.568E-03	0.378E-03	*0.945E-03	*0.775E-03
	3000000.	0.245E-03	0.454E-04	0.618E-03	0.406E-03	*0.988E-03	*0.831E-03
	5000000.	0.203E-03	0.338E-04	0.775E-03	0.463E-03	*0.114E-02	*0.923E-03
Na X 4P-7S	200000.	0.196E-02	0.299E-03	0.646E-03	0.659E-03	*0.128E-02	*0.131E-02
215.1 Å	500000.	0.147E-02	0.255E-03	0.927E-03	0.812E-03	*0.179E-02	*0.165E-02
C=0.85E+17	1000000.	0.117E-02	0.201E-03	0.116E-02	0.937E-03	*0.211E-02	*0.189E-02
	2000000.	0.925E-03	0.159E-03	0.147E-02	0.106E-02	0.243E-02	0.216E-02
	3000000.	0.803E-03	0.133E-03	0.173E-02	0.110E-02	0.282E-02	0.227E-02
	5000000.	0.669E-03	0.103E-03	0.203E-02	0.126E-02	0.298E-02	0.256E-02
Na X 4P-8S	200000.	0.267E-02	0.454E-03	0.105E-02	0.103E-02		
192.9 Å	500000.	0.200E-02	0.369E-03	0.147E-02	0.125E-02	*0.282E-02	*0.256E-02
C=0.45E+17	1000000.	0.159E-02	0.295E-03	0.191E-02	0.143E-02	*0.334E-02	*0.299E-02
	2000000.	0.125E-02	0.225E-03	0.239E-02	0.158E-02	*0.395E-02	*0.323E-02
	3000000.	0.108E-02	0.187E-03	0.262E-02	0.169E-02	*0.414E-02	*0.346E-02
	5000000.	0.900E-03	0.139E-03	0.327E-02	0.193E-02	*0.475E-02	*0.385E-02
Na X 3P-4D	200000.	0.211E-03	0.168E-05	0.128E-03	0.105E-03	0.177E-03	0.212E-03
182.7 Å	500000.	0.150E-03	0.120E-05	0.229E-03	0.134E-03	0.297E-03	0.272E-03
C=0.14E+17	1000000.	0.117E-03	0.725E-06	0.307E-03	0.158E-03	0.406E-03	0.324E-03
	2000000.	0.922E-04	0.389E-06	0.374E-03	0.180E-03	0.534E-03	0.366E-03
	3000000.	0.803E-04	0.116E-06	0.413E-03	0.193E-03	0.628E-03	0.393E-03
	5000000.	0.679E-04	-0.103E-06	0.446E-03	0.216E-03	0.743E-03	0.436E-03
Na X 4P-4D	200000.	3.12	-0.227E-01	1.19	0.957	1.59	1.92
18063.6 Å	500000.	2.24	-0.276E-01	2.19	1.22	2.72	2.49
C=0.13E+21	1000000.	1.77	-0.241E-01	2.97	1.46	3.70	2.94
	2000000.	1.40	-0.209E-01	3.71	1.65	5.10	3.36
	3000000.	1.23	-0.219E-01	4.12	1.77	5.96	3.67
	5000000.	1.04	-0.192E-01	4.57	1.98	6.95	4.00
PERTURBER DENSITY = 1.E+18cm-3							
Na X 1S-4P	200000.	0.549E-05	-0.371E-06	0.164E-05	-0.191E-05	0.293E-05	-0.371E-05
9.0 Å	500000.	0.391E-05	-0.331E-06	0.311E-05	-0.251E-05	0.506E-05	-0.511E-05
C=0.11E+16	1000000.	0.305E-05	-0.280E-06	0.437E-05	-0.299E-05	0.653E-05	-0.610E-05
	2000000.	0.239E-05	-0.213E-06	0.588E-05	-0.344E-05	0.846E-05	-0.698E-05
	3000000.	0.209E-05	-0.180E-06	0.683E-05	-0.371E-05	0.942E-05	-0.765E-05
	5000000.	0.176E-05	-0.137E-06	0.805E-05	-0.405E-05	0.110E-04	-0.834E-05
Na X 2S-3P	200000.	0.968E-04	-0.441E-05	0.726E-05	-0.148E-04	0.131E-04	-0.290E-04
63.6 Å	500000.	0.663E-04	-0.413E-05	0.216E-04	-0.235E-04	0.355E-04	-0.477E-04
C=0.15E+18	1000000.	0.506E-04	-0.362E-05	0.369E-04	-0.288E-04	0.566E-04	-0.587E-04
	2000000.	0.391E-04	-0.290E-05	0.531E-04	-0.343E-04	0.754E-04	-0.698E-04
	3000000.	0.338E-04	-0.254E-05	0.636E-04	-0.378E-04	0.888E-04	-0.766E-04
	5000000.	0.283E-04	-0.205E-05	0.784E-04	-0.418E-04	0.106E-03	-0.858E-04
Na X 2S-4P	200000.	0.157E-03	-0.104E-04	0.460E-04	-0.536E-04	0.821E-04	-0.104E-03
47.5 Å	500000.	0.112E-03	-0.956E-05	0.870E-04	-0.702E-04	0.142E-03	-0.143E-03
C=0.31E+17	1000000.	0.871E-04	-0.813E-05	0.123E-03	-0.839E-04	0.183E-03	-0.171E-03
	2000000.	0.685E-04	-0.623E-05	0.165E-03	-0.964E-04	0.236E-03	-0.195E-03
	3000000.	0.597E-04	-0.531E-05	0.191E-03	-0.104E-03	0.264E-03	-0.214E-03
	5000000.	0.505E-04	-0.407E-05	0.226E-03	-0.113E-03	0.309E-03	-0.234E-03
Na X 3S-3P	200000.	1.01	-0.650E-01	0.844E-01	-0.156	0.158	-0.306
5666.0 Å	500000.	0.708	-0.631E-01	0.223	-0.241	0.384	-0.488
C=0.12E+22	1000000.	0.550	-0.580E-01	0.358	-0.289	0.573	-0.587
	2000000.	0.432	-0.481E-01	0.512	-0.345	0.754	-0.701
	3000000.	0.375	-0.420E-01	0.627	-0.374	0.898	-0.775
	5000000.	0.315	-0.347E-01	0.763	-0.415	1.07	-0.840
Na X 3S-4P	200000.	0.255E-02	-0.183E-03	0.697E-03	-0.809E-03	*0.125E-02	-0.157E-02
182.2 Å	500000.	0.183E-02	-0.172E-03	0.131E-02	-0.106E-02	0.213E-02	-0.215E-02
C=0.46E+18	1000000.	0.143E-02	-0.150E-03	0.184E-02	-0.127E-02	0.275E-02	-0.256E-02
	2000000.	0.113E-02	-0.118E-03	0.250E-02	-0.146E-02	0.350E-02	-0.294E-02
	3000000.	0.987E-03	-0.101E-03	0.287E-02	-0.156E-02	0.402E-02	-0.320E-02
	5000000.	0.835E-03	-0.788E-04	0.340E-02	-0.171E-02	0.476E-02	-0.352E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Na X 4S-4P	200000.	18.3	-1.63	4.67	-5.30	*8.52	-10.2
13500.7 Å	500000.	13.3	-1.56	8.37	-6.87	*13.8	-14.0
C=0.25E+22	1000000.	10.5	-1.37	11.8	-8.20	*17.7	-16.6
	2000000.	8.36	-1.07	15.9	-9.32	22.8	-18.9
	3000000.	7.30	-0.930	18.6	-9.99	26.3	-20.6
	5000000.	6.16	-0.747	21.9	-11.1	29.0	-22.7
Na X 2P-4S	200000.	0.904E-04	0.108E-04	0.143E-04	0.229E-04	0.288E-04	0.448E-04
49.1 Å	500000.	0.671E-04	0.108E-04	0.308E-04	0.331E-04	0.600E-04	0.672E-04
C=0.18E+18	1000000.	0.540E-04	0.975E-05	0.429E-04	0.399E-04	0.789E-04	0.811E-04
	2000000.	0.431E-04	0.786E-05	0.579E-04	0.475E-04	0.100E-03	0.956E-04
	3000000.	0.376E-04	0.695E-05	0.687E-04	0.511E-04	0.114E-03	0.104E-03
	5000000.	0.315E-04	0.581E-05	0.842E-04	0.573E-04	0.128E-03	0.114E-03
Na X 2P-5S	200000.	0.178E-03	0.251E-04	0.517E-04	0.623E-04	*0.102E-03	*0.120E-03
43.7 Å	500000.	0.135E-03	0.247E-04	0.836E-04	0.806E-04	*0.160E-03	*0.163E-03
C=0.72E+17	1000000.	0.109E-03	0.208E-04	0.112E-03	0.960E-04	*0.202E-03	*0.194E-03
	2000000.	0.864E-04	0.166E-04	0.145E-03	0.111E-03	0.240E-03	0.222E-03
	3000000.	0.752E-04	0.145E-04	0.168E-03	0.117E-03	0.273E-03	0.237E-03
	5000000.	0.627E-04	0.117E-04	0.207E-03	0.128E-03	0.307E-03	0.267E-03
Na X 2P-6S	200000.	0.348E-03	0.514E-04	*0.134E-03	*0.136E-03		
41.3 Å	500000.	0.264E-03	0.487E-04	0.193E-03	0.176E-03		
C=0.37E+17	1000000.	0.211E-03	0.405E-04	0.253E-03	0.203E-03		
	2000000.	0.167E-03	0.324E-04	0.335E-03	0.233E-03	*0.552E-03	*0.486E-03
	3000000.	0.145E-03	0.276E-04	0.379E-03	0.248E-03	*0.595E-03	*0.518E-03
	5000000.	0.121E-03	0.218E-04	0.463E-03	0.274E-03	*0.696E-03	*0.574E-03
Na X 2P-7S	200000.	0.639E-03	0.948E-04	*0.283E-03	*0.270E-03		
39.9 Å	500000.	0.482E-03	0.868E-04	*0.410E-03	*0.348E-03		
C=0.22E+17	1000000.	0.384E-03	0.742E-04	*0.507E-03	*0.396E-03		
	2000000.	0.303E-03	0.572E-04	*0.661E-03	*0.444E-03		
	3000000.	0.262E-03	0.486E-04	*0.713E-03	*0.509E-03		
	5000000.	0.217E-03	0.367E-04	*0.883E-03	*0.505E-03		
Na X 2P-8S	200000.	0.109E-02	0.150E-03				
39.1 Å	500000.	0.821E-03	0.141E-03				
C=0.14E+17	1000000.	0.652E-03	0.126E-03				
	2000000.	0.511E-03	0.941E-04				
	3000000.	0.441E-03	0.792E-04				
	5000000.	0.365E-03	0.583E-04	*0.165E-02	*0.905E-03		
Na X 3P-4S	200000.	0.200E-02	0.198E-03	0.276E-03	0.427E-03	0.542E-03	0.830E-03
190.9 Å	500000.	0.146E-02	0.195E-03	0.595E-03	0.602E-03	0.111E-02	0.122E-02
C=0.13E+19	1000000.	0.116E-02	0.175E-03	0.866E-03	0.721E-03	0.147E-02	0.147E-02
	2000000.	0.919E-03	0.140E-03	0.119E-02	0.853E-03	0.187E-02	0.171E-02
	3000000.	0.801E-03	0.123E-03	0.142E-02	0.924E-03	0.213E-02	0.187E-02
	5000000.	0.672E-03	0.102E-03	0.173E-02	0.992E-03	0.248E-02	0.202E-02
Na X 3P-5S	200000.	0.185E-02	0.235E-03	0.480E-03	0.567E-03	*0.945E-03	*0.109E-02
129.2 Å	500000.	0.138E-02	0.230E-03	0.776E-03	0.731E-03	*0.146E-02	*0.149E-02
C=0.60E+18	1000000.	0.111E-02	0.194E-03	0.105E-02	0.864E-03	*0.186E-02	*0.177E-02
	2000000.	0.877E-03	0.155E-03	0.141E-02	0.101E-02	0.224E-02	0.206E-02
	3000000.	0.763E-03	0.135E-03	0.159E-02	0.107E-02	0.249E-02	0.216E-02
	5000000.	0.638E-03	0.109E-03	0.200E-02	0.116E-02	0.292E-02	0.238E-02
Na X 3P-6S	200000.	0.268E-02	0.376E-03	*0.965E-03	*0.976E-03		
110.0 Å	500000.	0.202E-02	0.356E-03	0.140E-02	0.127E-02		
C=0.26E+18	1000000.	0.161E-02	0.297E-03	0.184E-02	0.146E-02		
	2000000.	0.128E-02	0.237E-03	0.246E-02	0.167E-02	*0.404E-02	*0.346E-02
	3000000.	0.111E-02	0.202E-03	0.277E-02	0.179E-02	*0.436E-02	*0.369E-02
	5000000.	0.921E-03	0.159E-03	0.337E-02	0.197E-02	*0.504E-02	*0.409E-02
Na X 3P-7S	200000.	0.426E-02	0.615E-03	*0.181E-02	*0.173E-02		
100.9 Å	500000.	0.320E-02	0.563E-03	*0.263E-02	*0.223E-02		
C=0.14E+18	1000000.	0.255E-02	0.481E-03	*0.325E-02	*0.254E-02		
	2000000.	0.201E-02	0.371E-03	*0.427E-02	*0.285E-02		
	3000000.	0.174E-02	0.315E-03	*0.464E-02	*0.327E-02		
	5000000.	0.144E-02	0.238E-03	*0.568E-02	*0.324E-02		

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Na X 3P-8S	200000.	0.672E-02	0.908E-03				
95.8 Å	500000.	0.504E-02	0.853E-03				
C=0.84E+17	1000000.	0.400E-02	0.762E-03				
	2000000.	0.313E-02	0.570E-03				
	3000000.	0.270E-02	0.479E-03				
	5000000.	0.224E-02	0.353E-03	*0.999E-02	*0.544E-02		
Na X 4P-5S	200000.	0.266E-01	0.299E-02	0.752E-02	0.780E-02	*0.144E-01	*0.150E-01
412.4 Å	500000.	0.197E-01	0.289E-02	0.120E-01	0.101E-01	*0.208E-01	*0.206E-01
C=0.23E+19	1000000.	0.157E-01	0.243E-02	0.166E-01	0.120E-01	*0.266E-01	*0.242E-01
	2000000.	0.124E-01	0.192E-02	0.218E-01	0.137E-01	*0.325E-01	*0.277E-01
	3000000.	0.108E-01	0.167E-02	0.254E-01	0.144E-01	*0.362E-01	*0.296E-01
	5000000.	0.910E-02	0.133E-02	0.309E-01	0.163E-01	*0.426E-01	*0.334E-01
Na X 4P-6S	200000.	0.187E-01	0.242E-02	*0.635E-02	*0.624E-02		
264.6 Å	500000.	0.140E-01	0.229E-02	*0.953E-02	*0.808E-02		
C=0.96E+18	1000000.	0.112E-01	0.191E-02	*0.128E-01	*0.947E-02		
	2000000.	0.883E-02	0.151E-02	0.165E-01	0.105E-01	*0.252E-01	*0.214E-01
	3000000.	0.767E-02	0.129E-02	0.185E-01	0.111E-01	*0.282E-01	*0.230E-01
	5000000.	0.640E-02	0.101E-02	0.234E-01	0.127E-01	*0.323E-01	*0.256E-01
Na X 4P-7S	200000.	0.219E-01	0.302E-02	*0.892E-02	*0.835E-02		
217.6 Å	500000.	0.165E-01	0.277E-02	*0.131E-01	*0.107E-01		
C=0.65E+18	1000000.	0.131E-01	0.237E-02	*0.165E-01	*0.125E-01		
	2000000.	0.103E-01	0.182E-02	*0.213E-01	*0.135E-01		
	3000000.	0.892E-02	0.155E-02	*0.245E-01	*0.157E-01		
	5000000.	0.742E-02	0.117E-02	*0.283E-01	*0.157E-01		
Na X 4P-8S	200000.	0.296E-01	0.390E-02				
195.2 Å	500000.	0.222E-01	0.366E-02				
C=0.35E+18	1000000.	0.176E-01	0.326E-02				
	2000000.	0.138E-01	0.244E-02				
	3000000.	0.119E-01	0.205E-02				
	5000000.	0.987E-02	0.152E-02				
Na X 2P-3D	200000.	0.659E-04	0.192E-05	0.376E-05	0.901E-05	0.652E-05	0.177E-04
66.3 Å	500000.	0.441E-04	0.225E-05	0.135E-04	0.153E-04	0.205E-04	0.309E-04
C=0.16E+18	1000000.	0.330E-04	0.194E-05	0.261E-04	0.196E-04	0.375E-04	0.398E-04
	2000000.	0.250E-04	0.177E-05	0.385E-04	0.236E-04	0.516E-04	0.481E-04
	3000000.	0.215E-04	0.157E-05	0.461E-04	0.263E-04	0.611E-04	0.529E-04
	5000000.	0.179E-04	0.133E-05	0.564E-04	0.293E-04	0.764E-04	0.593E-04
Na X 2P-4D	200000.	0.138E-03	0.530E-05				
49.0 Å	500000.	0.100E-03	0.625E-05				
C=0.94E+15	1000000.	0.785E-04	0.638E-05	*0.110E-02	*0.623E-03		
	2000000.	0.614E-04	0.421E-05	*0.121E-02	*0.680E-03		
	3000000.	0.533E-04	0.395E-05	*0.122E-02	*0.783E-03		
	5000000.	0.447E-04	0.305E-05	*0.126E-02	*0.790E-03		
Na X 3P-3D	200000.	22.0	1.07	2.29	3.94	4.16	7.72
27739.3 Å	500000.	15.2	1.06	6.26	6.04	9.97	12.3
C=0.28E+23	1000000.	11.6	0.920	10.3	7.28	14.7	14.7
	2000000.	9.04	0.757	15.1	8.68	19.5	17.7
	3000000.	7.85	0.660	17.9	9.42	23.4	19.1
	5000000.	6.61	0.539	21.6	10.3	28.3	21.2
Na X 3P-4D	200000.	0.241E-02	0.113E-03				
188.7 Å	500000.	0.175E-02	0.124E-03				
C=0.14E+17	1000000.	0.138E-02	0.121E-03	*0.165E-01	*0.931E-02		
	2000000.	0.108E-02	0.832E-04	*0.180E-01	*0.101E-01		
	3000000.	0.942E-03	0.764E-04	*0.184E-01	*0.117E-01		
	5000000.	0.793E-03	0.594E-04	*0.191E-01	*0.118E-01		
Na X 3D-4P	200000.	0.254E-02	-0.171E-03	0.744E-03	-0.857E-03	*0.133E-02	-0.166E-02
186.9 Å	500000.	0.181E-02	-0.160E-03	0.141E-02	-0.113E-02	0.226E-02	-0.228E-02
C=0.48E+18	1000000.	0.142E-02	-0.136E-03	0.201E-02	-0.135E-02	0.292E-02	-0.272E-02
	2000000.	0.112E-02	-0.106E-03	0.273E-02	-0.154E-02	0.373E-02	-0.312E-02
	3000000.	0.975E-03	-0.902E-04	0.314E-02	-0.165E-02	0.431E-02	-0.338E-02
	5000000.	0.826E-03	-0.697E-04	0.371E-02	-0.180E-02	0.512E-02	-0.371E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Na X 2S-3P	200000.	0.813E-04	0.383E-06	0.104E-05	0.197E-05	0.197E-05	0.386E-05
60.7 Å	500000.	0.548E-04	0.468E-06	0.356E-05	0.403E-05	0.655E-05	0.812E-05
C=0.50E+18	1000000.	0.415E-04	0.437E-06	0.657E-05	0.564E-05	0.111E-04	0.114E-04
	2000000.	0.320E-04	0.337E-06	0.107E-04	0.706E-05	0.162E-04	0.144E-04
	3000000.	0.277E-04	0.256E-06	0.136E-04	0.788E-05	0.191E-04	0.161E-04
	5000000.	0.232E-04	0.241E-06	0.179E-04	0.893E-05	0.230E-04	0.184E-04
Na X 2S-4P	200000.	0.128E-03	0.255E-05	0.805E-05	0.111E-04	0.156E-04	0.218E-04
45.7 Å	500000.	0.900E-04	0.269E-05	0.177E-04	0.170E-04	0.323E-04	0.345E-04
C=0.12E+18	1000000.	0.701E-04	0.223E-05	0.261E-04	0.204E-04	0.439E-04	0.416E-04
	2000000.	0.552E-04	0.176E-05	0.369E-04	0.242E-04	0.563E-04	0.497E-04
	3000000.	0.483E-04	0.162E-05	0.448E-04	0.267E-04	0.629E-04	0.537E-04
	5000000.	0.411E-04	0.130E-05	0.547E-04	0.293E-04	0.734E-04	0.591E-04
Na X 3S-3P	200000.	0.487	-0.115E-01	0.535E-02	-0.117E-01	0.102E-01	-0.229E-01
4102.1 Å	500000.	0.336	-0.121E-01	0.190E-01	-0.230E-01	0.350E-01	-0.465E-01
C=0.23E+22	1000000.	0.259	-0.115E-01	0.363E-01	-0.320E-01	0.595E-01	-0.647E-01
	2000000.	0.203	-0.107E-01	0.613E-01	-0.394E-01	0.876E-01	-0.803E-01
	3000000.	0.177	-0.967E-02	0.794E-01	-0.436E-01	0.103	-0.892E-01
	5000000.	0.149	-0.792E-02	0.108	-0.495E-01	0.125	-0.102
Na X 3S-4P	200000.	0.213E-02	0.136E-04	0.106E-03	0.142E-03	0.203E-03	0.278E-03
176.6 Å	500000.	0.150E-02	0.138E-04	0.236E-03	0.220E-03	0.422E-03	0.446E-03
C=0.17E+19	1000000.	0.118E-02	0.835E-05	0.356E-03	0.265E-03	0.583E-03	0.538E-03
	2000000.	0.932E-03	0.358E-05	0.517E-03	0.317E-03	0.741E-03	0.643E-03
	3000000.	0.816E-03	0.413E-05	0.641E-03	0.350E-03	0.853E-03	0.715E-03
	5000000.	0.695E-03	0.270E-05	0.824E-03	0.383E-03	0.999E-03	0.790E-03
Na X 4S-4P	200000.	8.90	-0.272	0.259	-0.300	0.486	-0.587
9962.1 Å	500000.	6.40	-0.260	0.613	-0.487	1.02	-0.985
C=0.55E+22	1000000.	5.07	-0.257	1.01	-0.607	1.44	-1.23
	2000000.	4.03	-0.211	1.58	-0.725	1.86	-1.47
	3000000.	3.53	-0.179	2.03	-0.799	2.17	-1.63
	5000000.	2.99	-0.157	2.74	-0.881	2.59	-1.81
Na X 2P-3S	200000.	0.547E-04	0.370E-05	0.137E-05	0.531E-05	0.265E-05	0.104E-04
65.2 Å	500000.	0.380E-04	0.411E-05	0.582E-05	0.944E-05	0.116E-04	0.191E-04
C=0.10E+19	1000000.	0.298E-04	0.391E-05	0.109E-04	0.129E-04	0.209E-04	0.262E-04
	2000000.	0.235E-04	0.358E-05	0.163E-04	0.155E-04	0.299E-04	0.314E-04
	3000000.	0.204E-04	0.320E-05	0.198E-04	0.171E-04	0.347E-04	0.347E-04
	5000000.	0.171E-04	0.269E-05	0.254E-04	0.193E-04	0.414E-04	0.393E-04
Na X 2P-4S	200000.	0.787E-04	0.926E-05	0.101E-04	0.169E-04	0.201E-04	0.333E-04
47.8 Å	500000.	0.578E-04	0.922E-05	0.223E-04	0.250E-04	0.438E-04	0.509E-04
C=0.23E+18	1000000.	0.465E-04	0.865E-05	0.313E-04	0.302E-04	0.587E-04	0.612E-04
	2000000.	0.372E-04	0.705E-05	0.421E-04	0.359E-04	0.746E-04	0.725E-04
	3000000.	0.325E-04	0.616E-05	0.490E-04	0.387E-04	0.846E-04	0.782E-04
	5000000.	0.273E-04	0.526E-05	0.606E-04	0.430E-04	0.962E-04	0.867E-04
Na X 2P-5S	200000.	0.155E-03	0.219E-04	0.361E-04	0.470E-04	*0.720E-04	*0.910E-04
42.6 Å	500000.	0.117E-03	0.218E-04	0.617E-04	0.613E-04	0.120E-03	0.125E-03
C=0.92E+17	1000000.	0.943E-04	0.188E-04	0.831E-04	0.731E-04	0.154E-03	0.150E-03
	2000000.	0.752E-04	0.149E-04	0.108E-03	0.848E-04	0.188E-03	0.172E-03
	3000000.	0.656E-04	0.132E-04	0.124E-03	0.926E-04	0.205E-03	0.184E-03
	5000000.	0.549E-04	0.107E-04	0.149E-03	0.990E-04	0.235E-03	0.200E-03
Na X 2P-6S	200000.	0.303E-03	0.460E-04	0.982E-04	0.105E-03		
40.3 Å	500000.	0.230E-03	0.443E-04	0.144E-03	0.135E-03	*0.279E-03	*0.276E-03
C=0.47E+17	1000000.	0.185E-03	0.369E-04	0.191E-03	0.158E-03	*0.352E-03	*0.321E-03
	2000000.	0.147E-03	0.296E-04	0.236E-03	0.177E-03	*0.413E-03	*0.363E-03
	3000000.	0.127E-03	0.255E-04	0.273E-03	0.193E-03	*0.442E-03	*0.391E-03
	5000000.	0.106E-03	0.203E-04	0.314E-03	0.207E-03	*0.486E-03	*0.418E-03
Na X 2P-7S	200000.	0.559E-03	0.868E-04	*0.215E-03	*0.210E-03		
39.0 Å	500000.	0.422E-03	0.807E-04	*0.304E-03	*0.268E-03		
C=0.28E+17	1000000.	0.338E-03	0.672E-04	*0.383E-03	*0.311E-03		
	2000000.	0.267E-03	0.531E-04	*0.478E-03	*0.355E-03		
	3000000.	0.231E-03	0.451E-04	*0.556E-03	*0.365E-03		
	5000000.	0.192E-03	0.350E-04	*0.658E-03	*0.420E-03		

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Na X 2P-8S	200000.	0.963E-03	0.146E-03				
38.2 Å	500000.	0.725E-03	0.133E-03				
C=0.18E+17	1000000.	0.577E-03	0.116E-03				
	2000000.	0.454E-03	0.880E-04	*0.929E-03	*0.619E-03		
	3000000.	0.392E-03	0.746E-04	*0.101E-02	*0.666E-03		
	5000000.	0.325E-03	0.556E-04	*0.127E-02	*0.760E-03		
Na X 3P-4S	200000.	0.178E-02	0.137E-03	0.150E-03	0.250E-03	0.298E-03	0.492E-03
188.1 Å	500000.	0.128E-02	0.134E-03	0.333E-03	0.372E-03	0.649E-03	0.756E-03
C=0.36E+19	1000000.	0.102E-02	0.125E-03	0.472E-03	0.447E-03	0.878E-03	0.904E-03
	2000000.	0.807E-03	0.102E-03	0.653E-03	0.528E-03	0.113E-02	0.107E-02
	3000000.	0.704E-03	0.889E-04	0.784E-03	0.570E-03	0.130E-02	0.116E-02
	5000000.	0.593E-03	0.756E-04	0.968E-03	0.632E-03	0.147E-02	0.128E-02
Na X 3P-5S	200000.	0.164E-02	0.192E-03	0.318E-03	0.415E-03	*0.634E-03	*0.803E-03
127.1 Å	500000.	0.122E-02	0.190E-03	0.547E-03	0.541E-03	0.106E-02	0.110E-02
C=0.82E+18	1000000.	0.974E-03	0.163E-03	0.736E-03	0.645E-03	0.134E-02	0.132E-02
	2000000.	0.775E-03	0.129E-03	0.958E-03	0.749E-03	0.166E-02	0.151E-02
	3000000.	0.675E-03	0.114E-03	0.111E-02	0.817E-03	0.181E-02	0.162E-02
	5000000.	0.566E-03	0.929E-04	0.135E-02	0.872E-03	0.209E-02	0.176E-02
Na X 3P-6S	200000.	0.238E-02	0.330E-03	0.707E-03	0.755E-03		
108.2 Å	500000.	0.179E-02	0.317E-03	0.104E-02	0.975E-03	*0.201E-02	*0.199E-02
C=0.34E+18	1000000.	0.143E-02	0.264E-03	0.138E-02	0.114E-02	*0.254E-02	*0.231E-02
	2000000.	0.114E-02	0.211E-03	0.172E-02	0.127E-02	*0.297E-02	*0.261E-02
	3000000.	0.986E-03	0.182E-03	0.199E-02	0.139E-02	*0.320E-02	*0.281E-02
	5000000.	0.823E-03	0.145E-03	0.229E-02	0.150E-02	*0.351E-02	*0.301E-02
Na X 3P-7S	200000.	0.379E-02	0.562E-03	*0.140E-02	*0.136E-02		
99.3 Å	500000.	0.285E-02	0.522E-03	*0.198E-02	*0.174E-02		
C=0.18E+18	1000000.	0.228E-02	0.434E-03	*0.248E-02	*0.202E-02		
	2000000.	0.180E-02	0.343E-03	*0.311E-02	*0.230E-02		
	3000000.	0.156E-02	0.291E-03	*0.362E-02	*0.237E-02		
	5000000.	0.130E-02	0.226E-03	*0.429E-02	*0.273E-02		
Na X 3P-8S	200000.	0.601E-02	0.889E-03				
94.3 Å	500000.	0.452E-02	0.811E-03				
C=0.11E+18	1000000.	0.360E-02	0.703E-03				
	2000000.	0.283E-02	0.535E-03	*0.568E-02	*0.378E-02		
	3000000.	0.245E-02	0.454E-03	*0.618E-02	*0.406E-02		
	5000000.	0.203E-02	0.338E-03	*0.775E-02	*0.463E-02		
Na X 4P-5S	200000.	0.235E-01	0.180E-02	0.299E-02	0.388E-02	0.588E-02	0.753E-02
408.5 Å	500000.	0.173E-01	0.177E-02	0.531E-02	0.509E-02	0.100E-01	0.104E-01
C=0.85E+19	1000000.	0.138E-01	0.153E-02	0.726E-02	0.607E-02	0.127E-01	0.124E-01
	2000000.	0.110E-01	0.121E-02	0.994E-02	0.696E-02	0.161E-01	0.144E-01
	3000000.	0.958E-02	0.106E-02	0.119E-01	0.759E-02	0.174E-01	0.155E-01
	5000000.	0.808E-02	0.867E-03	0.148E-01	0.834E-02	0.205E-01	0.167E-01
Na X 4P-6S	200000.	0.166E-01	0.185E-02	0.403E-02	0.429E-02	*0.801E-02	*0.813E-02
261.5 Å	500000.	0.124E-01	0.177E-02	0.604E-02	0.558E-02	*0.114E-01	*0.113E-01
C=0.20E+19	1000000.	0.989E-02	0.148E-02	0.803E-02	0.651E-02	*0.144E-01	*0.134E-01
	2000000.	0.785E-02	0.118E-02	0.103E-01	0.729E-02	*0.172E-01	*0.148E-01
	3000000.	0.683E-02	0.101E-02	0.119E-01	0.792E-02	*0.190E-01	*0.161E-01
	5000000.	0.573E-02	0.808E-03	0.139E-01	0.844E-02	*0.208E-01	*0.171E-01
Na X 4P-7S	200000.	0.195E-01	0.258E-02	*0.647E-02	*0.634E-02		
215.1 Å	500000.	0.147E-01	0.239E-02	*0.927E-02	*0.808E-02		
C=0.85E+18	1000000.	0.117E-01	0.199E-02	*0.116E-01	*0.937E-02		
	2000000.	0.925E-02	0.157E-02	*0.147E-01	*0.106E-01		
	3000000.	0.803E-02	0.133E-02	*0.173E-01	*0.110E-01		
	5000000.	0.669E-02	0.103E-02	*0.203E-01	*0.126E-01		
Na X 4P-8S	200000.	0.266E-01	0.368E-02				
192.9 Å	500000.	0.200E-01	0.335E-02				
C=0.45E+18	1000000.	0.159E-01	0.290E-02				
	2000000.	0.125E-01	0.221E-02	*0.239E-01	*0.158E-01		
	3000000.	0.108E-01	0.187E-02	*0.262E-01	*0.169E-01		
	5000000.	0.898E-02	0.139E-02	*0.327E-01	*0.193E-01		

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

PERTURBERS ARE: TRANSITION	T(K)	ELECTRONS WIDTH(Å)	ELECTRONS SHIFT(Å)	PROTONS WIDTH(Å)	PROTONS SHIFT(Å)	He III WIDTH(Å)	He III SHIFT(Å)
Na X 2P-3D	200000.	0.578E-04	-0.116E-05	0.701E-06	-0.228E-05	-0.446E-05	
63.6 Å	500000.	0.381E-04	-0.596E-06	0.307E-05	-0.462E-05	0.563E-05	-0.932E-05
C=0.54E+18	1000000.	0.282E-04	-0.556E-06	0.612E-05	-0.644E-05	0.105E-04	-0.130E-04
	2000000.	0.213E-04	-0.269E-06	0.105E-04	-0.805E-05	0.164E-04	-0.164E-04
	3000000.	0.183E-04	-0.197E-06	0.133E-04	-0.898E-05	0.196E-04	-0.183E-04
	5000000.	0.153E-04	-0.118E-06	0.171E-04	-0.102E-04	0.238E-04	-0.207E-04
Na X 2P-4D	200000.	0.122E-03	-0.461E-06	0.867E-04	0.701E-04	*0.120E-03	*0.136E-03
47.5 Å	500000.	0.864E-04	0.370E-06	0.155E-03	0.908E-04	*0.201E-03	*0.184E-03
C=0.93E+16	1000000.	0.672E-04	0.896E-06	0.207E-03	0.108E-03	*0.276E-03	*0.219E-03
	2000000.	0.525E-04	0.596E-06	0.250E-03	0.123E-03	*0.360E-03	*0.249E-03
	3000000.	0.457E-04	0.485E-06	0.276E-03	0.131E-03	*0.423E-03	*0.267E-03
	5000000.	0.385E-04	0.296E-06	0.298E-03	0.148E-03	*0.501E-03	*0.296E-03
Na X 3P-3D	200000.	1.45	-0.262E-01	0.301E-01	-0.622E-01	0.576E-01	-0.122
7430.0 Å	500000.	0.982	-0.219E-01	0.952E-01	-0.113	0.178	-0.228
C=0.74E+22	1000000.	0.747	-0.208E-01	0.177	-0.154	0.300	-0.314
	2000000.	0.579	-0.151E-01	0.274	-0.186	0.408	-0.376
	3000000.	0.503	-0.126E-01	0.345	-0.206	0.473	-0.418
	5000000.	0.425	-0.106E-01	0.450	-0.231	0.580	-0.475
Na X 3P-4D	200000.	0.208E-02	-0.131E-04	0.128E-02	0.103E-02	*0.177E-02	*0.200E-02
182.7 Å	500000.	0.148E-02	-0.287E-05	0.229E-02	0.134E-02	*0.297E-02	*0.271E-02
C=0.14E+18	1000000.	0.116E-02	0.531E-05	0.307E-02	0.158E-02	*0.406E-02	*0.323E-02
	2000000.	0.912E-03	0.193E-05	0.374E-02	0.180E-02	*0.534E-02	*0.366E-02
	3000000.	0.795E-03	0.116E-05	0.413E-02	0.193E-02	*0.628E-02	*0.393E-02
	5000000.	0.672E-03	-0.103E-05	0.446E-02	0.216E-02	*0.743E-02	*0.436E-02
Na X 3D-4P	200000.	0.230E-02	0.571E-04	0.151E-03	0.205E-03	0.291E-03	0.403E-03
189.3 Å	500000.	0.162E-02	0.558E-04	0.327E-03	0.311E-03	0.597E-03	0.632E-03
C=0.20E+19	1000000.	0.126E-02	0.475E-04	0.481E-03	0.374E-03	0.804E-03	0.758E-03
	2000000.	0.998E-03	0.367E-04	0.680E-03	0.444E-03	0.102E-02	0.899E-03
	3000000.	0.875E-03	0.335E-04	0.833E-03	0.485E-03	0.117E-02	0.983E-03
	5000000.	0.746E-03	0.268E-04	0.105E-02	0.544E-03	0.133E-02	0.111E-02
PERTURBER DENSITY = 1.E+19cm-3							
Na X 1S-2P	200000.	0.608E-05	-0.141E-06	0.893E-08	-0.328E-07	0.167E-07	-0.616E-07
11.0 Å	500000.	0.389E-05	-0.508E-07	0.391E-07	-0.854E-07	0.739E-07	-0.168E-06
C=0.74E+18	1000000.	0.280E-05	-0.203E-07	0.112E-06	-0.158E-06	0.210E-06	-0.318E-06
	2000000.	0.203E-05	-0.190E-07	0.253E-06	-0.249E-06	0.448E-06	-0.504E-06
	3000000.	0.170E-05	-0.134E-07	0.355E-06	-0.302E-06	0.593E-06	-0.611E-06
	5000000.	0.137E-05	-0.577E-08	0.527E-06	-0.368E-06	0.833E-06	-0.749E-06
Na X 1S-3P	200000.	0.201E-04	-0.748E-06	0.156E-05	-0.301E-05	0.283E-05	-0.559E-05
9.4 Å	500000.	0.137E-04	-0.673E-06	0.467E-05	-0.503E-05	0.769E-05	-0.984E-05
C=0.32E+17	1000000.	0.104E-04	-0.633E-06	0.802E-05	-0.624E-05	0.122E-04	-0.127E-04
	2000000.	0.803E-05	-0.524E-06	0.115E-04	-0.746E-05	0.164E-04	-0.151E-04
	3000000.	0.693E-05	-0.446E-06	0.138E-04	-0.821E-05	0.194E-04	-0.167E-04
	5000000.	0.580E-05	-0.351E-06	0.169E-04	-0.915E-05	0.230E-04	-0.186E-04
Na X 1S-4P	200000.	0.535E-04	-0.206E-05	*0.164E-04	-0.172E-04		
9.0 Å	500000.	0.383E-04	-0.210E-05	*0.311E-04	-0.244E-04		
C=0.11E+17	1000000.	0.299E-04	-0.226E-05	*0.437E-04	-0.298E-04		
	2000000.	0.235E-04	-0.206E-05	*0.588E-04	-0.344E-04		
	3000000.	0.205E-04	-0.172E-05	*0.683E-04	-0.371E-04		
	5000000.	0.174E-04	-0.130E-05	*0.805E-04	-0.405E-04		
Na X 2S-2P	200000.	0.174	-0.351E-02	0.326E-03	-0.314E-02	0.613E-03	-0.590E-02
1646.9 Å	500000.	0.114	-0.421E-02	0.241E-02	-0.772E-02	0.465E-02	-0.152E-01
C=0.16E+23	1000000.	0.839E-01	-0.387E-02	0.739E-02	-0.126E-01	0.142E-01	-0.254E-01
	2000000.	0.629E-01	-0.371E-02	0.147E-01	-0.175E-01	0.264E-01	-0.354E-01
	3000000.	0.536E-01	-0.348E-02	0.216E-01	-0.201E-01	0.372E-01	-0.408E-01
	5000000.	0.441E-01	-0.296E-02	0.294E-01	-0.230E-01	0.462E-01	-0.466E-01
Na X 2S-3P	200000.	0.967E-03	-0.345E-04	0.727E-04	-0.139E-03	0.132E-03	-0.259E-03
63.6 Å	500000.	0.663E-03	-0.352E-04	0.216E-03	-0.232E-03	0.356E-03	-0.454E-03
C=0.15E+19	1000000.	0.506E-03	-0.338E-04	0.369E-03	-0.288E-03	0.566E-03	-0.585E-03
	2000000.	0.391E-03	-0.287E-04	0.531E-03	-0.343E-03	0.754E-03	-0.696E-03
	3000000.	0.338E-03	-0.250E-04	0.636E-03	-0.378E-03	0.888E-03	-0.766E-03
	5000000.	0.283E-03	-0.202E-04	0.784E-03	-0.418E-03	0.106E-02	-0.858E-03

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Na X 2S-4P	200000.	0.153E-02	-0.579E-04	*0.459E-03	-0.482E-03		
47.5 Å	500000.	0.109E-02	-0.612E-04	*0.870E-03	-0.683E-03		
C=0.31E+18	1000000.	0.855E-03	-0.660E-04	*0.123E-02	-0.835E-03		
	2000000.	0.673E-03	-0.603E-04	*0.165E-02	-0.964E-03		
	3000000.	0.588E-03	-0.507E-04	*0.191E-02	-0.104E-02		
	5000000.	0.498E-03	-0.388E-04	*0.226E-02	-0.113E-02		
Na X 3S-3P	200000.	10.1	-0.553	0.842	-1.46	1.58	-2.71
5666.0 Å	500000.	7.07	-0.564	2.23	-2.37	3.84	-4.63
C=0.12E+23	1000000.	5.50	-0.554	3.58	-2.88	5.73	-5.85
	2000000.	4.31	-0.478	5.12	-3.45	7.54	-6.99
	3000000.	3.75	-0.415	6.27	-3.74	8.98	-7.75
	5000000.	3.15	-0.343	7.63	-4.15	10.7	-8.40
Na X 3S-4P	200000.	0.250E-01	-0.114E-02	*0.694E-02	-0.728E-02		
182.2 Å	500000.	0.179E-01	-0.119E-02	*0.131E-01	-0.103E-01		
C=0.46E+19	1000000.	0.141E-01	-0.126E-02	*0.184E-01	-0.127E-01		
	2000000.	0.111E-01	-0.114E-02	*0.250E-01	-0.146E-01		
	3000000.	0.974E-02	-0.970E-03	*0.287E-01	-0.156E-01		
	5000000.	0.825E-02	-0.760E-03	*0.340E-01	-0.171E-01		
Na X 2P-3S	200000.	0.624E-03	0.447E-04	0.242E-04	0.727E-04	0.474E-04	0.137E-03
66.9 Å	500000.	0.440E-03	0.467E-04	0.835E-04	0.131E-03	0.164E-03	0.257E-03
C=0.79E+19	1000000.	0.345E-03	0.461E-04	0.161E-03	0.174E-03	0.305E-03	0.353E-03
	2000000.	0.272E-03	0.410E-04	0.233E-03	0.209E-03	0.410E-03	0.425E-03
	3000000.	0.237E-03	0.360E-04	0.285E-03	0.231E-03	0.476E-03	0.473E-03
	5000000.	0.199E-03	0.304E-04	0.358E-03	0.260E-03	0.574E-03	0.524E-03
Na X 2P-4S	200000.	0.904E-03	0.924E-04	0.143E-03	0.212E-03	*0.287E-03	*0.386E-03
49.1 Å	500000.	0.672E-03	0.965E-04	0.308E-03	0.324E-03	*0.600E-03	*0.627E-03
C=0.18E+19	1000000.	0.540E-03	0.927E-04	0.430E-03	0.398E-03	*0.789E-03	*0.807E-03
	2000000.	0.431E-03	0.780E-04	0.579E-03	0.475E-03	*0.100E-02	*0.952E-03
	3000000.	0.376E-03	0.687E-04	0.687E-03	0.511E-03	*0.114E-02	*0.104E-02
	5000000.	0.315E-03	0.575E-04	0.842E-03	0.573E-03	*0.128E-02	*0.114E-02
Na X 2P-5S	200000.	0.177E-02	0.185E-03	*0.516E-03	*0.554E-03		
43.7 Å	500000.	0.134E-02	0.198E-03	*0.836E-03	*0.780E-03		
C=0.72E+18	1000000.	0.108E-02	0.188E-03	*0.112E-02	*0.955E-03		
	2000000.	0.861E-03	0.164E-03	*0.145E-02	*0.111E-02		
	3000000.	0.749E-03	0.142E-03	*0.168E-02	*0.117E-02		
	5000000.	0.625E-03	0.115E-03	*0.207E-02	*0.128E-02		
Na X 2P-6S	200000.	0.338E-02	0.301E-03				
41.3 Å	500000.	0.258E-02	0.330E-03				
C=0.37E+18	1000000.	0.207E-02	0.340E-03				
	2000000.	0.164E-02	0.316E-03				
	3000000.	0.143E-02	0.267E-03				
	5000000.	0.119E-02	0.211E-03				
Na X 2P-7S	200000.	0.591E-02	0.425E-03				
39.9 Å	500000.	0.452E-02	0.468E-03				
C=0.22E+18	1000000.	0.363E-02	0.561E-03				
	2000000.	0.288E-02	0.548E-03				
	3000000.	0.250E-02	0.458E-03				
	5000000.	0.207E-02	0.346E-03				
Na X 2P-8S	200000.	0.945E-02	0.472E-03				
39.1 Å	500000.	0.730E-02	0.575E-03				
C=0.14E+18	1000000.	0.588E-02	0.848E-03				
	2000000.	0.466E-02	0.880E-03				
	3000000.	0.404E-02	0.721E-03				
	5000000.	0.336E-02	0.528E-03				
Na X 3P-4S	200000.	0.200E-01	0.166E-02	0.276E-02	0.392E-02	*0.542E-02	*0.710E-02
190.9 Å	500000.	0.146E-01	0.172E-02	0.595E-02	0.588E-02	*0.110E-01	*0.114E-01
C=0.13E+20	1000000.	0.116E-01	0.165E-02	0.866E-02	0.718E-02	*0.147E-01	*0.147E-01
	2000000.	0.918E-02	0.139E-02	0.119E-01	0.853E-02	*0.187E-01	*0.170E-01
	3000000.	0.800E-02	0.122E-02	0.142E-01	0.924E-02	*0.213E-01	*0.187E-01
	5000000.	0.672E-02	0.101E-02	0.173E-01	0.992E-02	*0.248E-01	*0.202E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Na X 3P-5S	200000.	0.184E-01	0.173E-02	*0.481E-02	*0.504E-02		
129.2 Å	500000.	0.138E-01	0.185E-02	*0.776E-02	*0.707E-02		
C=0.60E+19	1000000.	0.110E-01	0.176E-02	*0.105E-01	*0.859E-02		
	2000000.	0.874E-02	0.152E-02	*0.141E-01	*0.101E-01		
	3000000.	0.760E-02	0.132E-02	*0.159E-01	*0.107E-01		
	5000000.	0.636E-02	0.107E-02	*0.200E-01	*0.116E-01		
Na X 3P-6S	200000.	0.261E-01	0.223E-02				
110.0 Å	500000.	0.198E-01	0.243E-02				
C=0.26E+19	1000000.	0.158E-01	0.249E-02				
	2000000.	0.125E-01	0.231E-02				
	3000000.	0.109E-01	0.195E-02				
	5000000.	0.907E-02	0.154E-02				
Na X 3P-7S	200000.	0.395E-01	0.279E-02				
100.9 Å	500000.	0.301E-01	0.306E-02				
C=0.14E+19	1000000.	0.241E-01	0.365E-02				
	2000000.	0.191E-01	0.356E-02				
	3000000.	0.166E-01	0.298E-02				
	5000000.	0.138E-01	0.225E-02				
Na X 3P-8S	200000.	0.583E-01	0.290E-02				
95.8 Å	500000.	0.449E-01	0.352E-02				
C=0.84E+18	1000000.	0.361E-01	0.515E-02				
	2000000.	0.286E-01	0.533E-02				
	3000000.	0.248E-01	0.437E-02				
	5000000.	0.207E-01	0.320E-02				
Na X 4P-5S	200000.	0.262	0.205E-01	*0.754E-01	*0.678E-01		
412.4 Å	500000.	0.195	0.220E-01	*0.120	*0.975E-01		
C=0.23E+20	1000000.	0.155	0.215E-01	*0.166	*0.119		
	2000000.	0.123	0.189E-01	*0.218	*0.137		
	3000000.	0.107	0.162E-01	*0.254	*0.144		
	5000000.	0.903E-01	0.129E-01	*0.309	*0.163		
Na X 4P-6S	200000.	0.182	0.141E-01				
264.6 Å	500000.	0.137	0.153E-01				
C=0.96E+19	1000000.	0.109	0.159E-01				
	2000000.	0.866E-01	0.147E-01				
	3000000.	0.753E-01	0.124E-01				
	5000000.	0.630E-01	0.977E-02				
Na X 4P-7S	200000.	0.204	0.138E-01				
217.6 Å	500000.	0.155	0.151E-01				
C=0.65E+19	1000000.	0.124	0.180E-01				
	2000000.	0.984E-01	0.175E-01				
	3000000.	0.854E-01	0.146E-01				
	5000000.	0.712E-01	0.110E-01				
Na X 4P-8S	200000.	0.259	0.127E-01				
195.2 Å	500000.	0.199	0.153E-01				
C=0.35E+19	1000000.	0.159	0.222E-01				
	2000000.	0.126	0.229E-01				
	3000000.	0.110	0.188E-01				
	5000000.	0.914E-01	0.138E-01				
Na X 2P-3D	200000.	0.658E-03	0.152E-04	0.375E-04	0.850E-04	0.653E-04	0.159E-03
66.3 Å	500000.	0.441E-03	0.190E-04	0.135E-03	0.151E-03	0.206E-03	0.297E-03
C=0.16E+19	1000000.	0.330E-03	0.179E-04	0.261E-03	0.195E-03	0.375E-03	0.397E-03
	2000000.	0.250E-03	0.176E-04	0.385E-03	0.236E-03	0.516E-03	0.480E-03
	3000000.	0.215E-03	0.155E-04	0.461E-03	0.263E-03	0.611E-03	0.529E-03
	5000000.	0.179E-03	0.132E-04	0.564E-03	0.293E-03	0.764E-03	0.593E-03
Na X 2P-4D	200000.	0.125E-02	0.239E-04				
49.0 Å	500000.	0.916E-03	0.291E-04				
C=0.94E+16	1000000.	0.723E-03	0.383E-04				
	2000000.	0.570E-03	0.403E-04				
	3000000.	0.497E-03	0.319E-04				
	5000000.	0.419E-03	0.241E-04				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Na X 3P-4D	200000.	0.220E-01	0.613E-03				
188.7 Å	500000.	0.162E-01	0.686E-03				
C=0.14E+18	1000000.	0.128E-01	0.816E-03				
	2000000.	0.102E-01	0.803E-03				
	3000000.	0.888E-02	0.648E-03				
	5000000.	0.751E-02	0.497E-03				
Na X 3D-4P	200000.	0.248E-01	-0.973E-03	*0.740E-02	-0.772E-02		
186.9 Å	500000.	0.178E-01	-0.104E-02	*0.141E-01	-0.109E-01		
C=0.48E+19	1000000.	0.139E-01	-0.111E-02	*0.201E-01	-0.134E-01		
	2000000.	0.110E-01	-0.103E-02	*0.273E-01	-0.154E-01		
	3000000.	0.961E-02	-0.864E-03	*0.314E-01	-0.165E-01		
	5000000.	0.815E-02	-0.668E-03	*0.371E-01	-0.180E-01		
Na X 2S-2P	200000.	0.768E-01	-0.116E-02	0.107E-03	-0.947E-03	0.201E-03	-0.178E-02
1126.1 Å	500000.	0.499E-01	-0.151E-02	0.698E-03	-0.238E-02	0.134E-02	-0.470E-02
C=0.11E+23	1000000.	0.365E-01	-0.151E-02	0.215E-02	-0.407E-02	0.413E-02	-0.818E-02
	2000000.	0.272E-01	-0.146E-02	0.459E-02	-0.581E-02	0.854E-02	-0.118E-01
	3000000.	0.231E-01	-0.140E-02	0.672E-02	-0.688E-02	0.121E-01	-0.140E-01
	5000000.	0.190E-01	-0.123E-02	0.944E-02	-0.788E-02	0.157E-01	-0.161E-01
Na X 2S-3P	200000.	0.813E-03	0.358E-05	0.104E-04	0.187E-04	0.196E-04	0.352E-04
60.7 Å	500000.	0.548E-03	0.402E-05	0.356E-04	0.399E-04	0.655E-04	0.787E-04
C=0.50E+19	1000000.	0.415E-03	0.402E-05	0.657E-04	0.563E-04	0.111E-03	0.114E-03
	2000000.	0.320E-03	0.333E-05	0.107E-03	0.706E-04	0.162E-03	0.143E-03
	3000000.	0.277E-03	0.252E-05	0.136E-03	0.788E-04	0.191E-03	0.161E-03
	5000000.	0.232E-03	0.237E-05	0.179E-03	0.893E-04	0.230E-03	0.184E-03
Na X 2S-4P	200000.	0.128E-02	0.190E-04	0.804E-04	0.104E-03	*0.155E-03	*0.193E-03
45.7 Å	500000.	0.900E-03	0.218E-04	0.177E-03	0.167E-03	*0.323E-03	*0.326E-03
C=0.12E+19	1000000.	0.701E-03	0.202E-04	0.261E-03	0.203E-03	0.439E-03	0.414E-03
	2000000.	0.552E-03	0.173E-04	0.369E-03	0.242E-03	0.563E-03	0.496E-03
	3000000.	0.483E-03	0.159E-04	0.448E-03	0.267E-03	0.629E-03	0.537E-03
	5000000.	0.411E-03	0.127E-04	0.547E-03	0.293E-03	0.734E-03	0.591E-03
Na X 3S-3P	200000.	4.87	-0.109	0.535E-01	-0.111	0.102	-0.209
4102.1 Å	500000.	3.36	-0.116	0.190	-0.228	0.350	-0.450
C=0.23E+23	1000000.	2.59	-0.114	0.363	-0.320	0.595	-0.646
	2000000.	2.03	-0.107	0.613	-0.394	0.876	-0.802
	3000000.	1.77	-0.964E-01	0.794	-0.436	1.03	-0.892
	5000000.	1.49	-0.790E-01	1.08	-0.495	1.25	-1.02
Na X 3S-4P	200000.	0.213E-01	0.510E-04	0.106E-02	0.133E-02	0.202E-02	0.247E-02
176.6 Å	500000.	0.150E-01	0.767E-04	0.235E-02	0.217E-02	0.422E-02	0.423E-02
C=0.17E+20	1000000.	0.118E-01	0.582E-04	0.356E-02	0.265E-02	0.583E-02	0.537E-02
	2000000.	0.932E-02	0.327E-04	0.517E-02	0.317E-02	0.741E-02	0.641E-02
	3000000.	0.816E-02	0.375E-04	0.641E-02	0.350E-02	0.853E-02	0.715E-02
	5000000.	0.695E-02	0.240E-04	0.824E-02	0.383E-02	0.999E-02	0.790E-02
Na X 2P-3S	200000.	0.549E-03	0.356E-04	0.138E-04	0.503E-04	0.266E-04	0.944E-04
65.2 Å	500000.	0.382E-03	0.390E-04	0.582E-04	0.933E-04	0.115E-03	0.184E-03
C=0.10E+20	1000000.	0.298E-03	0.383E-04	0.109E-03	0.129E-03	0.209E-03	0.261E-03
	2000000.	0.235E-03	0.357E-04	0.163E-03	0.155E-03	0.299E-03	0.313E-03
	3000000.	0.204E-03	0.319E-04	0.198E-03	0.171E-03	0.347E-03	0.347E-03
	5000000.	0.171E-03	0.268E-04	0.254E-03	0.193E-03	0.414E-03	0.393E-03
Na X 2P-4S	200000.	0.787E-03	0.820E-04	0.101E-03	0.157E-03	*0.201E-03	*0.290E-03
47.8 Å	500000.	0.579E-03	0.842E-04	0.223E-03	0.246E-03	*0.438E-03	*0.478E-03
C=0.23E+19	1000000.	0.465E-03	0.832E-04	0.313E-03	0.301E-03	*0.587E-03	*0.610E-03
	2000000.	0.372E-03	0.700E-04	0.421E-03	0.359E-03	*0.747E-03	*0.723E-03
	3000000.	0.325E-03	0.611E-04	0.490E-03	0.387E-03	*0.846E-03	*0.782E-03
	5000000.	0.273E-03	0.522E-04	0.606E-03	0.430E-03	0.962E-03	0.867E-03
Na X 2P-5S	200000.	0.155E-02	0.175E-03	*0.363E-03	*0.423E-03		
42.6 Å	500000.	0.117E-02	0.185E-03	*0.618E-03	*0.595E-03		
C=0.92E+18	1000000.	0.941E-03	0.175E-03	*0.831E-03	*0.727E-03		
	2000000.	0.751E-03	0.147E-03	*0.108E-02	*0.848E-03		
	3000000.	0.655E-03	0.130E-03	*0.124E-02	*0.926E-03		
	5000000.	0.548E-03	0.106E-03	0.149E-02	0.990E-03		

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Na X 2P-6S	200000.	0.299E-02	0.306E-03				
40.3 Å	500000.	0.227E-02	0.332E-03				
C=0.47E+18	1000000.	0.183E-02	0.324E-03				
	2000000.	0.145E-02	0.291E-03	*0.236E-02	*0.177E-02		
	3000000.	0.126E-02	0.248E-03	*0.273E-02	*0.193E-02		
	5000000.	0.105E-02	0.198E-03	*0.314E-02	*0.207E-02		
Na X 2P-7S	200000.	0.533E-02	0.463E-03				
39.0 Å	500000.	0.407E-02	0.505E-03				
C=0.28E+18	1000000.	0.327E-02	0.543E-03				
	2000000.	0.259E-02	0.515E-03				
	3000000.	0.225E-02	0.432E-03				
	5000000.	0.187E-02	0.336E-03				
Na X 2P-8S	200000.	0.871E-02	0.599E-03				
38.2 Å	500000.	0.669E-02	0.663E-03				
C=0.18E+18	1000000.	0.537E-02	0.845E-03				
	2000000.	0.426E-02	0.838E-03				
	3000000.	0.370E-02	0.697E-03				
	5000000.	0.308E-02	0.519E-03				
Na X 3P-4S	200000.	0.178E-01	0.120E-02	0.150E-02	0.233E-02	*0.297E-02	*0.430E-02
188.1 Å	500000.	0.128E-01	0.122E-02	0.334E-02	0.365E-02	*0.649E-02	*0.711E-02
C=0.36E+20	1000000.	0.102E-01	0.120E-02	0.472E-02	0.446E-02	*0.878E-02	*0.901E-02
	2000000.	0.807E-02	0.101E-02	0.653E-02	0.528E-02	*0.113E-01	*0.107E-01
	3000000.	0.704E-02	0.882E-03	0.784E-02	0.570E-02	0.130E-01	0.116E-01
	5000000.	0.593E-02	0.750E-03	0.968E-02	0.632E-02	0.147E-01	0.128E-01
Na X 3P-5S	200000.	0.163E-01	0.152E-02	*0.319E-02	*0.373E-02		
127.1 Å	500000.	0.121E-01	0.161E-02	*0.548E-02	*0.525E-02		
C=0.82E+19	1000000.	0.973E-02	0.152E-02	*0.736E-02	*0.642E-02		
	2000000.	0.774E-02	0.128E-02	*0.958E-02	*0.749E-02		
	3000000.	0.674E-02	0.113E-02	*0.111E-01	*0.817E-02		
	5000000.	0.565E-02	0.916E-03	*0.135E-01	*0.872E-02		
Na X 3P-6S	200000.	0.235E-01	0.218E-02				
108.2 Å	500000.	0.177E-01	0.237E-02				
C=0.34E+19	1000000.	0.142E-01	0.231E-02				
	2000000.	0.113E-01	0.207E-02	*0.172E-01	*0.127E-01		
	3000000.	0.979E-02	0.177E-02	*0.199E-01	*0.139E-01		
	5000000.	0.817E-02	0.141E-02	*0.229E-01	*0.150E-01		
Na X 3P-7S	200000.	0.362E-01	0.299E-02				
99.3 Å	500000.	0.275E-01	0.326E-02				
C=0.18E+19	1000000.	0.220E-01	0.351E-02				
	2000000.	0.175E-01	0.333E-02				
	3000000.	0.152E-01	0.279E-02				
	5000000.	0.126E-01	0.216E-02				
Na X 3P-8S	200000.	0.545E-01	0.364E-02				
94.3 Å	500000.	0.418E-01	0.402E-02				
C=0.11E+19	1000000.	0.335E-01	0.514E-02				
	2000000.	0.266E-01	0.510E-02				
	3000000.	0.231E-01	0.424E-02				
	5000000.	0.192E-01	0.315E-02				
Na X 4P-5S	200000.	0.234	0.144E-01	*0.299E-01	*0.349E-01		
408.5 Å	500000.	0.172	0.151E-01	*0.531E-01	*0.495E-01		
C=0.85E+20	1000000.	0.138	0.142E-01	*0.726E-01	*0.604E-01		
	2000000.	0.110	0.119E-01	*0.994E-01	*0.696E-01		
	3000000.	0.958E-01	0.105E-01	*0.119	*0.759E-01		
	5000000.	0.808E-01	0.854E-02	*0.148	*0.834E-01	*0.205	*0.167
Na X 4P-6S	200000.	0.164	0.122E-01				
261.5 Å	500000.	0.123	0.132E-01				
C=0.20E+20	1000000.	0.981E-01	0.129E-01				
	2000000.	0.779E-01	0.116E-01	*0.103	*0.729E-01		
	3000000.	0.679E-01	0.988E-02	*0.119	*0.792E-01		
	5000000.	0.569E-01	0.787E-02	*0.139	*0.844E-01		

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Na X 4P-7S	200000.	0.188	0.136E-01				
215.1 Å	500000.	0.142	0.148E-01				
C=0.85E+19	1000000.	0.114	0.160E-01				
	2000000.	0.901E-01	0.152E-01				
	3000000.	0.783E-01	0.128E-01				
	5000000.	0.654E-01	0.989E-02				
Na X 4P-8S	200000.	0.243	0.149E-01				
192.9 Å	500000.	0.185	0.165E-01				
C=0.45E+19	1000000.	0.149	0.212E-01				
	2000000.	0.118	0.210E-01				
	3000000.	0.102	0.175E-01				
	5000000.	0.853E-01	0.130E-01				
Na X 2P-3D	200000.	0.578E-03	-0.898E-05	0.701E-05	-0.216E-04	0.133E-04	-0.406E-04
63.6 Å	500000.	0.381E-03	-0.538E-05	0.307E-04	-0.457E-04	0.564E-04	-0.903E-04
C=0.54E+19	1000000.	0.282E-03	-0.537E-05	0.612E-04	-0.643E-04	0.105E-03	-0.130E-03
	2000000.	0.213E-03	-0.265E-05	0.105E-03	-0.805E-04	0.164E-03	-0.163E-03
	3000000.	0.183E-03	-0.192E-05	0.133E-03	-0.898E-04	0.196E-03	-0.183E-03
	5000000.	0.153E-03	-0.115E-05	0.171E-03	-0.102E-03	0.238E-03	-0.207E-03
Na X 2P-4D	200000.	0.114E-02	-0.219E-04	*0.868E-03	*0.623E-03		
47.5 Å	500000.	0.818E-03	-0.158E-04	*0.155E-02	*0.880E-03		
C=0.93E+17	1000000.	0.639E-03	-0.402E-05	*0.207E-02	*0.107E-02		
	2000000.	0.502E-03	0.344E-05	*0.250E-02	*0.123E-02		
	3000000.	0.438E-03	0.169E-05	*0.276E-02	*0.131E-02		
	5000000.	0.370E-03	0.510E-06	*0.298E-02	*0.148E-02		
Na X 3P-3D	200000.	14.5	-0.227	0.301	-0.589	0.574	-1.11
7430.0 Å	500000.	9.82	-0.199	0.952	-1.11	1.78	-2.20
C=0.74E+23	1000000.	7.47	-0.199	1.77	-1.54	3.00	-3.13
	2000000.	5.79	-0.150	2.74	-1.86	4.08	-3.76
	3000000.	5.03	-0.125	3.45	-2.06	4.73	-4.18
	5000000.	4.25	-0.105	4.50	-2.31	5.80	-4.75
Na X 3P-4D	200000.	0.197E-01	-0.388E-03	*0.128E-01	*0.919E-02		
182.7 Å	500000.	0.141E-01	-0.310E-03	*0.229E-01	*0.130E-01		
C=0.14E+19	1000000.	0.111E-01	-0.136E-03	*0.307E-01	*0.158E-01		
	2000000.	0.878E-02	-0.176E-04	*0.374E-01	*0.180E-01		
	3000000.	0.767E-02	-0.347E-04	*0.413E-01	*0.193E-01		
	5000000.	0.651E-02	-0.462E-04	*0.446E-01	*0.216E-01		
Na X 3D-4P	200000.	0.230E-01	0.439E-03	0.151E-02	0.192E-02	*0.290E-02	*0.355E-02
189.3 Å	500000.	0.162E-01	0.465E-03	0.327E-02	0.306E-02	*0.597E-02	*0.597E-02
C=0.20E+20	1000000.	0.126E-01	0.438E-03	0.481E-02	0.373E-02	*0.804E-02	*0.755E-02
	2000000.	0.998E-02	0.363E-03	0.680E-02	0.444E-02	0.102E-01	0.897E-02
	3000000.	0.875E-02	0.329E-03	0.833E-02	0.485E-02	0.117E-01	0.983E-02
	5000000.	0.746E-02	0.264E-03	0.105E-01	0.544E-02	0.133E-01	0.111E-01
PERTURBER DENSITY = 1.E+20cm-3							
Na X 1S-2P	200000.	0.608E-04	-0.191E-05	0.881E-07	-0.288E-06	0.159E-06	-0.469E-06
11.0 Å	500000.	0.389E-04	-0.400E-06	0.390E-06	-0.826E-06	0.737E-06	-0.156E-05
C=0.74E+19	1000000.	0.280E-04	-0.193E-06	0.112E-05	-0.157E-05	0.210E-05	-0.309E-05
	2000000.	0.203E-04	-0.177E-06	0.253E-05	-0.249E-05	0.448E-05	-0.500E-05
	3000000.	0.170E-04	-0.128E-06	0.355E-05	-0.302E-05	0.593E-05	-0.610E-05
	5000000.	0.137E-04	-0.566E-07	0.527E-05	-0.368E-05	0.833E-05	-0.748E-05
Na X 1S-3P	200000.	0.195E-03	-0.305E-05	*0.156E-04	-0.254E-04		
9.4 Å	500000.	0.134E-03	-0.353E-05	*0.468E-04	-0.470E-04		
C=0.32E+18	1000000.	0.102E-03	-0.368E-05	*0.802E-04	-0.608E-04		
	2000000.	0.789E-04	-0.328E-05	*0.115E-03	-0.743E-04		
	3000000.	0.681E-04	-0.347E-05	0.138E-03	-0.818E-04		
	5000000.	0.571E-04	-0.336E-05	0.169E-03	-0.915E-04	*0.230E-03	-0.185E-03
Na X 1S-4P	200000.	0.480E-03	0.161E-05				
9.0 Å	500000.	0.350E-03	-0.620E-05				
C=0.11E+18	1000000.	0.276E-03	-0.788E-05				
	2000000.	0.219E-03	-0.834E-05				
	3000000.	0.192E-03	-0.104E-04				
	5000000.	0.164E-03	-0.117E-04				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Na X 2S-2P	200000.	1.74	-0.314E-01	0.323E-02	-0.275E-01	0.595E-02	-0.448E-01
1646.9 Å	500000.	1.14	-0.388E-01	0.242E-01	-0.745E-01	0.465E-01	-0.141
C=0.16E+24	1000000.	0.840	-0.364E-01	0.739E-01	-0.125	0.142	-0.245
	2000000.	0.629	-0.355E-01	0.147	-0.175	0.264	-0.350
	3000000.	0.536	-0.340E-01	0.216	-0.200	0.372	-0.408
	5000000.	0.441	-0.295E-01	0.294	-0.230	0.462	-0.466
Na X 2S-3P	200000.	0.943E-02	-0.122E-03	*0.726E-03	-0.117E-02		
63.6 Å	500000.	0.649E-02	-0.205E-03	*0.216E-02	-0.217E-02		
C=0.15E+20	1000000.	0.496E-02	-0.215E-03	*0.369E-02	-0.280E-02		
	2000000.	0.384E-02	-0.196E-03	*0.531E-02	-0.341E-02		
	3000000.	0.332E-02	-0.204E-03	0.636E-02	-0.377E-02		
	5000000.	0.279E-02	-0.195E-03	0.784E-02	-0.418E-02	*0.106E-01	-0.854E-02
Na X 2S-4P	200000.	0.137E-01	0.546E-04				
47.5 Å	500000.	0.100E-01	-0.199E-03				
C=0.31E+19	1000000.	0.791E-02	-0.247E-03				
	2000000.	0.629E-02	-0.260E-03				
	3000000.	0.551E-02	-0.318E-03				
	5000000.	0.470E-02	-0.352E-03				
Na X 3S-4P	200000.	0.227	-0.111E-02				
182.2 Å	500000.	0.166	-0.530E-02				
C=0.46E+20	1000000.	0.132	-0.613E-02				
	2000000.	0.105	-0.609E-02				
	3000000.	0.920E-01	-0.677E-02				
	5000000.	0.783E-01	-0.704E-02				
Na X 2P-3S	200000.	0.624E-02	0.310E-03	0.242E-03	0.625E-03	*0.472E-03	*0.994E-03
66.9 Å	500000.	0.440E-02	0.385E-03	0.835E-03	0.124E-02	*0.164E-02	*0.226E-02
C=0.79E+20	1000000.	0.345E-02	0.397E-03	0.161E-02	0.170E-02	*0.305E-02	*0.329E-02
	2000000.	0.272E-02	0.365E-03	0.233E-02	0.209E-02	*0.410E-02	*0.415E-02
	3000000.	0.237E-02	0.339E-03	0.285E-02	0.230E-02	*0.476E-02	*0.470E-02
	5000000.	0.199E-02	0.301E-03	0.358E-02	0.260E-02	0.574E-02	0.522E-02
Na X 2P-4S	200000.	0.879E-02	0.347E-03	*0.143E-02	*0.168E-02		
49.1 Å	500000.	0.657E-02	0.620E-03	*0.308E-02	*0.294E-02		
C=0.18E+20	1000000.	0.530E-02	0.647E-03	*0.430E-02	*0.383E-02		
	2000000.	0.424E-02	0.581E-03	*0.579E-02	*0.472E-02		
	3000000.	0.370E-02	0.593E-03	*0.687E-02	*0.509E-02		
	5000000.	0.311E-02	0.562E-03	*0.842E-02	*0.573E-02		
Na X 2P-5S	200000.	0.157E-01	0.569E-04				
43.7 Å	500000.	0.123E-01	0.875E-03				
C=0.72E+19	1000000.	0.999E-02	0.939E-03				
	2000000.	0.803E-02	0.936E-03				
	3000000.	0.702E-02	0.106E-02				
	5000000.	0.589E-02	0.109E-02				
Na X 2P-6S	200000.	*0.262E-01	-0.762E-03				
41.3 Å	500000.	0.213E-01	0.904E-03				
C=0.37E+19	1000000.	0.176E-01	0.113E-02				
	2000000.	0.142E-01	0.136E-02				
	3000000.	0.125E-01	0.168E-02				
	5000000.	0.105E-01	0.193E-02				
Na X 2P-7S	200000.	*0.401E-01	-0.176E-02				
39.9 Å	500000.	0.339E-01	0.687E-03				
C=0.22E+19	1000000.	0.285E-01	0.137E-02				
	2000000.	0.232E-01	0.180E-02				
	3000000.	0.205E-01	0.249E-02				
	5000000.	0.173E-01	0.303E-02				
Na X 2P-8S	200000.	*0.574E-01	-0.321E-02				
39.1 Å	500000.	*0.505E-01	*0.200E-03				
C=0.14E+19	1000000.	0.430E-01	0.163E-02				
	2000000.	0.355E-01	0.220E-02				
	3000000.	0.314E-01	0.350E-02				
	5000000.	0.266E-01	0.452E-02				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Na X 3P-4S	200000.	0.194	0.591E-02				
190.9 Å	500000.	0.142	0.107E-01				
C=0.13E+21	1000000.	0.114	0.112E-01				
	2000000.	0.902E-01	0.101E-01				
	3000000.	0.787E-01	0.103E-01	*0.142	*0.919E-01		
	5000000.	0.661E-01	0.986E-02	*0.173	*0.992E-01		
Na X 3P-5S	200000.	0.165	0.805E-03				
129.2 Å	500000.	0.127	0.824E-02				
C=0.60E+20	1000000.	0.103	0.886E-02				
	2000000.	0.821E-01	0.876E-02				
	3000000.	0.717E-01	0.991E-02				
	5000000.	0.602E-01	0.102E-01				
Na X 3P-6S	200000.	*0.206	-0.518E-02				
110.0 Å	500000.	0.165	0.686E-02				
C=0.26E+20	1000000.	0.136	0.848E-02				
	2000000.	0.110	0.101E-01				
	3000000.	0.960E-01	0.124E-01				
	5000000.	0.808E-01	0.141E-01				
Na X 3P-7S	200000.	*0.273	-0.111E-01				
100.9 Å	500000.	0.229	0.476E-02				
C=0.14E+20	1000000.	0.191	0.914E-02				
	2000000.	0.156	0.119E-01				
	3000000.	0.137	0.163E-01				
	5000000.	0.116	0.197E-01				
Na X 3P-8S	200000.	*0.360	-0.191E-01				
95.8 Å	500000.	*0.313	*0.153E-02				
C=0.84E+19	1000000.	0.266	0.102E-01				
	2000000.	0.220	0.135E-01				
	3000000.	0.194	0.213E-01				
	5000000.	0.165	0.275E-01				
Na X 4P-5S	200000.	2.32	-0.103E-02				
412.4 Å	500000.	1.77	0.903E-01				
C=0.23E+21	1000000.	1.43	0.998E-01				
	2000000.	1.15	0.100				
	3000000.	1.01	0.116				
	5000000.	0.850	0.122				
Na X 4P-6S	200000.	*1.46	-0.338E-01				
264.6 Å	500000.	1.16	0.423E-01				
C=0.96E+20	1000000.	0.946	0.530E-01				
	2000000.	0.763	0.631E-01				
	3000000.	0.669	0.781E-01				
	5000000.	0.565	0.893E-01				
Na X 4P-7S	200000.	*1.45	-0.540E-01				
217.6 Å	500000.	*1.20	*0.239E-01				
C=0.65E+20	1000000.	0.996	0.452E-01				
	2000000.	0.811	0.583E-01				
	3000000.	0.713	0.801E-01				
	5000000.	0.603	0.968E-01				
Na X 4P-8S	200000.	*1.64	-0.812E-01				
195.2 Å	500000.	*1.41	*0.778E-02				
C=0.35E+20	1000000.	1.19	0.443E-01				
	2000000.	0.981	0.586E-01				
	3000000.	0.867	0.919E-01				
	5000000.	0.736	0.118				
Na X 2P-3D	200000.	0.643E-02	0.137E-04	0.375E-03	0.727E-03	*0.645E-03	*0.115E-02
66.3 Å	500000.	0.432E-02	0.110E-03	0.135E-02	0.143E-02	*0.205E-02	*0.260E-02
C=0.16E+20	1000000.	0.323E-02	0.111E-03	0.261E-02	0.191E-02	*0.375E-02	*0.369E-02
	2000000.	0.246E-02	0.125E-03	0.385E-02	0.235E-02	*0.516E-02	*0.468E-02
	3000000.	0.211E-02	0.129E-03	0.461E-02	0.262E-02	*0.611E-02	*0.526E-02
	5000000.	0.176E-02	0.128E-03	0.564E-02	0.293E-02	*0.764E-02	*0.591E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Na X 2P-4D	200000.	0.106E-01	-0.636E-04				
49.0 Å	500000.	0.792E-02	0.868E-04				
C=0.94E+17	1000000.	0.634E-02	0.137E-03				
	2000000.	0.507E-02	0.157E-03				
	3000000.	0.445E-02	0.192E-03				
	5000000.	0.379E-02	0.220E-03				
Na X 3P-4D	200000.	0.190	-0.288E-03				
188.7 Å	500000.	0.142	0.258E-02				
C=0.14E+19	1000000.	0.114	0.345E-02				
	2000000.	0.918E-01	0.360E-02				
	3000000.	0.807E-01	0.420E-02				
	5000000.	0.688E-01	0.459E-02				
Na X 3D-4P	200000.	0.223	0.114E-02				
186.9 Å	500000.	0.163	-0.345E-02				
C=0.48E+20	1000000.	0.129	-0.424E-02				
	2000000.	0.103	-0.455E-02				
	3000000.	0.902E-01	-0.551E-02				
	5000000.	0.769E-01	-0.608E-02				
Na X 2S-2P	200000.	0.768	-0.820E-02	0.106E-02	-0.830E-02	0.193E-02	-0.135E-01
1126.1 Å	500000.	0.499	-0.143E-01	0.698E-02	-0.230E-01	0.134E-01	-0.435E-01
C=0.11E+24	1000000.	0.365	-0.143E-01	0.215E-01	-0.403E-01	0.415E-01	-0.791E-01
	2000000.	0.272	-0.141E-01	0.459E-01	-0.580E-01	0.855E-01	-0.116
	3000000.	0.231	-0.138E-01	0.672E-01	-0.687E-01	0.121	-0.140
	5000000.	0.190	-0.122E-01	0.944E-01	-0.788E-01	0.157	-0.160
Na X 2S-3P	200000.	0.812E-02	-0.510E-05	0.102E-03	0.163E-03	0.187E-03	0.265E-03
60.7 Å	500000.	0.548E-02	0.193E-04	0.356E-03	0.382E-03	0.651E-03	0.716E-03
C=0.50E+20	1000000.	0.415E-02	0.245E-04	0.657E-03	0.555E-03	0.111E-02	0.108E-02
	2000000.	0.320E-02	0.223E-04	0.107E-02	0.704E-03	0.162E-02	0.141E-02
	3000000.	0.276E-02	0.203E-04	0.136E-02	0.787E-03	0.191E-02	0.160E-02
	5000000.	0.232E-02	0.230E-04	0.179E-02	0.893E-03	0.230E-02	0.183E-02
Na X 2S-4P	200000.	0.126E-01	-0.287E-04	*0.796E-03	*0.863E-03		
45.7 Å	500000.	0.885E-02	0.893E-04	*0.177E-02	*0.155E-02		
C=0.12E+20	1000000.	0.690E-02	0.931E-04	*0.261E-02	*0.197E-02		
	2000000.	0.545E-02	0.941E-04	*0.369E-02	*0.241E-02		
	3000000.	0.477E-02	0.119E-03	*0.448E-02	*0.266E-02		
	5000000.	0.407E-02	0.122E-03	*0.547E-02	*0.293E-02		
Na X 3S-4P	200000.	0.209	-0.211E-02	*0.105E-01	*0.111E-01		
176.6 Å	500000.	0.148	-0.809E-03	*0.235E-01	*0.202E-01		
C=0.17E+21	1000000.	0.116	-0.763E-03	*0.356E-01	*0.257E-01		
	2000000.	0.921E-01	-0.658E-03	*0.517E-01	*0.316E-01		
	3000000.	0.807E-01	-0.126E-03	*0.641E-01	*0.349E-01		
	5000000.	0.688E-01	0.172E-03	*0.824E-01	*0.383E-01		
Na X 2P-3S	200000.	0.548E-02	0.256E-03	0.138E-03	0.435E-03	*0.265E-03	*0.697E-03
65.2 Å	500000.	0.382E-02	0.340E-03	0.581E-03	0.886E-03	*0.116E-02	*0.164E-02
C=0.10E+21	1000000.	0.298E-02	0.341E-03	0.109E-02	0.126E-02	*0.209E-02	*0.245E-02
	2000000.	0.235E-02	0.328E-03	0.163E-02	0.154E-02	*0.299E-02	*0.307E-02
	3000000.	0.204E-02	0.305E-03	0.198E-02	0.170E-02	0.347E-02	0.346E-02
	5000000.	0.171E-02	0.266E-03	0.254E-02	0.193E-02	0.414E-02	0.392E-02
Na X 2P-4S	200000.	0.778E-02	0.414E-03	*0.101E-02	*0.128E-02		
47.8 Å	500000.	0.574E-02	0.600E-03	*0.223E-02	*0.225E-02		
C=0.23E+20	1000000.	0.462E-02	0.640E-03	*0.313E-02	*0.290E-02		
	2000000.	0.370E-02	0.566E-03	*0.421E-02	*0.357E-02		
	3000000.	0.323E-02	0.549E-03	*0.490E-02	*0.386E-02		
	5000000.	0.272E-02	0.513E-03	*0.606E-02	*0.430E-02		
Na X 2P-5S	200000.	0.144E-01	0.316E-03				
42.6 Å	500000.	0.110E-01	0.989E-03				
C=0.92E+19	1000000.	0.897E-02	0.103E-02				
	2000000.	0.720E-02	0.953E-03				
	3000000.	0.629E-02	0.104E-02				
	5000000.	0.528E-02	0.102E-02				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Na X 2P-6S	200000.	*0.248E-01	-0.329E-03				
40.3 Å	500000.	0.197E-01	0.118E-02				
C=0.47E+19	1000000.	0.162E-01	0.133E-02				
	2000000.	0.131E-01	0.145E-02				
	3000000.	0.114E-01	0.172E-02				
	5000000.	0.961E-02	0.185E-02				
Na X 2P-7S	200000.	*0.387E-01	-0.147E-02				
39.0 Å	500000.	0.320E-01	0.111E-02				
C=0.28E+19	1000000.	0.267E-01	0.157E-02				
	2000000.	0.217E-01	0.199E-02				
	3000000.	0.190E-01	0.256E-02				
	5000000.	0.161E-01	0.302E-02				
Na X 2P-8S	200000.	*0.559E-01	-0.287E-02				
38.2 Å	500000.	*0.482E-01	*0.708E-03				
C=0.18E+19	1000000.	0.407E-01	0.187E-02				
	2000000.	0.334E-01	0.251E-02				
	3000000.	0.295E-01	0.363E-02				
	5000000.	0.250E-01	0.450E-02				
Na X 3P-4S	200000.	0.177	0.621E-02	*0.149E-01	*0.190E-01		
188.1 Å	500000.	0.127	0.869E-02	*0.333E-01	*0.335E-01		
C=0.36E+21	1000000.	0.101	0.925E-02	*0.472E-01	*0.431E-01		
	2000000.	0.803E-01	0.815E-02	*0.653E-01	*0.526E-01		
	3000000.	0.701E-01	0.791E-02	*0.784E-01	*0.568E-01		
	5000000.	0.590E-01	0.737E-02	*0.968E-01	*0.632E-01		
Na X 3P-5S	200000.	0.154	0.272E-02				
127.1 Å	500000.	0.116	0.852E-02				
C=0.82E+20	1000000.	0.933E-01	0.884E-02				
	2000000.	0.746E-01	0.820E-02				
	3000000.	0.651E-01	0.901E-02				
	5000000.	0.547E-01	0.884E-02				
Na X 3P-6S	200000.	*0.197	-0.244E-02				
108.2 Å	500000.	0.155	0.829E-02				
C=0.34E+20	1000000.	0.127	0.938E-02				
	2000000.	0.102	0.103E-01				
	3000000.	0.892E-01	0.122E-01				
	5000000.	0.750E-01	0.132E-01				
Na X 3P-7S	200000.	*0.267	-0.962E-02				
99.3 Å	500000.	0.219	0.704E-02				
C=0.18E+20	1000000.	0.181	0.100E-01				
	2000000.	0.147	0.128E-01				
	3000000.	0.129	0.165E-01				
	5000000.	0.109	0.194E-01				
Na X 3P-8S	200000.	*0.355	-0.175E-01				
94.3 Å	500000.	*0.304	*0.417E-02				
C=0.11E+20	1000000.	0.256	0.113E-01				
	2000000.	0.210	0.152E-01				
	3000000.	0.185	0.220E-01				
	5000000.	0.157	0.273E-01				
Na X 4P-5S	200000.	2.22	0.301E-01				
408.5 Å	500000.	1.65	0.817E-01				
C=0.85E+21	1000000.	1.33	0.849E-01				
	2000000.	1.06	0.781E-01				
	3000000.	0.929	0.844E-01				
	5000000.	0.785	0.826E-01				
Na X 4P-6S	200000.	*1.41	-0.135E-01				
261.5 Å	500000.	1.09	0.459E-01				
C=0.20E+21	1000000.	0.889	0.522E-01				
	2000000.	0.715	0.574E-01				
	3000000.	0.626	0.677E-01				
	5000000.	0.529	0.736E-01				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Na X 4P-7S	200000.	*1.42	-0.446E-01				
215.1 Å	500000.	*1.15	*0.313E-01				
C=0.85E+20	1000000.	0.951	0.451E-01				
	2000000.	0.771	0.581E-01				
	3000000.	0.677	0.748E-01				
	5000000.	0.572	0.888E-01				
Na X 4P-8S	200000.						
192.9 Å	500000.	*1.37	*0.160E-01				
C=0.45E+20	1000000.	1.15	0.458E-01				
	2000000.	0.942	0.620E-01				
	3000000.	0.831	0.902E-01				
	5000000.	0.705	0.112				
Na X 2P-3D	200000.	0.578E-02	-0.706E-04	0.695E-04	-0.188E-03	0.129E-03	-0.305E-03
63.6 Å	500000.	0.380E-02	-0.295E-04	0.307E-03	-0.438E-03	0.562E-03	-0.821E-03
C=0.54E+20	1000000.	0.282E-02	-0.357E-04	0.612E-03	-0.633E-03	0.104E-02	-0.124E-02
	2000000.	0.213E-02	-0.141E-04	0.105E-02	-0.804E-03	0.164E-02	-0.161E-02
	3000000.	0.183E-02	-0.131E-04	0.133E-02	-0.897E-03	0.196E-02	-0.182E-02
	5000000.	0.153E-02	-0.106E-04	0.171E-02	-0.102E-02	0.238E-02	-0.207E-02
Na X 2P-4D	200000.	0.102E-01	-0.993E-04				
47.5 Å	500000.	0.743E-02	-0.109E-03				
C=0.93E+18	1000000.	0.587E-02	-0.733E-04				
	2000000.	0.465E-02	-0.537E-04				
	3000000.	0.408E-02	-0.406E-04				
	5000000.	0.347E-02	-0.330E-05				
Na X 3P-4D	200000.	0.179	-0.164E-02				
182.7 Å	500000.	0.130	-0.217E-02				
C=0.14E+20	1000000.	0.103	-0.169E-02				
	2000000.	0.823E-01	-0.137E-02				
	3000000.	0.723E-01	-0.115E-02				
	5000000.	0.616E-01	-0.580E-03				
Na X 3D-4P	200000.	0.226	0.364E-03	*0.149E-01	*0.158E-01		
189.3 Å	500000.	0.159	0.220E-02	*0.327E-01	*0.283E-01		
C=0.20E+21	1000000.	0.125	0.232E-02	*0.481E-01	*0.361E-01		
	2000000.	0.985E-01	0.214E-02	*0.680E-01	*0.442E-01		
	3000000.	0.864E-01	0.255E-02	*0.833E-01	*0.483E-01		
	5000000.	0.738E-01	0.253E-02	*0.105	*0.544E-01		
PERTURBER DENSITY = 1.E+21cm-3							
Na X 1S-2P	200000.	0.608E-03	-0.146E-04	0.751E-06	-0.181E-05	0.105E-05	-0.187E-05
11.0 Å	500000.	0.389E-03	-0.295E-05	0.387E-05	-0.736E-05	0.716E-05	-0.126E-04
C=0.74E+20	1000000.	0.280E-03	-0.116E-05	0.112E-04	-0.149E-04	0.208E-04	-0.282E-04
	2000000.	0.203E-03	-0.123E-05	0.253E-04	-0.245E-04	0.448E-04	-0.482E-04
	3000000.	0.170E-03	-0.882E-06	0.355E-04	-0.301E-04	0.594E-04	-0.600E-04
	5000000.	0.137E-03	-0.350E-06	0.527E-04	-0.367E-04	0.833E-04	-0.747E-04
Na X 1S-3P	200000.	0.177E-02	0.307E-04				
9.4 Å	500000.	0.124E-02	0.582E-05				
C=0.32E+19	1000000.	0.952E-03	-0.693E-05				
	2000000.	0.740E-03	-0.908E-05				
	3000000.	0.641E-03	-0.129E-04				
	5000000.	0.540E-03	-0.181E-04				
Na X 1S-4P	200000.	*0.388E-02	*0.155E-03				
9.0 Å	500000.	0.292E-02	0.484E-04				
C=0.11E+19	1000000.	0.236E-02	0.110E-04				
	2000000.	0.191E-02	-0.655E-05				
	3000000.	0.169E-02	-0.220E-04				
	5000000.	0.146E-02	-0.481E-04				
Na X 2S-2P	200000.	17.4	-0.131	0.293E-01	-0.172	0.454E-01	-0.178
1646.9 Å	500000.	11.4	-0.290	0.240	-0.659	0.459	-1.11
C=0.16E+25	1000000.	8.39	-0.296	0.740	-1.17	1.41	-2.20
	2000000.	6.29	-0.305	1.47	-1.72	2.64	-3.33
	3000000.	5.36	-0.303	2.16	-2.00	3.71	-3.98
	5000000.	4.41	-0.275	2.94	-2.29	4.62	-4.64

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Na X 2S-3P	200000.	0.860E-01	0.168E-02				
63.6 Å	500000.	0.602E-01	-0.687E-04				
C=0.15E+21	1000000.	0.464E-01	-0.717E-03				
	2000000.	0.362E-01	-0.826E-03				
	3000000.	0.314E-01	-0.101E-02				
	5000000.	0.265E-01	-0.122E-02				
Na X 2S-4P	200000.	*0.112	*0.450E-02				
47.5 Å	500000.	0.839E-01	0.117E-02				
C=0.31E+20	1000000.	0.678E-01	0.820E-04				
	2000000.	0.549E-01	-0.414E-03				
	3000000.	0.487E-01	-0.851E-03				
	5000000.	0.420E-01	-0.157E-02				
Na X 3S-4P	200000.	*1.87	*0.781E-01				
182.2 Å	500000.	1.41	0.111E-01				
C=0.46E+21	1000000.	1.14	-0.116E-01				
	2000000.	0.926	-0.199E-01				
	3000000.	0.820	-0.263E-01				
	5000000.	0.706	-0.379E-01				
Na X 2P-3S	200000.	0.589E-01	-0.139E-02	*0.236E-02	*0.357E-02		
66.9 Å	500000.	0.423E-01	0.129E-02	*0.834E-02	*0.101E-01		
C=0.79E+21	1000000.	0.334E-01	0.221E-02	*0.161E-01	*0.151E-01		
	2000000.	0.264E-01	0.236E-02	*0.233E-01	*0.201E-01		
	3000000.	0.230E-01	0.236E-02	*0.285E-01	*0.229E-01		
	5000000.	0.194E-01	0.246E-02	0.358E-01	0.258E-01		
Na X 2P-4S	200000.	0.655E-01	-0.657E-02				
49.1 Å	500000.	0.539E-01	-0.253E-03				
C=0.18E+21	1000000.	0.450E-01	0.187E-02				
	2000000.	0.369E-01	0.229E-02				
	3000000.	0.325E-01	0.285E-02				
	5000000.	0.276E-01	0.364E-02				
Na X 2P-5S	200000.	*0.903E-01	-0.130E-01				
43.7 Å	500000.	0.836E-01	-0.235E-02				
C=0.72E+20	1000000.	0.735E-01	0.107E-02				
	2000000.	0.619E-01	0.253E-02				
	3000000.	0.552E-01	0.397E-02				
	5000000.	0.473E-01	0.578E-02				
Na X 2P-6S	200000.	*0.123	-0.208E-01				
41.3 Å	500000.	*0.126	-0.534E-02				
C=0.37E+20	1000000.	0.115	-0.405E-03				
	2000000.	0.998E-01	0.301E-02				
	3000000.	0.902E-01	0.546E-02				
	5000000.	0.782E-01	0.902E-02				
Na X 2P-7S	200000.						
39.9 Å	500000.	*0.178	-0.863E-02				
C=0.22E+20	1000000.	*0.170	-0.130E-02				
	2000000.	0.152	0.362E-02				
	3000000.	0.139	0.691E-02				
	5000000.	0.122	0.128E-01				
Na X 3P-4S	200000.	*1.53	-0.116				
190.9 Å	500000.	1.20	-0.710E-02				
C=0.13E+22	1000000.	0.986	0.307E-01				
	2000000.	0.798	0.379E-01				
	3000000.	0.703	0.481E-01				
	5000000.	0.597	0.623E-01				
Na X 3P-5S	200000.	*1.04	-0.122				
129.2 Å	500000.	*0.908	-0.220E-01				
C=0.60E+21	1000000.	0.781	0.105E-01				
	2000000.	0.651	0.236E-01				
	3000000.	0.579	0.370E-01				
	5000000.	0.495	0.538E-01				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Na X 3P-6S	200000.	*1.05	-0.153				
110.0 Å	500000.	*1.02	-0.390E-01				
C=0.26E+21	1000000.	*0.919	-0.205E-02				
	2000000.	0.788	0.225E-01				
	3000000.	0.710	0.404E-01				
	5000000.	0.614	0.664E-01				
Na X 3P-7S	200000.						
100.9 Å	500000.	*1.24	-0.560E-01				
C=0.14E+21	1000000.	*1.17	-0.759E-02				
	2000000.	*1.04	*0.240E-01				
	3000000.	0.944	0.455E-01				
	5000000.	0.827	0.840E-01				
Na X 2P-3D	200000.	0.597E-01	-0.812E-03				
66.3 Å	500000.	0.405E-01	0.303E-03				
C=0.16E+21	1000000.	0.305E-01	0.511E-03				
	2000000.	0.233E-01	0.757E-03				
	3000000.	0.201E-01	0.814E-03				
	5000000.	0.168E-01	0.910E-03				
Na X 2P-4D	200000.	*0.859E-01	-0.121E-02				
49.0 Å	500000.	0.651E-01	0.430E-04				
C=0.94E+18	1000000.	0.531E-01	0.580E-03				
	2000000.	0.432E-01	0.827E-03				
	3000000.	0.384E-01	0.990E-03				
	5000000.	0.332E-01	0.126E-02				
Na X 3P-4D	200000.	*1.53	-0.345E-01				
188.7 Å	500000.	1.17	-0.256E-02				
C=0.14E+20	1000000.	0.962	0.110E-01				
	2000000.	0.788	0.155E-01				
	3000000.	0.700	0.196E-01				
	5000000.	0.605	0.259E-01				
Na X 3D-4P	200000.	*1.80	*0.778E-01				
186.9 Å	500000.	1.36	0.194E-01				
C=0.48E+21	1000000.	1.10	0.102E-02				
	2000000.	0.894	-0.850E-02				
	3000000.	0.793	-0.157E-01				
	5000000.	0.685	-0.280E-01				
Na X 2S-2P	200000.	7.68	-0.402E-01	0.936E-02	-0.520E-01	0.139E-01	-0.539E-01
1126.1 Å	500000.	4.99	-0.114	0.693E-01	-0.204	0.132	-0.347
C=0.11E+25	1000000.	3.65	-0.123	0.215	-0.381	0.412	-0.713
	2000000.	2.72	-0.126	0.459	-0.571	0.853	-1.11
	3000000.	2.31	-0.127	0.672	-0.686	1.21	-1.37
	5000000.	1.90	-0.116	0.944	-0.787	1.57	-1.60
Na X 2S-3P	200000.	0.788E-01	-0.767E-03	*0.889E-03	*0.100E-02		
60.7 Å	500000.	0.536E-01	-0.266E-03	*0.352E-02	*0.329E-02		
C=0.50E+21	1000000.	0.407E-01	-0.823E-04	*0.654E-02	*0.509E-02		
	2000000.	0.314E-01	-0.231E-04	*0.107E-01	*0.686E-02		
	3000000.	0.272E-01	-0.156E-04	*0.136E-01	*0.784E-02		
	5000000.	0.229E-01	0.101E-03	*0.179E-01	*0.890E-02		
Na X 2S-4P	200000.	*0.108	-0.161E-02				
45.7 Å	500000.	0.790E-01	-0.329E-03				
C=0.12E+21	1000000.	0.626E-01	0.214E-04				
	2000000.	0.501E-01	0.179E-03				
	3000000.	0.441E-01	0.420E-03				
	5000000.	0.379E-01	0.619E-03				
Na X 3S-4P	200000.	*1.82	-0.189E-01				
176.6 Å	500000.	1.33	-0.140E-01				
C=0.17E+22	1000000.	1.06	-0.128E-01				
	2000000.	0.852	-0.117E-01				
	3000000.	0.752	-0.797E-02				
	5000000.	0.645	-0.473E-02				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Na X 2P-3S	200000.	0.534E-01	-0.581E-03	*0.134E-02	*0.256E-02		
65.2 Å	500000.	0.375E-01	0.161E-02	*0.582E-02	*0.736E-02		
C=0.10E+22	1000000.	0.293E-01	0.219E-02	*0.109E-01	*0.114E-01		
	2000000.	0.231E-01	0.238E-02	*0.163E-01	*0.149E-01		
	3000000.	0.202E-01	0.236E-02	*0.198E-01	*0.170E-01		
	5000000.	0.169E-01	0.229E-02	0.254E-01	0.192E-01		
Na X 2P-4S	200000.	0.629E-01	-0.512E-02				
47.8 Å	500000.	0.498E-01	0.389E-03				
C=0.23E+21	1000000.	0.411E-01	0.242E-02				
	2000000.	0.334E-01	0.270E-02				
	3000000.	0.295E-01	0.299E-02				
	5000000.	0.249E-01	0.363E-02				
Na X 2P-5S	200000.	*0.892E-01	-0.127E-01				
42.6 Å	500000.	0.797E-01	-0.162E-02				
C=0.92E+20	1000000.	0.691E-01	0.187E-02				
	2000000.	0.577E-01	0.289E-02				
	3000000.	0.513E-01	0.424E-02				
	5000000.	0.439E-01	0.584E-02				
Na X 2P-6S	200000.	*0.122	-0.215E-01				
40.3 Å	500000.	*0.121	-0.506E-02				
C=0.47E+20	1000000.	0.110	0.443E-03				
	2000000.	0.943E-01	0.339E-02				
	3000000.	0.848E-01	0.588E-02				
	5000000.	0.733E-01	0.913E-02				
Na X 2P-7S	200000.						
39.0 Å	500000.	*0.173	-0.888E-02				
C=0.28E+20	1000000.	*0.163	-0.153E-02				
	2000000.	0.144	0.395E-02				
	3000000.	0.131	0.762E-02				
	5000000.	0.115	0.135E-01				
Na X 3P-4S	200000.	*1.51	-0.730E-01				
188.1 Å	500000.	1.14	0.538E-02				
C=0.36E+22	1000000.	0.924	0.348E-01				
	2000000.	0.743	0.385E-01				
	3000000.	0.652	0.429E-01				
	5000000.	0.552	0.519E-01				
Na X 3P-5S	200000.	*1.04	-0.110				
127.1 Å	500000.	*0.880	-0.147E-01				
C=0.82E+21	1000000.	0.746	0.154E-01				
	2000000.	0.616	0.242E-01				
	3000000.	0.546	0.362E-01				
	5000000.	0.466	0.500E-01				
Na X 3P-6S	200000.	*1.06	-0.153				
108.2 Å	500000.	*1.00	-0.368E-01				
C=0.34E+21	1000000.	*0.889	*0.231E-02				
	2000000.	0.756	0.234E-01				
	3000000.	0.678	0.413E-01				
	5000000.	0.585	0.645E-01				
Na X 3P-7S	200000.						
99.3 Å	500000.	*1.23	-0.579E-01				
C=0.18E+21	1000000.	*1.14	-0.107E-01				
	2000000.	*0.999	*0.247E-01				
	3000000.	0.908	0.486E-01				
	5000000.	0.793	0.866E-01				
Na X 2P-3D	200000.	0.564E-01	0.449E-03	*0.628E-03	-0.116E-02		
63.6 Å	500000.	0.374E-01	0.330E-03	*0.305E-02	-0.377E-02		
C=0.54E+21	1000000.	0.278E-01	0.777E-04	*0.609E-02	-0.582E-02		
	2000000.	0.210E-01	0.183E-03	*0.105E-01	-0.783E-02		
	3000000.	0.181E-01	0.133E-03	*0.133E-01	-0.893E-02		
	5000000.	0.151E-01	0.439E-04	*0.171E-01	-0.102E-01	*0.238E-01	-0.206E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Na X 2P-4D	200000.	*0.849E-01	*0.178E-02				
47.5 Å	500000.	0.631E-01	0.621E-03				
C=0.93E+19	1000000.	0.507E-01	0.388E-03				
	2000000.	0.409E-01	0.309E-03				
	3000000.	0.362E-01	0.133E-03				
	5000000.	0.311E-01	-0.560E-04				
Na X 3P-4D	200000.	*1.51	*0.323E-01				
182.7 Å	500000.	1.13	0.861E-02				
C=0.14E+21	1000000.	0.908	0.323E-02				
	2000000.	0.735	0.147E-02				
	3000000.	0.651	-0.122E-02				
	5000000.	0.560	-0.481E-02				
Na X 3D-4P	200000.	*1.94	-0.306E-01				
189.3 Å	500000.	1.42	-0.535E-02				
C=0.20E+22	1000000.	1.13	0.317E-02				
	2000000.	0.907	0.501E-02				
	3000000.	0.800	0.961E-02				
	5000000.	0.688	0.135E-01				
PERTURBER DENSITY = 1.E+22cm-3							
Na X 1S-2P	200000.	0.599E-02	-0.875E-04	0.344E-05	-0.447E-05	*0.127E-05	-0.100E-05
11.0 Å	500000.	0.386E-02	0.109E-04	0.355E-04	-0.509E-04	*0.560E-04	-0.617E-04
C=0.74E+21	1000000.	0.278E-02	0.118E-04	0.111E-03	-0.131E-03	*0.201E-03	-0.215E-03
	2000000.	0.202E-02	0.342E-05	0.252E-03	-0.229E-03	0.444E-03	-0.423E-03
	3000000.	0.169E-02	0.497E-05	0.355E-03	-0.287E-03	0.592E-03	-0.545E-03
	5000000.	0.137E-02	0.819E-05	0.527E-03	-0.361E-03	0.831E-03	-0.704E-03
Na X 1S-3P	200000.	*0.151E-01	*0.433E-03				
9.4 Å	500000.	*0.106E-01	*0.302E-03				
C=0.32E+20	1000000.	0.830E-02	0.142E-03				
	2000000.	0.654E-02	0.759E-04				
	3000000.	0.572E-02	0.449E-04				
	5000000.	0.486E-02	0.262E-04				
Na X 1S-4P	200000.						
9.0 Å	500000.	*0.226E-01	*0.695E-03				
C=0.11E+20	1000000.	*0.187E-01	*0.419E-03				
	2000000.	0.155E-01	0.232E-03				
	3000000.	0.140E-01	0.162E-03				
	5000000.	0.123E-01	0.106E-03				
Na X 2S-3P	200000.	*0.733	*0.300E-01				
63.6 Å	500000.	*0.520	*0.142E-01				
C=0.15E+22	1000000.	0.407	0.501E-02				
	2000000.	0.322	0.104E-02				
	3000000.	0.282	-0.676E-03				
	5000000.	0.240	-0.151E-02				
Na X 2S-4P	200000.						
47.5 Å	500000.	*0.653	*0.197E-01				
C=0.31E+21	1000000.	*0.539	*0.109E-01				
	2000000.	0.449	0.514E-02				
	3000000.	0.404	0.301E-02				
	5000000.	0.355	0.147E-02				
Na X 3S-4P	200000.						
182.2 Å	500000.						
C=0.46E+22	1000000.	*8.93	*0.198				
	2000000.	*7.49	*0.563E-01				
	3000000.	6.75	0.142E-01				
	5000000.	5.94	-0.185E-01				
Na X 2P-3S	200000.	*0.406	-0.544E-01				
66.9 Å	500000.	0.327	-0.212E-01				
C=0.79E+22	1000000.	0.272	-0.389E-02				
	2000000.	0.223	0.514E-02				
	3000000.	0.197	0.687E-02				
	5000000.	0.168	0.809E-02				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Na X 2P-4S	200000.	*0.302	-0.755E-01				
49.1 Å	500000.	*0.303	-0.329E-01				
C=0.18E+22	1000000.	0.286	-0.109E-01				
	2000000.	0.255	0.279E-03				
	3000000.	0.233	0.432E-02				
	5000000.	0.205	0.814E-02				
Na X 2P-5S	200000.	*0.279	-0.107				
43.7 Å	500000.	*0.364	-0.483E-01				
C=0.72E+21	1000000.	*0.384	-0.184E-01				
	2000000.	0.367	-0.219E-02				
	3000000.	0.347	0.543E-02				
	5000000.	0.314	0.987E-02				
Na X 3P-4S	200000.						
190.9 Å	500000.	*7.76	-0.618				
C=0.13E+23	1000000.	*6.88	-0.219				
	2000000.	5.91	-0.258E-01				
	3000000.	5.35	0.483E-01				
	5000000.	4.67	0.115				
Na X 3P-5S	200000.						
129.2 Å	500000.	*4.64	-0.477				
C=0.60E+22	1000000.	*4.52	-0.186				
	2000000.	*4.16	-0.329E-01				
	3000000.	3.87	0.396E-01				
	5000000.	3.47	0.823E-01				
Na X 2P-3D	200000.	*0.551	-0.104E-01				
66.3 Å	500000.	0.371	-0.643E-03				
C=0.16E+22	1000000.	0.280	0.187E-02				
	2000000.	0.215	0.481E-02				
	3000000.	0.186	0.504E-02				
	5000000.	0.157	0.518E-02				
Na X 2P-4D	200000.						
49.0 Å	500000.	*0.527	-0.195E-02				
C=0.94E+19	1000000.	*0.431	*0.305E-02				
	2000000.	0.358	0.533E-02				
	3000000.	0.322	0.604E-02				
	5000000.	0.283	0.622E-02				
Na X 3P-4D	200000.						
188.7 Å	500000.	*9.21	-0.147				
C=0.14E+21	1000000.	*7.66	-0.817E-02				
	2000000.	6.43	0.498E-01				
	3000000.	5.81	0.733E-01				
	5000000.	5.12	0.843E-01				
Na X 3D-4P	200000.						
186.9 Å	500000.	*10.4	*0.303				
C=0.48E+22	1000000.	*8.67	*0.163				
	2000000.	7.25	0.612E-01				
	3000000.	6.55	0.285E-01				
	5000000.	5.78	0.245E-02				
Na X 2S-3P	200000.	*0.678	-0.434E-03				
60.7 Å	500000.	*0.477	-0.823E-03				
C=0.50E+22	1000000.	0.369	-0.822E-03				
	2000000.	0.289	-0.478E-03				
	3000000.	0.252	-0.676E-03				
	5000000.	0.213	-0.981E-04				
Na X 2S-4P	200000.						
45.7 Å	500000.	*0.615	-0.165E-02				
C=0.12E+22	1000000.	*0.504	*0.264E-03				
	2000000.	0.415	0.994E-03				
	3000000.	0.372	0.217E-02				
	5000000.	0.326	0.236E-02				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Na X 3S-4P	200000.						
176.6 Å	500000.						
C=0.17E+23	1000000.	*8.49	*0.317E-01				
	2000000.	*7.04	-0.182E-01				
	3000000.	6.32	-0.106E-01				
	5000000.	5.53	-0.109E-01				
Na X 2P-3S	200000.	*0.393	-0.516E-01				
65.2 Å	500000.	0.308	-0.176E-01				
C=0.10E+23	1000000.	0.252	-0.199E-02				
	2000000.	0.204	0.710E-02				
	3000000.	0.179	0.873E-02				
	5000000.	0.152	0.903E-02				
Na X 2P-4S	200000.	*0.297	-0.777E-01				
47.8 Å	500000.	*0.292	-0.335E-01				
C=0.23E+22	1000000.	0.272	-0.953E-02				
	2000000.	0.239	0.193E-02				
	3000000.	0.218	0.487E-02				
	5000000.	0.190	0.897E-02				
Na X 2P-5S	200000.	*0.275	-0.117				
42.6 Å	500000.	*0.353	-0.519E-01				
C=0.92E+21	1000000.	*0.369	-0.192E-01				
	2000000.	0.350	-0.313E-02				
	3000000.	0.328	0.517E-02				
	5000000.	0.296	0.106E-01				
Na X 3P-4S	200000.						
188.1 Å	500000.	*7.71	-0.512				
C=0.36E+23	1000000.	*6.73	-0.154				
	2000000.	5.72	0.127E-01				
	3000000.	5.14	0.579E-01				
	5000000.	4.46	0.117				
Na X 3P-5S	200000.						
127.1 Å	500000.	*4.60	-0.459				
C=0.82E+22	1000000.	*4.44	-0.174				
	2000000.	*4.03	-0.356E-01				
	3000000.	3.73	0.380E-01				
	5000000.	3.33	0.843E-01				
Na X 2P-3D	200000.	*0.518	*0.656E-02				
63.6 Å	500000.	0.348	0.773E-02				
C=0.54E+22	1000000.	0.261	0.482E-02				
	2000000.	0.199	0.480E-02				
	3000000.	0.171	0.420E-02				
	5000000.	0.144	0.357E-02				
Na X 2P-4D	200000.						
47.5 Å	500000.	*0.508	*0.101E-01				
C=0.93E+20	1000000.	*0.414	*0.835E-02				
	2000000.	0.341	0.682E-02				
	3000000.	0.305	0.575E-02				
	5000000.	0.267	0.482E-02				
Na X 3P-4D	200000.						
182.7 Å	500000.	*8.93	*0.156				
C=0.14E+22	1000000.	*7.35	*0.117				
	2000000.	6.10	0.849E-01				
	3000000.	5.49	0.688E-01				
	5000000.	4.81	0.507E-01				
Na X 3D-4P	200000.						
189.3 Å	500000.	*11.0	-0.953E-01				
C=0.20E+23	1000000.	*9.07	-0.231E-01				
	2000000.	7.50	-0.350E-02				
	3000000.	6.74	0.244E-01				
	5000000.	5.91	0.320E-01				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
PERTURBER DENSITY = 1.E+23cm-3							
Na X 1S-2P	200000.						
11.0 Å	500000.	*0.370E-01	*0.404E-03	*0.187E-03	-0.145E-03		
C=0.74E+22	1000000.	0.268E-01	0.409E-03	*0.982E-03	-0.807E-03		
	2000000.	0.196E-01	0.261E-03	*0.248E-02	-0.188E-02		
	3000000.	0.164E-01	0.236E-03	*0.352E-02	-0.249E-02		
	5000000.	0.133E-01	0.229E-03	*0.526E-02	-0.333E-02		
Na X 1S-3P	200000.						
9.4 Å	500000.						
C=0.32E+21	1000000.	*0.697E-01	*0.140E-02				
	2000000.	*0.553E-01	*0.111E-02				
	3000000.	0.488E-01	0.866E-03				
	5000000.	0.420E-01	0.698E-03				
Na X 2P-3S	200000.						
66.9 Å	500000.	*1.98	-0.244				
C=0.79E+23	1000000.	*1.74	-0.133				
	2000000.	1.53	-0.469E-01				
	3000000.	1.40	-0.189E-01				
	5000000.	1.24	0.223E-02				
Na X 2P-3D	200000.						
66.3 Å	500000.						
C=0.16E+23	1000000.	*2.56	-0.142E-01				
	2000000.	1.96	0.223E-01				
	3000000.	1.71	0.270E-01				
	5000000.	1.45	0.323E-01				
Na X 2P-3S	200000.						
65.2 Å	500000.	*1.87	-0.258				
C=0.10E+24	1000000.	*1.64	-0.139				
	2000000.	1.43	-0.465E-01				
	3000000.	1.31	-0.148E-01				
	5000000.	1.15	0.494E-02				
Na X 2P-3D	200000.						
63.6 Å	500000.						
C=0.54E+23	1000000.	*2.37	*0.241E-01				
	2000000.	1.82	0.391E-01				
	3000000.	1.57	0.364E-01				
	5000000.	1.33	0.344E-01				
PERTURBER DENSITY = 1.E+24cm-3							
Na X 1S-2P	200000.						
11.0 Å	500000.						
C=0.74E+23	1000000.						
	2000000.	*0.186	*0.185E-02				
	3000000.	*0.156	*0.216E-02				
	5000000.	0.126	0.232E-02				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...65D

tions not tabulated for perturber densities lower than 10^{19} cm^{-3}, are linear with perturber density. The parameter c (Dimitrijević and Sahal–Bréchot 1984), gives an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated when divided by the corresponding full width at half maximum. For each value given in Table 1, the collision volume (V) multiplied by the perturber density (N) is much less than one and the impact approximation is valid (Sahal–Bréchot 1969ab). Values for NV $>$ 0.5 are not given and values for $0.1 <$ NV ≤ 0.5 are denoted by an asterisk. When the impact approximation is not valid, the ion broadening contribution may be estimated by using quasistatic approach (Sahal–Bréchot 1991 or Griem 1974). In the region between where neither of these two approximations is valid, a unified type theory should be used. For example in Barnard et al. (1974), a simple analytical formula for such a case is given. The accuracy of the results obtained decreases when broadening by ion interactions becomes important.

We hope that the presented results will be of help for analysis, modeling and diagnostics of astrophysical, laser produced and laboratory plasmas.

Acknowledgements – This work is a part of the project "Astrometrical, Astrodynamical and Astrophysical investigations", supported by Ministry of Science and Technology of Serbia.

REFERENCES

Barnard, A.J., Cooper, J., Smith, E.W., 1974, J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer **14**, 1025.
Dimitrijević, M. S.: 1996, *Zh. Prikl. Spektrosk.* **63**, 810.
Dimitrijević, M. S., and Sahal–Bréchot, S.: 1984, *J. Quant Spectrosc. Radiative Transfer* **31**, 301.
Dimitrijević M.S., Sahal–Bréchot, S.: 1995, *Physica Scripta*, **52**, 41.
Dimitrijević, M. S., and Sahal–Bréchot, S.: 1998, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, submitted.
Dimitrijević, M.S., Sahal–Bréchot, S., Bommier, V.: 1991, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **89**, 581.
Fill, E. E., Schöning, T.: 1994, *J. Appl. Phys.*, **76**, 1423.
Fleurier, C., Sahal–Bréchot, S., Chapelle, J.: 1977, *J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer*, **17**, 595.
Griem, H. R.: 1974, *Spectral Line Broadening by Plasmas*, Academic Press, New York.
Griem, H. R., Moreno, J. C.: 1990, in: *X-Ray Lasers*, ed.G. Tallents, Institute of Physics, Bristol, 301.
Martin, W. C., Zalubas, R.: 1981, *J. Phys. Chem. Reference Data*, **10**, 153.
Sahal–Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.* **1**, 91.
Sahal–Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.* **2**, 322.
Sahal–Bréchot, S.: 1974, *Astron. Astrophys.* **35**, 321.
Sahal–Bréchot, S.: 1991, *Astron. Astrophys.* **245**, 322.

ТАБЕЛЕ ПАРАМЕТАРА ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА Na X

М. С. Димитријевић[1] и S. Sahal–Bréchot[2]

[1] *Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд 74, Југославија*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris-Meudon, 92190 Meudon, France

УДК 52–355.3
Претходно саопштење

Користећи семикласичан прилаз, израчунате су ширине и помераји спектралних линија, проузроковани сударима са електронима, протонима и двоструко наелектрисаним јонима хелијума, за 57 мултиплета Na X. Резултати су дати у функцији температуре и концентрације пертурбера.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...93D

Serb. Astron. J. № 157 (1998), 93 – 108

UDC 52–355.3
Preliminary report

STARK BROADENING PARAMETER TABLES FOR O VII AND Mg XI

M. S. Dimitrijević[1] and S. Sahal–Bréchot[2]

[1] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade 74, Yugoslavia*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris–Meudon, 92190 Meudon, France

(Received: December 15, 1997)

SUMMARY: By using the semiclassical-perturbation formalism, we have calculated electron-, proton-, and He III-impact line widths and shifts for 14 O VII multiplets and 18 Mg XI multiplets, of importance for research, diagnostic and modeling of various astrophysical, laser produced, fusion and laboratory plasmas. For O VII calculations were performed for temperature range from 100,000 K to 2,000,000 K. and perturber densities (10^{17}cm^{-3} - 10^{23}cm^{-3}. For Mg XI calculations were performed for temperature range from 500,000 K to 5,000,000 K. and perturber densities 10^{18}cm^{-3} - 10^{24}cm^{-3}.

1. INTRODUCTION

Due to the high cosmical abundance of magnesium and particularly oxygen, Stark broadening parameters of spectral lines for their various ionization stages are of interest for a number of astrophysical problems (see, e.g., Dimitrijević and Sahal-Bréchot 1998a).

As a continuation of our project (Dimitrijević 1996) to provide an as large as possible set of reliable Stark broadening data needed for the consideration and modeling of astrophysical and laboratory plasmas as well as for investigations of laser produced and fusion plasmas and plasmas in technology, we have calculated within the semiclassical-perturbation formalism (Sahal–Bréchot 1969ab, see also Sahal-Bréchot 1974, Fleurier *et al.* 1977, Dimitrijević and Sahal-Bréchot 1984, Dimitrijević *et al.* 1991, Dimitrijević and Sahal-Bréchot 1995) electron-, proton-, and He III-impact line widths and shifts for 14 O VII and 18 Mg XI multiplets. The theoretical formalism will not be discussed here, since it has been reviewed several times, as, e.g., briefly in Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1995.

2. RESULTS AND DISCUSSION

All details of the calculation procedure as well as the result analysis, will be published in Dimitrijević and Sahal–Bréchot 1998b. Here, only tables of Stark broadening parameters will be shown. Atomic energy levels needed for calculations have been taken from Isler *et al.* (1993) for O VII, and from Martin and Zalubas (1980) for Mg XI. Our results for 14 O VII multiplets are shown in Table 1, for perturber densities $10^{17} - 10^{23}$ cm^{-3}, and temperatures T = 100,000 – 2,000,000 K. The obtained results for 18

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...93D

Table 1. This table shows electron-, proton-, and He III-impact broadening parameters for O VII for perturber densities of $10^{17} - 10^{23}$ cm^{-3} and temperatures from 100,000 up to 2,000,000 K. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given in the table. By dividing c by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević *et al.*, 1991), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for validity of the impact approximation) lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBER DENSITY = 1.E+17cm-3							
PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
O VII 3S-3P	100000.	0.528	-0.403E-01	0.447E-01	-0.707E-01	0.876E-01	-0.143
8555.8 Å	200000.	0.405	-0.398E-01	0.834E-01	-0.979E-01	0.156	-0.200
C = 0.18E+21	500000.	0.294	-0.360E-01	0.146	-0.125	0.251	-0.256
	800000.	0.252	-0.327E-01	0.180	-0.141	0.299	-0.287
	1000000.	0.234	-0.306E-01	0.203	-0.149	0.321	-0.302
	2000000.	0.186	-0.241E-01	0.273	-0.168	0.416	-0.346
PERTURBER DENSITY = 1.E+18cm-3							
O VII 2S-2P	100000.	0.804E-01	-0.222E-02	0.252E-03	-0.162E-02	0.467E-03	-0.311E-02
2450.7 Å	200000.	0.584E-01	-0.228E-02	0.105E-02	-0.311E-02	0.199E-02	-0.620E-02
C = 0.25E+22	500000.	0.393E-01	-0.229E-02	0.383E-02	-0.559E-02	0.757E-02	-0.114E-01
	800000.	0.325E-01	-0.225E-02	0.564E-02	-0.702E-02	0.108E-01	-0.143E-01
	1000000.	0.298E-01	-0.218E-02	0.695E-02	-0.765E-02	0.132E-01	-0.156E-01
	2000000.	0.231E-01	-0.194E-02	0.105E-01	-0.919E-02	0.185E-01	-0.188E-01
O VII 2S-3P	100000.	0.848E-03	-0.447E-04	0.714E-04	-0.117E-03	0.137E-03	-0.225E-03
128.3 Å	200000.	0.643E-03	-0.429E-04	0.139E-03	-0.167E-03	0.255E-03	-0.336E-03
C = 0.42E+18	500000.	0.457E-03	-0.392E-04	0.261E-03	-0.219E-03	0.441E-03	-0.447E-03
	800000.	0.387E-03	-0.349E-04	0.331E-03	-0.247E-03	0.530E-03	-0.504E-03
	1000000.	0.359E-03	-0.323E-04	0.365E-03	-0.261E-03	0.571E-03	-0.530E-03
	2000000.	0.285E-03	-0.257E-04	0.502E-03	-0.302E-03	0.713E-03	-0.618E-03
O VII 3S-3P	100000.	5.28	-0.376	0.447	-0.682	0.876	-1.31
8555.8 Å	200000.	4.05	-0.376	0.835	-0.966	1.56	-1.95
C = 0.18E+22	500000.	2.94	-0.352	1.46	-1.24	2.51	-2.55
	800000.	2.52	-0.326	1.80	-1.41	2.99	-2.87
	1000000.	2.34	-0.304	2.03	-1.49	3.21	-3.02
	2000000.	1.86	-0.241	2.73	-1.68	4.16	-3.46
O VII 2P-3S	100000.	0.643E-03	0.528E-04	0.268E-04	0.683E-04	0.532E-04	0.131E-03
137.5 Å	200000.	0.492E-03	0.549E-04	0.641E-04	0.102E-03	0.128E-03	0.204E-03
C = 0.22E+19	500000.	0.358E-03	0.530E-04	0.132E-03	0.142E-03	0.262E-03	0.291E-03
	800000.	0.307E-03	0.512E-04	0.167E-03	0.161E-03	0.319E-03	0.331E-03
	1000000.	0.286E-03	0.484E-04	0.183E-03	0.170E-03	0.345E-03	0.351E-03
	2000000.	0.227E-03	0.389E-04	0.249E-03	0.201E-03	0.435E-03	0.407E-03
O VII 2S-2P	100000.	0.327E-01	-0.579E-03	0.733E-04	-0.441E-03	0.135E-03	-0.847E-03
1630.4 Å	200000.	0.236E-01	-0.716E-03	0.282E-03	-0.867E-03	0.533E-03	-0.173E-02
C = 0.16E+22	500000.	0.157E-01	-0.827E-03	0.111E-02	-0.169E-02	0.217E-02	-0.343E-02
	800000.	0.129E-01	-0.808E-03	0.165E-02	-0.212E-02	0.321E-02	-0.430E-02
	1000000.	0.118E-01	-0.791E-03	0.200E-02	-0.234E-02	0.385E-02	-0.477E-02
	2000000.	0.909E-02	-0.726E-03	0.315E-02	-0.288E-02	0.584E-02	-0.589E-02
O VII 2S-3P	100000.	0.670E-03	0.580E-05	0.124E-04	0.183E-04	0.235E-04	0.352E-04
120.3 Å	200000.	0.501E-03	0.582E-05	0.280E-04	0.308E-04	0.537E-04	0.619E-04
C = 0.13E+19	500000.	0.352E-03	0.521E-05	0.564E-04	0.475E-04	0.103E-03	0.967E-04
	800000.	0.297E-03	0.466E-05	0.719E-04	0.539E-04	0.126E-03	0.110E-03
	1000000.	0.275E-03	0.435E-05	0.801E-04	0.570E-04	0.135E-03	0.117E-03
	2000000.	0.219E-03	0.303E-05	0.111E-03	0.678E-04	0.169E-03	0.139E-03
O VII 3S-3P	100000.	2.31	-0.538E-01	0.315E-01	-0.475E-01	0.595E-01	-0.915E-01
5988.8 Å	200000.	1.75	-0.673E-01	0.710E-01	-0.794E-01	0.136	-0.160
C = 0.31E+22	500000.	1.26	-0.631E-01	0.147	-0.122	0.263	-0.249
	800000.	1.07	-0.635E-01	0.191	-0.138	0.319	-0.282
	1000000.	0.998	-0.615E-01	0.216	-0.146	0.347	-0.299
	2000000.	0.799	-0.504E-01	0.316	-0.176	0.438	-0.358

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...93D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
O VII 2P-3S	100000.	0.542E-03	0.374E-04	0.157E-04	0.448E-04	0.309E-04	0.864E-04
132.8 Å	200000.	0.410E-03	0.449E-04	0.425E-04	0.688E-04	0.853E-04	0.139E-03
C = 0.29E+19	500000.	0.295E-03	0.429E-04	0.905E-04	0.996E-04	0.180E-03	0.204E-03
	800000.	0.252E-03	0.423E-04	0.113E-03	0.114E-03	0.221E-03	0.232E-03
	1000000.	0.234E-03	0.408E-04	0.124E-03	0.120E-03	0.240E-03	0.246E-03
	2000000.	0.187E-03	0.333E-04	0.168E-03	0.142E-03	0.303E-03	0.291E-03
O VII 2P-4S	100000.	0.833E-03	0.101E-03	0.872E-04	0.134E-03	0.176E-03	0.255E-03
97.1 Å	200000.	0.655E-03	0.997E-04	0.162E-03	0.183E-03	0.327E-03	0.369E-03
C = 0.64E+18	500000.	0.489E-03	0.960E-04	0.244E-03	0.235E-03	0.472E-03	0.481E-03
	800000.	0.423E-03	0.865E-04	0.292E-03	0.266E-03	0.554E-03	0.539E-03
	1000000.	0.394E-03	0.809E-04	0.314E-03	0.278E-03	0.603E-03	0.563E-03
	2000000.	0.314E-03	0.646E-04	0.403E-03	0.319E-03	0.707E-03	0.646E-03
O VII 2P-5S	100000.	0.169E-02	0.231E-03	0.333E-03	0.360E-03		
86.5 Å	200000.	0.135E-02	0.229E-03	0.452E-03	0.452E-03		
C = 0.25E+18	500000.	0.102E-02	0.208E-03	0.650E-03	0.572E-03	*0.126E-02	*0.119E-02
	800000.	0.880E-03	0.184E-03	0.767E-03	0.639E-03	*0.141E-02	*0.130E-02
	1000000.	0.818E-03	0.170E-03	0.796E-03	0.655E-03	*0.150E-02	*0.134E-02
	2000000.	0.648E-03	0.137E-03	0.991E-03	0.754E-03	*0.172E-02	*0.154E-02
O VII 3P-4S	100000.	0.180E-01	0.149E-02	0.132E-02	0.200E-02	0.266E-02	0.380E-02
384.7 Å	200000.	0.140E-01	0.146E-02	0.244E-02	0.274E-02	0.489E-02	0.554E-02
C = 0.10E+20	500000.	0.104E-01	0.141E-02	0.366E-02	0.354E-02	0.713E-02	0.721E-02
	800000.	0.894E-02	0.126E-02	0.444E-02	0.397E-02	0.851E-02	0.808E-02
	1000000.	0.833E-02	0.118E-02	0.492E-02	0.412E-02	0.928E-02	0.853E-02
	2000000.	0.666E-02	0.942E-03	0.630E-02	0.475E-02	0.109E-01	0.964E-02
O VII 3P-5S	100000.	0.174E-01	0.203E-02	0.295E-02	0.319E-02		
258.9 Å	200000.	0.138E-01	0.200E-02	0.403E-02	0.402E-02	*0.812E-02	*0.802E-02
C = 0.22E+19	500000.	0.104E-01	0.182E-02	0.582E-02	0.509E-02	*0.112E-01	*0.106E-01
	800000.	0.892E-02	0.160E-02	0.683E-02	0.569E-02	*0.126E-01	*0.115E-01
	1000000.	0.830E-02	0.149E-02	0.722E-02	0.580E-02	*0.133E-01	*0.118E-01
	2000000.	0.659E-02	0.120E-02	0.896E-02	0.669E-02	*0.153E-01	*0.135E-01
PERTURBER DENSITY = 1.E+19cm-3							
O VII 1S-2P	100000.	0.446E-04	-0.138E-05	0.114E-06	-0.264E-06	0.207E-06	-0.472E-06
21.6 Å	200000.	0.318E-04	-0.401E-06	0.336E-06	-0.567E-06	0.625E-06	-0.108E-05
C = 0.19E+19	500000.	0.206E-04	-0.174E-06	0.112E-05	-0.126E-05	0.213E-05	-0.252E-05
	800000.	0.167E-04	-0.183E-06	0.178E-05	-0.170E-05	0.339E-05	-0.345E-05
	1000000.	0.152E-04	-0.163E-06	0.206E-05	-0.186E-05	0.384E-05	-0.379E-05
	2000000.	0.114E-04	-0.593E-07	0.339E-05	-0.251E-05	0.600E-05	-0.514E-05
O VII 1S-3P	100000.	0.165E-03	-0.605E-05	0.147E-04	-0.216E-04	*0.280E-04	-0.373E-04
18.6 Å	200000.	0.125E-03	-0.589E-05	0.289E-04	-0.328E-04	*0.523E-04	-0.608E-04
C = 0.88E+17	500000.	0.886E-04	-0.577E-05	0.543E-04	-0.454E-04	*0.919E-04	-0.896E-04
	800000.	0.750E-04	-0.548E-05	0.685E-04	-0.511E-04	*0.110E-03	-0.105E-03
	1000000.	0.694E-04	-0.503E-05	0.760E-04	-0.540E-04	*0.119E-03	-0.110E-03
	2000000.	0.549E-04	-0.423E-05	0.104E-03	-0.630E-04	*0.149E-03	-0.128E-03
O VII 2S-2P	100000.	0.804	-0.206E-01	0.250E-02	-0.149E-01	0.463E-02	-0.265E-01
2450.7 Å	200000.	0.584	-0.219E-01	0.105E-01	-0.302E-01	0.199E-01	-0.577E-01
C = 0.25E+23	500000.	0.393	-0.223E-01	0.383E-01	-0.558E-01	0.757E-01	-0.112
	800000.	0.325	-0.222E-01	0.564E-01	-0.701E-01	0.108	-0.142
	1000000.	0.298	-0.216E-01	0.695E-01	-0.764E-01	0.132	-0.156
	2000000.	0.231	-0.193E-01	0.105	-0.919E-01	0.185	-0.187
O VII 2S-3P	100000.	0.843E-02	-0.295E-03	0.713E-03	-0.104E-02	*0.136E-02	-0.180E-02
128.3 Å	200000.	0.640E-02	-0.325E-03	0.139E-02	-0.158E-02	*0.254E-02	-0.294E-02
C = 0.42E+19	500000.	0.455E-02	-0.329E-03	0.261E-02	-0.218E-02	*0.442E-02	-0.431E-02
	800000.	0.386E-02	-0.314E-03	0.331E-02	-0.246E-02	*0.530E-02	-0.502E-02
	1000000.	0.357E-02	-0.292E-03	0.365E-02	-0.261E-02	*0.570E-02	-0.528E-02
	2000000.	0.284E-02	-0.252E-03	0.502E-02	-0.302E-02	*0.714E-02	-0.615E-02
O VII 2P-3S	100000.	0.642E-02	0.459E-03	0.269E-03	0.615E-03	0.530E-03	0.108E-02
137.5 Å	200000.	0.492E-02	0.500E-03	0.641E-03	0.971E-03	0.128E-02	0.182E-02
C = 0.22E+20	500000.	0.359E-02	0.501E-03	0.132E-02	0.142E-02	0.262E-02	0.283E-02
	800000.	0.307E-02	0.496E-03	0.167E-02	0.160E-02	0.319E-02	0.330E-02
	1000000.	0.286E-02	0.469E-03	0.183E-02	0.170E-02	0.345E-02	0.350E-02
	2000000.	0.227E-02	0.386E-03	0.249E-02	0.201E-02	0.435E-02	0.406E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...93D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
O VII 2S-2P	100000.	0.327	-0.573E-02	0.728E-03	-0.404E-02	0.134E-02	-0.723E-02
1630.4 Å	200000.	0.236	-0.688E-02	0.281E-02	-0.842E-02	0.532E-02	-0.161E-01
C = 0.16E+23	500000.	0.157	-0.812E-02	0.111E-01	-0.169E-01	0.217E-01	-0.338E-01
	800000.	0.129	-0.800E-02	0.165E-01	-0.212E-01	0.321E-01	-0.429E-01
	1000000.	0.118	-0.785E-02	0.200E-01	-0.234E-01	0.385E-01	-0.476E-01
	2000000.	0.909E-01	-0.724E-02	0.315E-01	-0.288E-01	0.584E-01	-0.589E-01
O VII 2S-3P	100000.	0.670E-02	0.433E-04	0.124E-03	0.167E-03	0.231E-03	0.297E-03
120.3 Å	200000.	0.501E-02	0.469E-04	0.279E-03	0.297E-03	0.536E-03	0.568E-03
C = 0.13E+20	500000.	0.352E-02	0.449E-04	0.564E-03	0.474E-03	0.103E-02	0.947E-03
	800000.	0.297E-02	0.426E-04	0.719E-03	0.538E-03	0.126E-02	0.110E-02
	1000000.	0.275E-02	0.402E-04	0.801E-03	0.569E-03	0.135E-02	0.116E-02
	2000000.	0.219E-02	0.297E-04	0.111E-02	0.678E-03	0.169E-02	0.139E-02
O VII 3S-3P	100000.	23.1	-0.494	0.313	-0.433	0.585	-0.771
5988.8 Å	200000.	17.5	-0.637	0.710	-0.765	1.36	-1.46
C = 0.31E+23	500000.	12.6	-0.614	1.47	-1.22	2.63	-2.44
	800000.	10.7	-0.625	1.91	-1.38	3.19	-2.81
	1000000.	9.98	-0.606	2.16	-1.46	3.47	-2.99
	2000000.	7.99	-0.502	3.16	-1.76	4.38	-3.57
O VII 2P-3S	100000.	0.542E-02	0.334E-03	0.157E-03	0.405E-03	0.308E-03	0.718E-03
132.8 Å	200000.	0.410E-02	0.416E-03	0.425E-03	0.659E-03	0.854E-03	0.125E-02
C = 0.29E+20	500000.	0.295E-02	0.411E-03	0.905E-03	0.994E-03	0.180E-02	0.199E-02
	800000.	0.252E-02	0.412E-03	0.113E-02	0.113E-02	0.221E-02	0.231E-02
	1000000.	0.234E-02	0.399E-03	0.124E-02	0.120E-02	0.240E-02	0.245E-02
	2000000.	0.187E-02	0.331E-03	0.168E-02	0.142E-02	0.303E-02	0.291E-02
O VII 2P-4S	100000.	0.833E-02	0.811E-03	*0.873E-03	*0.116E-02		
97.1 Å	200000.	0.654E-02	0.856E-03	0.162E-02	0.170E-02		
C = 0.64E+19	500000.	0.489E-02	0.876E-03	0.244E-02	0.234E-02		
	800000.	0.423E-02	0.819E-03	0.292E-02	0.264E-02		
	1000000.	0.394E-02	0.767E-03	0.314E-02	0.277E-02		
	2000000.	0.314E-02	0.638E-03	0.403E-02	0.319E-02	*0.706E-02	*0.643E-02
O VII 2P-5S	100000.	0.167E-01	0.145E-02				
86.5 Å	200000.	0.134E-01	0.169E-02				
C = 0.25E+19	500000.	0.101E-01	0.172E-02				
	800000.	0.874E-02	0.164E-02				
	1000000.	0.813E-02	0.153E-02	*0.796E-02	*0.650E-02		
	2000000.	0.644E-02	0.134E-02	*0.991E-02	*0.754E-02		
O VII 3P-4S	100000.	0.180	0.119E-01	0.132E-01	0.173E-01		
384.7 Å	200000.	0.140	0.126E-01	0.245E-01	0.255E-01		
C = 0.10E+21	500000.	0.104	0.128E-01	0.366E-01	0.352E-01		
	800000.	0.894E-01	0.120E-01	0.444E-01	0.395E-01		
	1000000.	0.833E-01	0.112E-01	0.492E-01	0.410E-01		
	2000000.	0.666E-01	0.931E-02	0.630E-01	0.475E-01	*0.109	*0.960E-01
O VII 3P-5S	100000.	0.172	0.126E-01				
258.9 Å	200000.	0.137	0.147E-01				
C = 0.22E+20	500000.	0.103	0.150E-01				
	800000.	0.887E-01	0.143E-01				
	1000000.	0.825E-01	0.133E-01	*0.722E-01	*0.576E-01		
	2000000.	0.655E-01	0.117E-01	*0.896E-01	*0.669E-01		
PERTURBER DENSITY = 1.E+20cm-3							
O VII 1S-2P	100000.	0.446E-03	-0.147E-04	0.109E-05	-0.205E-05	0.172E-05	-0.278E-05
21.6 Å	200000.	0.318E-03	-0.436E-05	0.334E-05	-0.516E-05	0.612E-05	-0.907E-05
C = 0.19E+20	500000.	0.206E-03	-0.142E-05	0.112E-04	-0.122E-04	0.212E-04	-0.237E-04
	800000.	0.167E-03	-0.150E-05	0.178E-04	-0.168E-04	0.338E-04	-0.332E-04
	1000000.	0.152E-03	-0.133E-05	0.206E-04	-0.185E-04	0.384E-04	-0.372E-04
	2000000.	0.114E-03	-0.477E-06	0.339E-04	-0.251E-04	0.600E-04	-0.513E-04
O VII 1S-3P	100000.	0.154E-02	0.467E-05	*0.145E-03	-0.146E-03		
18.6 Å	200000.	0.118E-02	-0.130E-04	*0.288E-03	-0.267E-03		
C = 0.88E+18	500000.	0.847E-03	-0.260E-04	*0.540E-03	-0.409E-03		
	800000.	0.720E-03	-0.253E-04	*0.684E-03	-0.490E-03		
	1000000.	0.667E-03	-0.241E-04	*0.763E-03	-0.520E-03		
	2000000.	0.530E-03	-0.294E-04	*0.104E-02	-0.626E-03		

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...93D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
O VII 2S-2P	100000.	8.04	-0.159	0.244E-01	-0.115	0.415E-01	-0.155
2450.7 Å	200000.	5.84	-0.189	0.105	-0.272	0.198	-0.476
C = 0.25E+24	500000.	3.93	-0.202	0.382	-0.536	0.756	-1.04
	800000.	3.25	-0.203	0.564	-0.691	1.08	-1.36
	1000000.	2.98	-0.200	0.695	-0.755	1.32	-1.53
	2000000.	2.31	-0.187	1.05	-0.917	1.85	-1.87
O VII 2S-3P	100000.	0.794E-01	0.298E-03	*0.701E-02	-0.705E-02		
128.3 Å	200000.	0.609E-01	-0.983E-03	*0.139E-01	-0.129E-01		
C = 0.42E+20	500000.	0.437E-01	-0.174E-02	*0.260E-01	-0.197E-01		
	800000.	0.371E-01	-0.170E-02	*0.331E-01	-0.236E-01		
	1000000.	0.344E-01	-0.165E-02	*0.366E-01	-0.251E-01		
	2000000.	0.275E-01	-0.189E-02	*0.502E-01	-0.300E-01		
O VII 2P-3S	100000.	0.638E-01	0.192E-02	*0.267E-02	*0.443E-02		
137.5 Å	200000.	0.490E-01	0.327E-02	*0.641E-02	*0.822E-02		
C = 0.22E+21	500000.	0.357E-01	0.388E-02	*0.132E-01	*0.131E-01		
	800000.	0.306E-01	0.399E-02	*0.167E-01	*0.155E-01		
	1000000.	0.285E-01	0.383E-02	0.183E-01	0.165E-01		
	2000000.	0.227E-01	0.351E-02	0.249E-01	0.200E-01		
O VII 2S-2P	100000.	3.27	-0.411E-01	0.704E-02	-0.313E-01	0.116E-01	-0.424E-01
1630.4 Å	200000.	2.36	-0.595E-01	0.281E-01	-0.762E-01	0.527E-01	-0.134
C = 0.16E+24	500000.	1.57	-0.754E-01	0.111	-0.163	0.216	-0.315
	800000.	1.29	-0.751E-01	0.165	-0.209	0.321	-0.411
	1000000.	1.18	-0.742E-01	0.200	-0.232	0.385	-0.466
	2000000.	0.909	-0.707E-01	0.315	-0.288	0.584	-0.588
O VII 2S-3P	100000.	0.666E-01	-0.236E-03	0.118E-02	0.126E-02	*0.194E-02	*0.165E-02
120.3 Å	200000.	0.498E-01	0.424E-04	0.277E-02	0.261E-02	*0.521E-02	*0.446E-02
C = 0.13E+21	500000.	0.350E-01	0.178E-03	0.563E-02	0.448E-02	*0.103E-01	*0.844E-02
	800000.	0.296E-01	0.190E-03	0.719E-02	0.525E-02	*0.126E-01	*0.102E-01
	1000000.	0.274E-01	0.187E-03	0.802E-02	0.558E-02	*0.135E-01	*0.112E-01
	2000000.	0.218E-01	0.212E-03	0.111E-01	0.676E-02	0.169E-01	0.138E-01
O VII 2P-3S	100000.	0.541E-01	0.169E-02	0.156E-02	0.298E-02		
132.8 Å	200000.	0.409E-01	0.309E-02	0.424E-02	0.565E-02		
C = 0.29E+21	500000.	0.294E-01	0.341E-02	0.905E-02	0.924E-02		
	800000.	0.252E-01	0.354E-02	0.113E-01	0.110E-01		
	1000000.	0.234E-01	0.347E-02	0.124E-01	0.117E-01		
	2000000.	0.187E-01	0.310E-02	0.168E-01	0.142E-01	*0.303E-01	*0.289E-01
O VII 2P-4S	100000.	0.795E-01	0.951E-03				
97.1 Å	200000.	0.631E-01	0.385E-02				
C = 0.64E+20	500000.	0.475E-01	0.568E-02				
	800000.	0.412E-01	0.553E-02				
	1000000.	0.384E-01	0.530E-02				
	2000000.	0.307E-01	0.540E-02				
O VII 2P-5S	100000.	*0.138	-0.689E-02				
86.5 Å	200000.	*0.116	*0.241E-02				
C = 0.25E+20	500000.	0.902E-01	0.748E-02				
	800000.	0.787E-01	0.749E-02				
	1000000.	0.735E-01	0.732E-02				
	2000000.	0.590E-01	0.959E-02				
O VII 3P-4S	100000.	*1.74	*0.147E-01				
384.7 Å	200000.	1.36	0.565E-01				
C = 0.10E+22	500000.	1.01	0.830E-01				
	800000.	0.876	0.807E-01				
	1000000.	0.816	0.771E-01				
	2000000.	0.654	0.786E-01				
O VII 3P-5S	100000.	*1.45	-0.619E-01				
258.9 Å	200000.	*1.20	*0.198E-01				
C = 0.22E+21	500000.	0.929	0.643E-01				
	800000.	0.808	0.643E-01				
	1000000.	0.755	0.628E-01				
	2000000.	0.606	0.831E-01				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...93D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
PERTURBER DENSITY = 1.E+21cm-3							
O VII 1S-2P	100000.	0.445E-02	-0.111E-03	0.754E-05	-0.876E-05	0.613E-05	-0.491E-05
21.6 Å	200000.	0.318E-02	-0.203E-04	0.315E-04	-0.383E-04	0.501E-04	-0.501E-04
C = 0.19E+21	500000.	0.206E-02	-0.211E-05	0.111E-03	-0.112E-03	0.209E-03	-0.200E-03
	800000.	0.167E-02	-0.509E-05	0.178E-03	-0.160E-03	0.336E-03	-0.299E-03
	1000000.	0.151E-02	-0.514E-05	0.206E-03	-0.177E-03	0.383E-03	-0.338E-03
	2000000.	0.114E-02	0.201E-05	0.339E-03	-0.247E-03	0.600E-03	-0.499E-03
O VII 1S-3P	100000.	*0.128E-01	*0.579E-03				
18.6 Å	200000.	0.101E-01	0.335E-03				
C = 0.88E+19	500000.	0.745E-02	0.611E-04				
	800000.	0.640E-02	0.106E-04				
	1000000.	0.597E-02	-0.207E-05				
	2000000.	0.481E-02	-0.350E-04				
O VII 2S-3P	100000.	*0.671	*0.324E-01				
128.3 Å	200000.	*0.527	*0.146E-01				
C = 0.42E+21	500000.	0.388	-0.736E-03				
	800000.	0.334	-0.341E-02				
	1000000.	0.311	-0.410E-02				
	2000000.	0.251	-0.582E-02				
O VII 2P-3S	100000.	*0.530	-0.498E-01				
137.5 Å	200000.	0.433	-0.145E-01				
C = 0.22E+22	500000.	0.326	0.111E-01				
	800000.	0.283	0.179E-01				
	1000000.	0.264	0.188E-01				
	2000000.	0.212	0.181E-01				
O VII 2S-3P	100000.	*0.603	-0.768E-02				
120.3 Å	200000.	*0.464	-0.494E-02				
C = 0.13E+22	500000.	0.332	-0.185E-02				
	800000.	0.282	-0.113E-02				
	1000000.	0.262	-0.720E-03				
	2000000.	0.209	-0.598E-03				
O VII 2P-3S	100000.	*0.486	-0.375E-01				
132.8 Å	200000.	0.383	-0.369E-02				
C = 0.29E+22	500000.	0.280	0.139E-01				
	800000.	0.241	0.196E-01				
	1000000.	0.224	0.206E-01				
	2000000.	0.180	0.193E-01				
O VII 2P-4S	100000.	*0.498	-0.901E-01				
97.1 Å	200000.	*0.455	-0.383E-01				
C = 0.64E+21	500000.	0.377	0.701E-02				
	800000.	0.336	0.154E-01				
	1000000.	0.317	0.176E-01				
	2000000.	0.261	0.202E-01				
O VII 2P-5S	100000.						
86.5 Å	200000.	*0.624	-0.819E-01				
C = 0.25E+21	500000.	*0.586	-0.870E-02				
	800000.	*0.542	*0.679E-02				
	1000000.	0.518	0.108E-01				
	2000000.	0.438	0.242E-01				
O VII 3P-4S	100000.						
384.7 Å	200000.	*10.5	-0.568				
C = 0.10E+23	500000.	*8.42	*0.965E-01				
	800000.	7.43	0.219				
	1000000.	6.98	0.248				
	2000000.	5.72	0.289				
O VII 3P-5S	100000.						
258.9 Å	200000.						
C = 0.22E+22	500000.	*6.38	-0.843E-01				
	800000.	*5.82	*0.503E-01				
	1000000.	*5.54	*0.847E-01				
	2000000.	4.66	0.204				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...93D

PERTURBERS ARE: TRANSITION	T(K)	ELECTRONS WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	PROTONS WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	IONIZED HELIUM WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
PERTURBER DENSITY = 1.E+22cm-3							
O VII 1S-2P	100000.						
21.6 Å	200000.	0.307E-01	0.337E-03	*0.197E-03	-0.138E-03		
C = 0.19E+22	500000.	0.202E-01	0.313E-03	*0.106E-02	-0.847E-03		
	800000.	0.164E-01	0.201E-03	*0.175E-02	-0.134E-02		
	1000000.	0.149E-01	0.173E-03	0.204E-02	-0.154E-02		
	2000000.	0.112E-01	0.176E-03	0.338E-02	-0.231E-02		
O VII 1S-3P	100000.						
18.6 Å	200000.						
C = 0.88E+20	500000.	*0.596E-01	*0.203E-02				
	800000.	*0.521E-01	*0.147E-02				
	1000000.	0.490E-01	0.130E-02				
	2000000.	0.406E-01	0.753E-03				
O VII 2S-3P	100000.						
128.3 Å	200000.						
C = 0.42E+22	500000.	*3.13	*0.101				
	800000.	*2.74	*0.611E-01				
	1000000.	*2.58	*0.487E-01				
	2000000.	2.14	0.134E-01				
O VII 2P-3S	100000.						
137.5 Å	200000.	*2.59	-0.417				
C = 0.22E+23	500000.	*2.25	-0.146				
	800000.	2.06	-0.453E-01				
	1000000.	1.96	-0.163E-01				
	2000000.	1.66	0.326E-01				
O VII 2S-3P	100000.						
120.3 Å	200000.						
C = 0.13E+23	500000.	*2.75	*0.390E-02				
	800000.	*2.39	*0.321E-02				
	1000000.	*2.23	*0.409E-02				
	2000000.	1.83	-0.973E-03				
O VII 2P-3S	100000.						
132.8 Å	200000.	*2.45	-0.383				
C = 0.29E+23	500000.	*2.07	-0.123				
	800000.	1.86	-0.266E-01				
	1000000.	1.76	0.632E-02				
	2000000.	1.47	0.502E-01				
O VII 2P-4S	100000.						
97.1 Å	200000.	*1.74	-0.543				
C = 0.64E+22	500000.	*1.93	-0.194				
	800000.	*1.91	-0.888E-01				
	1000000.	*1.88	-0.505E-01				
	2000000.	1.71	0.178E-01				
PERTURBER DENSITY = 1.E+23cm-3							
O VII 1S-2P	100000.						
21.6 Å	200000.						
C = 0.19E+23	500000.	*0.187	*0.413E-02				
	800000.	*0.153	*0.332E-02				
	1000000.	0.139	0.310E-02				
	2000000.	0.106	0.302E-02				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...93D

Table 2. This table shows electron-, proton-, and He III-impact broadening parameters for Mg XI for perturber densities of $10^{18} - 10^{24}$ cm^{-3} and temperatures from 500,000 up to 5,000,000 K. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given in the table. By dividing c by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević *et al.*, 1991), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for validity of the impact approximation) lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBER DENSITY = 1.E+18cm-3

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Mg XI 2S 3P	500000.	0.402E-04	-0.224E-05	0.107E-04	-0.128E-04	0.174E-04	-0.258E-04
52.7 Å	750000.	0.341E-04	-0.207E-05	0.162E-04	-0.151E-04	0.253E-04	-0.306E-04
C=0.11E+18	1000000.	0.304E-04	-0.199E-05	0.201E-04	-0.162E-04	0.308E-04	-0.328E-04
	2000000.	0.233E-04	-0.162E-05	0.298E-04	-0.196E-04	0.421E-04	-0.396E-04
	3000000.	0.201E-04	-0.142E-05	0.361E-04	-0.215E-04	0.498E-04	-0.441E-04
	5000000.	0.167E-04	-0.115E-05	0.447E-04	-0.242E-04	0.612E-04	-0.491E-04
Mg XI 3S 3P	500000.	0.489	-0.396E-01	0.126	-0.151	0.216	-0.306
5065.9 Å	750000.	0.420	-0.375E-01	0.189	-0.175	0.310	-0.357
C=0.98E+21	1000000.	0.377	-0.364E-01	0.226	-0.189	0.357	-0.382
	2000000.	0.294	-0.310E-01	0.334	-0.226	0.487	-0.462
	3000000.	0.255	-0.273E-01	0.406	-0.248	0.577	-0.509
	5000000.	0.214	-0.224E-01	0.506	-0.276	0.694	-0.564
Mg XI 2P 3S	500000.	0.252E-04	0.260E-05	0.404E-05	0.684E-05	0.791E-05	0.138E-04
55.2 Å	750000.	0.218E-04	0.254E-05	0.578E-05	0.831E-05	0.111E-04	0.168E-04
C=0.60E+18	1000000.	0.198E-04	0.248E-05	0.760E-05	0.942E-05	0.143E-04	0.191E-04
	2000000.	0.156E-04	0.223E-05	0.122E-04	0.113E-04	0.218E-04	0.230E-04
	3000000.	0.135E-04	0.199E-05	0.150E-04	0.125E-04	0.254E-04	0.256E-04
	5000000.	0.113E-04	0.166E-05	0.191E-04	0.142E-04	0.306E-04	0.288E-04
Mg XI 2P 4S	500000.	0.309E-04	0.458E-05	0.667E-05	0.966E-05	0.133E-04	0.195E-04
40.7 Å	750000.	0.270E-04	0.445E-05	0.971E-05	0.112E-04	0.191E-04	0.228E-04
C=0.32E+18	1000000.	0.246E-04	0.439E-05	0.112E-04	0.121E-04	0.220E-04	0.244E-04
	2000000.	0.197E-04	0.390E-05	0.156E-04	0.144E-04	0.291E-04	0.295E-04
	3000000.	0.173E-04	0.346E-05	0.186E-04	0.159E-04	0.338E-04	0.327E-04
	5000000.	0.147E-04	0.290E-05	0.231E-04	0.177E-04	0.397E-04	0.362E-04
Mg XI 2P 5S	500000.	0.749E-04	0.133E-04	0.440E-04	0.439E-04	*0.837E-04	*0.892E-04
36.1 Å	750000.	0.662E-04	0.121E-04	0.530E-04	0.487E-04	0.975E-04	0.993E-04
C=0.55E+17	1000000.	0.604E-04	0.115E-04	0.601E-04	0.523E-04	0.109E-03	0.107E-03
	2000000.	0.482E-04	0.908E-05	0.793E-04	0.602E-04	0.133E-03	0.122E-03
	3000000.	0.420E-04	0.804E-05	0.928E-04	0.659E-04	0.147E-03	0.133E-03
	5000000.	0.351E-04	0.653E-05	0.113E-03	0.734E-04	0.164E-03	0.149E-03
Mg XI 3P 4S	500000.	0.755E-03	0.886E-04	0.196E-03	0.227E-03	0.352E-03	0.460E-03
160.3 Å	750000.	0.654E-03	0.851E-04	0.266E-03	0.252E-03	0.466E-03	0.512E-03
C=0.98E+18	1000000.	0.592E-03	0.836E-04	0.315E-03	0.274E-03	0.533E-03	0.555E-03
	2000000.	0.469E-03	0.726E-04	0.446E-03	0.326E-03	0.692E-03	0.664E-03
	3000000.	0.410E-03	0.641E-04	0.545E-03	0.360E-03	0.814E-03	0.736E-03
	5000000.	0.345E-03	0.534E-04	0.664E-03	0.391E-03	0.977E-03	0.813E-03
Mg XI 3P 5S	500000.	0.776E-03	0.124E-03	0.409E-03	0.400E-03	*0.774E-03	*0.811E-03
106.7 Å	750000.	0.682E-03	0.113E-03	0.494E-03	0.443E-03	*0.904E-03	*0.900E-03
C=0.43E+18	1000000.	0.621E-03	0.107E-03	0.560E-03	0.476E-03	0.100E-02	0.963E-03
	2000000.	0.493E-03	0.847E-04	0.757E-03	0.554E-03	0.123E-02	0.112E-02
	3000000.	0.429E-03	0.748E-04	0.895E-03	0.591E-03	0.139E-02	0.122E-02
	5000000.	0.359E-03	0.607E-04	0.110E-02	0.658E-03	0.159E-02	0.136E-02
Mg XI 3P 3D	500000.	11.9	0.757	4.04	4.34	6.31	8.77
26246.7 Å	750000.	10.2	0.695	6.10	4.98	9.11	10.1
C=0.26E+23	1000000.	9.10	0.659	7.39	5.39	10.4	10.9
	2000000.	7.01	0.545	11.0	6.42	14.4	13.1
	3000000.	6.06	0.482	13.3	7.11	17.0	14.4
	5000000.	5.07	0.393	16.1	7.83	21.3	15.9
Mg XI 2S 3P	500000.	0.337E-04	0.261E-06	0.150E-05	0.196E-05	0.277E-05	0.394E-05
50.5 Å	750000.	0.285E-04	0.225E-06	0.247E-05	0.254E-05	0.436E-05	0.513E-05
C=0.39E+18	1000000.	0.253E-04	0.228E-06	0.312E-05	0.288E-05	0.527E-05	0.582E-05
	2000000.	0.193E-04	0.170E-06	0.566E-05	0.386E-05	0.861E-05	0.786E-05
	3000000.	0.166E-04	0.147E-06	0.724E-05	0.430E-05	0.102E-04	0.875E-05
	5000000.	0.139E-04	0.122E-06	0.963E-05	0.487E-05	0.123E-04	0.997E-05

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...93D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Mg XI 3S 3P	500000.	0.236	-0.755E-02	0.966E-02	-0.140E-01	0.177E-01	-0.280E-01
3688.7 Å	750000.	0.202	-0.750E-02	0.158E-01	-0.174E-01	0.279E-01	-0.353E-01
C=0.21E+22	1000000.	0.181	-0.732E-02	0.206E-01	-0.201E-01	0.340E-01	-0.406E-01
	2000000.	0.141	-0.705E-02	0.381E-01	-0.258E-01	0.551E-01	-0.524E-01
	3000000.	0.122	-0.631E-02	0.500E-01	-0.287E-01	0.651E-01	-0.585E-01
	5000000.	0.102	-0.526E-02	0.690E-01	-0.329E-01	0.797E-01	-0.666E-01
Mg XI 3P 3D	500000.	0.688	-0.136E-01	0.499E-01	-0.670E-01	0.931E-01	-0.135
6605.9 Å	750000.	0.582	-0.128E-01	0.727E-01	-0.809E-01	0.129	-0.163
C=0.66E+22	1000000.	0.519	-0.130E-01	0.961E-01	-0.932E-01	0.163	-0.188
	2000000.	0.398	-0.974E-02	0.164	-0.116	0.246	-0.235
	3000000.	0.344	-0.814E-02	0.209	-0.129	0.292	-0.261
	5000000.	0.289	-0.676E-02	0.277	-0.147	0.354	-0.297
PERTURBER DENSITY = 1.E+19cm-3							
Mg XI 1S 2P	500000.	0.250E-05	-0.347E-07	0.147E-07	-0.400E-07	0.278E-07	-0.784E-07
9.2 Å	750000.	0.205E-05	-0.163E-07	0.287E-07	-0.594E-07	0.541E-07	-0.118E-06
C=0.57E+18	1000000.	0.179E-05	-0.158E-07	0.451E-07	-0.768E-07	0.842E-07	-0.153E-06
	2000000.	0.129E-05	-0.111E-07	0.116E-06	-0.129E-06	0.204E-06	-0.260E-06
	3000000.	0.108E-05	-0.931E-08	0.171E-06	-0.158E-06	0.288E-06	-0.319E-06
	5000000.	0.862E-06	-0.427E-08	0.268E-06	-0.201E-06	0.421E-06	-0.409E-06
Mg XI 1S 3P	500000.	0.843E-05	-0.379E-06	0.235E-05	-0.276E-05	0.380E-05	-0.538E-05
7.9 Å	750000.	0.714E-05	-0.352E-06	0.355E-05	-0.330E-05	0.553E-05	-0.659E-05
C=0.23E+17	1000000.	0.637E-05	-0.335E-06	0.444E-05	-0.354E-05	0.674E-05	-0.710E-05
	2000000.	0.486E-05	-0.299E-06	0.652E-05	-0.428E-05	0.922E-05	-0.868E-05
	3000000.	0.418E-05	-0.255E-06	0.795E-05	-0.473E-05	0.109E-04	-0.970E-05
	5000000.	0.347E-05	-0.202E-06	0.971E-05	-0.529E-05	0.134E-04	-0.108E-04
Mg XI 2S 2P	500000.	0.819E-01	-0.257E-02	0.984E-03	-0.425E-02	0.189E-02	-0.836E-02
1473.6 Å	750000.	0.681E-01	-0.247E-02	0.223E-02	-0.599E-02	0.429E-02	-0.119E-01
C=0.15E+23	1000000.	0.600E-01	-0.241E-02	0.339E-02	-0.734E-02	0.650E-02	-0.147E-01
	2000000.	0.446E-01	-0.231E-02	0.800E-02	-0.106E-01	0.144E-01	-0.214E-01
	3000000.	0.378E-01	-0.222E-02	0.122E-01	-0.128E-01	0.208E-01	-0.258E-01
	5000000.	0.309E-01	-0.191E-02	0.178E-01	-0.147E-01	0.283E-01	-0.298E-01
Mg XI 2S 3P	500000.	0.401E-03	-0.192E-04	0.107E-03	-0.126E-03	0.174E-03	-0.246E-03
52.7 Å	750000.	0.341E-03	-0.185E-04	0.162E-03	-0.151E-03	0.253E-03	-0.300E-03
C=0.11E+19	1000000.	0.304E-03	-0.176E-04	0.201E-03	-0.161E-03	0.307E-03	-0.323E-03
	2000000.	0.233E-03	-0.160E-04	0.298E-03	-0.196E-03	0.420E-03	-0.395E-03
	3000000.	0.201E-03	-0.140E-04	0.361E-03	-0.215E-03	0.498E-03	-0.440E-03
	5000000.	0.167E-03	-0.114E-04	0.447E-03	-0.242E-03	0.612E-03	-0.491E-03
Mg XI 3S 3P	500000.	4.89	-0.355	1.26	-1.49	2.15	-2.91
5065.9 Å	750000.	4.19	-0.347	1.89	-1.75	3.10	-3.49
C=0.98E+22	1000000.	3.77	-0.336	2.26	-1.89	3.57	-3.76
	2000000.	2.94	-0.308	3.34	-2.26	4.87	-4.60
	3000000.	2.55	-0.270	4.06	-2.48	5.77	-5.08
	5000000.	2.14	-0.222	5.06	-2.76	6.94	-5.64
Mg XI 2P 3S	500000.	0.254E-03	0.246E-04	0.404E-04	0.676E-04	0.791E-04	0.133E-03
55.2 Å	750000.	0.219E-03	0.244E-04	0.578E-04	0.830E-04	0.111E-03	0.166E-03
C=0.60E+19	1000000.	0.198E-03	0.239E-04	0.760E-04	0.940E-04	0.143E-03	0.188E-03
	2000000.	0.156E-03	0.222E-04	0.122E-03	0.113E-03	0.218E-03	0.230E-03
	3000000.	0.135E-03	0.198E-04	0.150E-03	0.125E-03	0.254E-03	0.256E-03
	5000000.	0.113E-03	0.166E-04	0.191E-03	0.142E-03	0.306E-03	0.288E-03
Mg XI 2P 4S	500000.	0.310E-03	0.432E-04	0.667E-04	0.952E-04	0.133E-03	0.185E-03
40.7 Å	750000.	0.270E-03	0.427E-04	0.971E-04	0.112E-03	0.191E-03	0.223E-03
C=0.32E+19	1000000.	0.246E-03	0.422E-04	0.112E-03	0.121E-03	0.220E-03	0.240E-03
	2000000.	0.197E-03	0.389E-04	0.156E-03	0.144E-03	0.291E-03	0.294E-03
	3000000.	0.173E-03	0.344E-04	0.186E-03	0.159E-03	0.338E-03	0.326E-03
	5000000.	0.147E-03	0.289E-04	0.231E-03	0.177E-03	0.397E-03	0.362E-03
Mg XI 2P 5S	500000.	0.748E-03	0.109E-03	*0.440E-03	*0.426E-03		
36.1 Å	750000.	0.660E-03	0.105E-03	*0.530E-03	*0.485E-03		
C=0.55E+18	1000000.	0.603E-03	0.979E-04	*0.601E-03	*0.520E-03		
	2000000.	0.481E-03	0.896E-04	*0.793E-03	*0.602E-03		
	3000000.	0.419E-03	0.789E-04	*0.928E-03	*0.659E-03		
	5000000.	0.350E-03	0.641E-04	0.113E-02	0.734E-03	*0.164E-02	*0.149E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...93D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Mg XI 3P 4S	500000.	0.754E-02	0.816E-03	0.196E-02	0.224E-02	*0.352E-02	*0.434E-02
160.3 Å	750000.	0.653E-02	0.803E-03	0.266E-02	0.252E-02	*0.466E-02	*0.500E-02
C=0.98E+19	1000000.	0.592E-02	0.788E-03	0.315E-02	0.273E-02	0.532E-02	0.544E-02
	2000000.	0.469E-02	0.723E-03	0.446E-02	0.326E-02	0.692E-02	0.662E-02
	3000000.	0.409E-02	0.637E-03	0.545E-02	0.360E-02	0.814E-02	0.734E-02
	5000000.	0.345E-02	0.530E-03	0.664E-02	0.391E-02	0.977E-02	0.813E-02
Mg XI 3P 5S	500000.	0.774E-02	0.102E-02	*0.409E-02	*0.388E-02		
106.7 Å	750000.	0.680E-02	0.978E-03	*0.494E-02	*0.441E-02		
C=0.43E+19	1000000.	0.620E-02	0.914E-03	*0.560E-02	*0.473E-02		
	2000000.	0.492E-02	0.836E-03	*0.757E-02	*0.554E-02		
	3000000.	0.428E-02	0.735E-03	*0.895E-02	*0.591E-02		
	5000000.	0.358E-02	0.597E-03	*0.110E-01	*0.658E-02		
Mg XI 2P 3D	500000.	0.270E-03	0.103E-04	0.691E-04	0.806E-04	0.105E-03	0.158E-03
54.7 Å	750000.	0.226E-03	0.999E-05	0.103E-03	0.994E-04	0.147E-03	0.198E-03
C=0.11E+19	1000000.	0.200E-03	0.924E-05	0.138E-03	0.111E-03	0.193E-03	0.223E-03
	2000000.	0.151E-03	0.930E-05	0.215E-03	0.134E-03	0.286E-03	0.271E-03
	3000000.	0.129E-03	0.857E-05	0.261E-03	0.148E-03	0.344E-03	0.300E-03
	5000000.	0.107E-03	0.718E-05	0.320E-03	0.167E-03	0.428E-03	0.340E-03
Mg XI 2S 2P	500000.	0.366E-01	-0.908E-03	0.291E-03	-0.134E-02	0.557E-03	-0.262E-02
1014.7 Å	750000.	0.304E-01	-0.101E-02	0.648E-03	-0.192E-02	0.125E-02	-0.383E-02
C=0.10E+23	1000000.	0.267E-01	-0.961E-03	0.106E-02	-0.238E-02	0.205E-02	-0.477E-02
	2000000.	0.197E-01	-0.932E-03	0.261E-02	-0.357E-02	0.495E-02	-0.722E-02
	3000000.	0.167E-01	-0.896E-03	0.376E-02	-0.435E-02	0.675E-02	-0.879E-02
	5000000.	0.136E-01	-0.807E-03	0.586E-02	-0.511E-02	0.990E-02	-0.104E-01
Mg XI 2S 3P	500000.	0.337E-03	0.219E-05	0.150E-04	0.194E-04	0.277E-04	0.381E-04
50.5 Å	750000.	0.285E-03	0.199E-05	0.247E-04	0.254E-04	0.436E-04	0.507E-04
C=0.39E+19	1000000.	0.253E-03	0.205E-05	0.312E-04	0.287E-04	0.527E-04	0.577E-04
	2000000.	0.193E-03	0.169E-05	0.566E-04	0.386E-04	0.861E-04	0.785E-04
	3000000.	0.166E-03	0.145E-05	0.724E-04	0.430E-04	0.102E-03	0.874E-04
	5000000.	0.139E-03	0.120E-05	0.963E-04	0.487E-04	0.123E-03	0.997E-04
Mg XI 3S 3P	500000.	2.36	-0.732E-01	0.966E-01	-0.138	0.178	-0.271
3688.7 Å	750000.	2.02	-0.735E-01	0.158	-0.174	0.279	-0.349
C=0.21E+23	1000000.	1.81	-0.716E-01	0.206	-0.201	0.340	-0.402
	2000000.	1.41	-0.703E-01	0.381	-0.258	0.551	-0.524
	3000000.	1.22	-0.629E-01	0.500	-0.287	0.651	-0.584
	5000000.	1.02	-0.525E-01	0.690	-0.329	0.797	-0.666
Mg XI 2P 3S	500000.	0.223E-03	0.207E-04	0.256E-04	0.490E-04	0.505E-04	0.964E-04
53.9 Å	750000.	0.192E-03	0.208E-04	0.382E-04	0.599E-04	0.747E-04	0.119E-03
C=0.79E+19	1000000.	0.173E-03	0.203E-04	0.506E-04	0.688E-04	0.970E-04	0.138E-03
	2000000.	0.136E-03	0.196E-04	0.854E-04	0.849E-04	0.157E-03	0.172E-03
	3000000.	0.118E-03	0.176E-04	0.106E-03	0.938E-04	0.187E-03	0.191E-03
	5000000.	0.986E-04	0.148E-04	0.136E-03	0.106E-03	0.226E-03	0.218E-03
Mg XI 2P 3D	500000.	0.236E-03	-0.296E-05	0.123E-04	-0.224E-04	0.228E-04	-0.441E-04
52.7 Å	750000.	0.197E-03	-0.268E-05	0.222E-04	-0.292E-04	0.393E-04	-0.584E-04
C=0.42E+19	1000000.	0.174E-03	-0.289E-05	0.286E-04	-0.331E-04	0.491E-04	-0.664E-04
	2000000.	0.130E-03	-0.180E-05	0.549E-04	-0.442E-04	0.862E-04	-0.897E-04
	3000000.	0.111E-03	-0.113E-05	0.703E-04	-0.491E-04	0.104E-03	-0.100E-03
	5000000.	0.917E-04	-0.771E-06	0.917E-04	-0.559E-04	0.127E-03	-0.113E-03
Mg XI 3P 3D	500000.	6.88	-0.123	0.499	-0.663	0.932	-1.30
6605.9 Å	750000.	5.82	-0.119	0.727	-0.808	1.29	-1.61
C=0.66E+23	1000000.	5.19	-0.121	0.961	-0.931	1.63	-1.86
	2000000.	3.98	-0.967E-01	1.64	-1.16	2.46	-2.35
	3000000.	3.44	-0.806E-01	2.09	-1.29	2.92	-2.61
	5000000.	2.89	-0.669E-01	2.77	-1.47	3.54	-2.97
PERTURBER DENSITY = 1.E+20cm-3							
Mg XI 1S 2P	500000.	0.250E-04	-0.270E-06	0.147E-06	-0.383E-06	0.276E-06	-0.722E-06
9.2 Å	750000.	0.205E-04	-0.178E-06	0.287E-06	-0.580E-06	0.541E-06	-0.112E-05
C=0.57E+19	1000000.	0.179E-04	-0.118E-06	0.450E-06	-0.761E-06	0.841E-06	-0.149E-05
	2000000.	0.129E-04	-0.104E-06	0.116E-05	-0.129E-05	0.204E-05	-0.258E-05
	3000000.	0.108E-04	-0.901E-07	0.171E-05	-0.157E-05	0.288E-05	-0.319E-05
	5000000.	0.862E-05	-0.421E-07	0.268E-05	-0.201E-05	0.421E-05	-0.408E-05

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...93D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Mg XI 1S 3P	500000.	0.827E-04	-0.203E-05	0.235E-04	-0.255E-04	*0.378E-04	-0.465E-04
7.9 Å	750000.	0.702E-04	-0.205E-05	0.355E-04	-0.313E-04	*0.553E-04	-0.592E-04
C=0.23E+18	1000000.	0.626E-04	-0.206E-05	0.444E-04	-0.345E-04	*0.675E-04	-0.660E-04
	2000000.	0.479E-04	-0.192E-05	0.652E-04	-0.426E-04	*0.923E-04	-0.844E-04
	3000000.	0.412E-04	-0.200E-05	0.795E-04	-0.471E-04	*0.109E-03	-0.966E-04
	5000000.	0.342E-04	-0.194E-05	0.971E-04	-0.529E-04	*0.134E-03	-0.108E-03
Mg XI 2S 2P	500000.	0.819	-0.236E-01	0.987E-02	-0.407E-01	0.188E-01	-0.768E-01
1473.6 Å	750000.	0.682	-0.234E-01	0.223E-01	-0.584E-01	0.429E-01	-0.113
C=0.15E+24	1000000.	0.600	-0.227E-01	0.339E-01	-0.726E-01	0.649E-01	-0.142
	2000000.	0.446	-0.222E-01	0.800E-01	-0.106	0.145	-0.212
	3000000.	0.378	-0.218E-01	0.122	-0.127	0.208	-0.258
	5000000.	0.309	-0.190E-01	0.178	-0.147	0.283	-0.298
Mg XI 2S 3P	500000.	0.394E-02	-0.113E-03	0.108E-02	-0.116E-02	*0.173E-02	-0.212E-02
52.7 Å	750000.	0.335E-02	-0.116E-03	0.162E-02	-0.143E-02	*0.253E-02	-0.269E-02
C=0.11E+20	1000000.	0.299E-02	-0.118E-03	0.201E-02	-0.157E-02	*0.308E-02	-0.300E-02
	2000000.	0.230E-02	-0.111E-03	0.298E-02	-0.195E-02	*0.421E-02	-0.383E-02
	3000000.	0.198E-02	-0.115E-03	0.361E-02	-0.214E-02	*0.498E-02	-0.439E-02
	5000000.	0.165E-02	-0.110E-03	0.447E-02	-0.242E-02	*0.612E-02	-0.489E-02
Mg XI 2P 3S	500000.	0.254E-02	0.206E-03	0.403E-03	0.632E-03	*0.791E-03	*0.118E-02
55.2 Å	750000.	0.219E-02	0.210E-03	0.579E-03	0.794E-03	*0.111E-02	*0.152E-02
C=0.60E+20	1000000.	0.198E-02	0.210E-03	0.760E-03	0.922E-03	*0.143E-02	*0.178E-02
	2000000.	0.156E-02	0.200E-03	0.122E-02	0.113E-02	*0.217E-02	*0.224E-02
	3000000.	0.135E-02	0.188E-03	0.150E-02	0.125E-02	*0.254E-02	*0.255E-02
	5000000.	0.113E-02	0.164E-03	0.191E-02	0.142E-02	0.306E-02	0.287E-02
Mg XI 2P 4S	500000.	0.309E-02	0.359E-03	0.670E-03	0.875E-03		
40.7 Å	750000.	0.270E-02	0.364E-03	0.971E-03	0.106E-02		
C=0.32E+20	1000000.	0.246E-02	0.369E-03	0.112E-02	0.117E-02		
	2000000.	0.197E-02	0.348E-03	0.156E-02	0.144E-02		
	3000000.	0.173E-02	0.325E-03	0.186E-02	0.158E-02	*0.338E-02	*0.325E-02
	5000000.	0.146E-02	0.286E-03	0.231E-02	0.177E-02	*0.397E-02	*0.360E-02
Mg XI 2P 5S	500000.	0.692E-02	0.505E-03				
36.1 Å	750000.	0.616E-02	0.541E-03				
C=0.55E+19	1000000.	0.565E-02	0.541E-03				
	2000000.	0.454E-02	0.533E-03				
	3000000.	0.397E-02	0.605E-03				
	5000000.	0.333E-02	0.615E-03				
Mg XI 3P 4S	500000.	0.747E-01	0.632E-02	*0.196E-01	*0.203E-01		
160.3 Å	750000.	0.648E-01	0.644E-02	*0.267E-01	*0.236E-01		
C=0.98E+20	1000000.	0.587E-01	0.653E-02	*0.315E-01	*0.264E-01		
	2000000.	0.465E-01	0.616E-02	*0.446E-01	*0.325E-01		
	3000000.	0.407E-01	0.584E-02	*0.545E-01	*0.359E-01		
	5000000.	0.343E-01	0.523E-02	*0.664E-01	*0.391E-01		
Mg XI 3P 5S	500000.	0.723E-01	0.474E-02				
106.7 Å	750000.	0.639E-01	0.508E-02				
C=0.43E+20	1000000.	0.584E-01	0.509E-02				
	2000000.	0.467E-01	0.499E-02				
	3000000.	0.408E-01	0.564E-02				
	5000000.	0.342E-01	0.572E-02				
Mg XI 2P 3D	500000.	0.265E-02	0.598E-04	0.689E-03	0.752E-03	*0.105E-02	*0.139E-02
54.7 Å	750000.	0.223E-02	0.628E-04	0.103E-02	0.950E-03	*0.147E-02	*0.180E-02
C=0.11E+20	1000000.	0.197E-02	0.597E-04	0.138E-02	0.109E-02	*0.193E-02	*0.210E-02
	2000000.	0.149E-02	0.655E-04	0.215E-02	0.133E-02	*0.287E-02	*0.264E-02
	3000000.	0.127E-02	0.719E-04	0.261E-02	0.147E-02	*0.344E-02	*0.299E-02
	5000000.	0.105E-02	0.697E-04	0.320E-02	0.167E-02	*0.428E-02	*0.339E-02
Mg XI 2S 2P	500000.	0.367	-0.868E-02	0.292E-02	-0.128E-01	0.554E-02	-0.241E-01
1014.7 Å	750000.	0.304	-0.962E-02	0.648E-02	-0.188E-01	0.125E-01	-0.363E-01
C=0.10E+24	1000000.	0.267	-0.922E-02	0.106E-01	-0.236E-01	0.205E-01	-0.463E-01
	2000000.	0.197	-0.903E-02	0.261E-01	-0.356E-01	0.495E-01	-0.716E-01
	3000000.	0.167	-0.882E-02	0.376E-01	-0.435E-01	0.675E-01	-0.878E-01
	5000000.	0.136	-0.805E-02	0.586E-01	-0.511E-01	0.990E-01	-0.104

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...93D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Mg XI 2S 3P	500000.	0.337E-02	0.124E-04	0.150E-03	0.184E-03	0.275E-03	0.346E-03
50.5 Å	750000.	0.284E-02	0.117E-04	0.246E-03	0.245E-03	0.435E-03	0.474E-03
C=0.39E+20	1000000.	0.253E-02	0.135E-04	0.312E-03	0.283E-03	0.527E-03	0.552E-03
	2000000.	0.193E-02	0.114E-04	0.566E-03	0.385E-03	0.860E-03	0.772E-03
	3000000.	0.166E-02	0.119E-04	0.724E-03	0.429E-03	0.102E-02	0.873E-03
	5000000.	0.139E-02	0.117E-04	0.963E-03	0.487E-03	0.123E-02	0.995E-03
Mg XI 2P 3S	500000.	0.223E-02	0.181E-03	0.257E-03	0.462E-03	0.503E-03	0.864E-03
53.9 Å	750000.	0.192E-02	0.186E-03	0.382E-03	0.576E-03	0.747E-03	0.110E-02
C=0.79E+20	1000000.	0.173E-02	0.183E-03	0.506E-03	0.676E-03	0.968E-03	0.131E-02
	2000000.	0.136E-02	0.181E-03	0.854E-03	0.847E-03	0.158E-02	0.169E-02
	3000000.	0.118E-02	0.169E-03	0.106E-02	0.936E-03	0.187E-02	0.191E-02
	5000000.	0.986E-03	0.147E-03	0.136E-02	0.106E-02	0.226E-02	0.217E-02
Mg XI 2P 3D	500000.	0.236E-02	-0.179E-04	0.123E-03	-0.213E-03	0.227E-03	-0.400E-03
52.7 Å	750000.	0.197E-02	-0.171E-04	0.222E-03	-0.283E-03	0.393E-03	-0.546E-03
C=0.42E+20	1000000.	0.174E-02	-0.208E-04	0.287E-03	-0.327E-03	0.491E-03	-0.636E-03
	2000000.	0.130E-02	-0.119E-04	0.549E-03	-0.441E-03	0.862E-03	-0.883E-03
	3000000.	0.111E-02	-0.812E-05	0.703E-03	-0.490E-03	0.104E-02	-0.998E-03
	5000000.	0.917E-03	-0.730E-05	0.917E-03	-0.559E-03	0.127E-02	-0.113E-02
PERTURBER DENSITY = 1.E+21cm-3							
Mg XI 1S 2P	500000.	0.250E-03	-0.212E-05	0.145E-05	-0.340E-05	0.266E-05	-0.568E-05
9.2 Å	750000.	0.205E-03	-0.125E-05	0.286E-05	-0.540E-05	0.535E-05	-0.985E-05
C=0.57E+20	1000000.	0.179E-03	-0.802E-06	0.450E-05	-0.722E-05	0.837E-05	-0.136E-04
	2000000.	0.129E-03	-0.750E-06	0.116E-04	-0.128E-04	0.204E-04	-0.249E-04
	3000000.	0.108E-03	-0.660E-06	0.171E-04	-0.156E-04	0.288E-04	-0.314E-04
	5000000.	0.862E-04	-0.311E-06	0.268E-04	-0.201E-04	0.421E-04	-0.408E-04
Mg XI 1S 3P	500000.	0.770E-03	0.284E-05				
7.9 Å	750000.	0.656E-03	-0.131E-05				
C=0.23E+19	1000000.	0.587E-03	-0.409E-05				
	2000000.	0.452E-03	-0.591E-05				
	3000000.	0.390E-03	-0.617E-05				
	5000000.	0.326E-03	-0.108E-04				
Mg XI 2S 2P	500000.	8.19	-0.178	0.981E-01	-0.359	0.186	-0.598
1473.6 Å	750000.	6.82	-0.186	0.222	-0.539	0.428	-0.980
C=0.15E+25	1000000.	6.00	-0.188	0.339	-0.683	0.649	-1.27
	2000000.	4.46	-0.192	0.801	-1.04	1.44	-2.02
	3000000.	3.78	-0.192	1.22	-1.26	2.08	-2.52
	5000000.	3.09	-0.179	1.78	-1.46	2.83	-2.97
Mg XI 2S 3P	500000.	0.368E-01	-0.295E-04				
52.7 Å	750000.	0.315E-01	-0.256E-03				
C=0.11E+21	1000000.	0.282E-01	-0.397E-03				
	2000000.	0.218E-01	-0.487E-03				
	3000000.	0.188E-01	-0.501E-03				
	5000000.	0.158E-01	-0.703E-03				
Mg XI 2P 3S	500000.	0.246E-01	0.735E-03	*0.403E-02	*0.528E-02		
55.2 Å	750000.	0.213E-01	0.103E-02	*0.577E-02	*0.697E-02		
C=0.60E+21	1000000.	0.193E-01	0.120E-02	*0.758E-02	*0.825E-02		
	2000000.	0.152E-01	0.133E-02	*0.121E-01	*0.109E-01		
	3000000.	0.132E-01	0.127E-02	*0.150E-01	*0.122E-01		
	5000000.	0.111E-01	0.136E-02	*0.191E-01	*0.142E-01		
Mg XI 2P 4S	500000.	0.295E-01	0.118E-02				
40.7 Å	750000.	0.259E-01	0.171E-02				
C=0.32E+21	1000000.	0.237E-01	0.206E-02				
	2000000.	0.191E-01	0.227E-02				
	3000000.	0.168E-01	0.215E-02				
	5000000.	0.142E-01	0.235E-02				
Mg XI 2P 5S	500000.	0.485E-01	-0.149E-02				
36.1 Å	750000.	0.451E-01	-0.595E-04				
C=0.55E+20	1000000.	0.424E-01	0.657E-03				
	2000000.	0.356E-01	0.141E-02				
	3000000.	0.318E-01	0.179E-02				
	5000000.	0.272E-01	0.333E-02				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...93D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Mg XI 3P 4S	500000.	0.702	0.164E-01				
160.3 Å	750000.	0.612	0.266E-01				
C=0.98E+21	1000000.	0.556	0.334E-01				
	2000000.	0.444	0.374E-01				
	3000000.	0.389	0.356E-01				
	5000000.	0.330	0.408E-01				
Mg XI 3P 5S	500000.	0.531	-0.139E-01				
106.7 Å	750000.	0.487	-0.447E-03				
C=0.43E+21	1000000.	0.454	0.638E-02				
	2000000.	0.377	0.133E-01				
	3000000.	0.335	0.167E-01				
	5000000.	0.286	0.310E-01				
Mg XI 2P 3D	500000.	0.250E-01	0.137E-03				
54.7 Å	750000.	0.211E-01	0.243E-03				
C=0.11E+21	1000000.	0.187E-01	0.262E-03				
	2000000.	0.142E-01	0.378E-03				
	3000000.	0.121E-01	0.412E-03				
	5000000.	0.101E-01	0.492E-03	*0.320E-01	*0.166E-01		
Mg XI 2S 2P	500000.	3.67	-0.690E-01	0.290E-01	-0.113	0.544E-01	-0.189
1014.7 Å	750000.	3.04	-0.823E-01	0.648E-01	-0.174	0.124	-0.316
C=0.10E+25	1000000.	2.67	-0.802E-01	0.105	-0.223	0.205	-0.417
	2000000.	1.97	-0.811E-01	0.261	-0.351	0.495	-0.684
	3000000.	1.67	-0.803E-01	0.377	-0.430	0.674	-0.860
	5000000.	1.36	-0.769E-01	0.586	-0.510	0.990	-1.04
Mg XI 2S 3P	500000.	0.331E-01	-0.137E-03	0.149E-02	0.159E-02	*0.264E-02	*0.258E-02
50.5 Å	750000.	0.280E-01	-0.874E-04	0.245E-02	0.223E-02	*0.429E-02	*0.395E-02
C=0.39E+21	1000000.	0.249E-01	-0.380E-04	0.311E-02	0.261E-02	*0.522E-02	*0.476E-02
	2000000.	0.191E-01	-0.169E-04	0.565E-02	0.376E-02	*0.859E-02	*0.719E-02
	3000000.	0.164E-01	-0.101E-04	0.723E-02	0.422E-02	*0.102E-01	*0.842E-02
	5000000.	0.137E-01	0.506E-04	0.963E-02	0.486E-02	*0.123E-01	*0.991E-02
Mg XI 2P 3S	500000.	0.220E-01	0.886E-03	*0.257E-02	*0.391E-02		
53.9 Å	750000.	0.189E-01	0.112E-02	*0.382E-02	*0.510E-02		
C=0.79E+21	1000000.	0.171E-01	0.121E-02	*0.504E-02	*0.611E-02		
	2000000.	0.134E-01	0.135E-02	*0.855E-02	*0.820E-02		
	3000000.	0.117E-01	0.128E-02	*0.106E-01	*0.913E-02		
	5000000.	0.977E-02	0.129E-02	*0.136E-01	*0.106E-01		
Mg XI 2P 3D	500000.	0.233E-01	0.153E-03	0.123E-02	-0.184E-02	*0.222E-02	-0.297E-02
52.7 Å	750000.	0.194E-01	0.971E-04	0.222E-02	-0.256E-02	*0.390E-02	-0.454E-02
C=0.42E+21	1000000.	0.172E-01	0.191E-04	0.286E-02	-0.300E-02	*0.488E-02	-0.546E-02
	2000000.	0.129E-01	0.518E-04	0.548E-02	-0.429E-02	*0.861E-02	-0.821E-02
	3000000.	0.110E-01	0.757E-04	0.703E-02	-0.481E-02	*0.104E-01	-0.963E-02
	5000000.	0.908E-02	0.364E-05	0.917E-02	-0.557E-02	*0.127E-01	-0.113E-01
PERTURBER DENSITY = 1.E+22cm-3							
Mg XI 1S 2P	500000.	0.248E-02	-0.168E-05	0.129E-04	-0.224E-04	*0.198E-04	-0.257E-04
9.2 Å	750000.	0.204E-02	0.338E-05	0.278E-04	-0.439E-04	*0.466E-04	-0.617E-04
C=0.57E+21	1000000.	0.178E-02	0.395E-05	0.445E-04	-0.628E-04	*0.800E-04	-0.101E-03
	2000000.	0.129E-02	0.913E-06	0.116E-03	-0.119E-03	*0.202E-03	-0.219E-03
	3000000.	0.107E-02	0.170E-06	0.171E-03	-0.150E-03	0.287E-03	-0.285E-03
	5000000.	0.860E-03	0.297E-05	0.268E-03	-0.198E-03	0.420E-03	-0.385E-03
Mg XI 1S 3P	500000.	*0.673E-02	*0.173E-03				
7.9 Å	750000.	0.577E-02	0.119E-03				
C=0.23E+20	1000000.	0.519E-02	0.837E-04				
	2000000.	0.404E-02	0.383E-04				
	3000000.	0.351E-02	0.226E-04				
	5000000.	0.296E-02	0.107E-04				
Mg XI 2S 3P	500000.	*0.324	*0.829E-02				
52.7 Å	750000.	0.278	0.494E-02				
C=0.11E+22	1000000.	0.251	0.297E-02				
	2000000.	0.196	0.417E-03				
	3000000.	0.170	-0.477E-03				
	5000000.	0.144	-0.104E-02				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...93D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Mg XI 2P 3S	500000.	0.196	-0.124E-01				
55.2 Å	750000.	0.175	-0.590E-02				
C=0.60E+22	1000000.	0.161	-0.270E-02				
	2000000.	0.131	0.288E-02				
	3000000.	0.115	0.418E-02				
	5000000.	0.979E-01	0.458E-02				
Mg XI 2P 4S	500000.	*0.203	-0.227E-01				
40.7 Å	750000.	0.189	-0.113E-01				
C=0.32E+22	1000000.	0.179	-0.531E-02				
	2000000.	0.152	0.427E-02				
	3000000.	0.137	0.641E-02				
	5000000.	0.119	0.740E-02				
Mg XI 2P 5S	500000.	*0.219	-0.298E-01				
36.1 Å	750000.	*0.227	-0.184E-01				
C=0.55E+21	1000000.	*0.228	-0.115E-01				
	2000000.	0.216	-0.222E-02				
	3000000.	0.203	0.247E-02				
	5000000.	0.184	0.573E-02				
Mg XI 3P 4S	500000.	*5.19	-0.425				
160.3 Å	750000.	*4.71	-0.224				
C=0.98E+22	1000000.	*4.38	-0.116				
	2000000.	3.65	0.504E-01				
	3000000.	3.25	0.898E-01				
	5000000.	2.81	0.111				
Mg XI 3P 5S	500000.	*2.82	-0.293				
106.7 Å	750000.	*2.77	-0.182				
C=0.43E+22	1000000.	*2.70	-0.116				
	2000000.	2.46	-0.264E-01				
	3000000.	2.28	0.174E-01				
	5000000.	2.03	0.484E-01				
Mg XI 2P 3D	500000.	0.232	-0.542E-03				
54.7 Å	750000.	0.195	0.568E-03				
C=0.11E+22	1000000.	0.173	0.848E-03				
	2000000.	0.132	0.228E-02				
	3000000.	0.113	0.277E-02				
	5000000.	0.944E-01	0.274E-02				
Mg XI 2S 3P	500000.	*0.300	-0.706E-03				
50.5 Å	750000.	0.256	-0.816E-03				
C=0.39E+22	1000000.	0.230	-0.685E-03				
	2000000.	0.177	-0.499E-03				
	3000000.	0.154	-0.371E-03				
	5000000.	0.129	-0.211E-03				
Mg XI 2P 3S	500000.	0.185	-0.103E-01				
53.9 Å	750000.	0.164	-0.412E-02				
C=0.79E+22	1000000.	0.150	-0.113E-02				
	2000000.	0.120	0.421E-02				
	3000000.	0.105	0.521E-02				
	5000000.	0.892E-01	0.531E-02				
Mg XI 2P 3D	500000.	0.219	0.444E-02				
52.7 Å	750000.	0.184	0.360E-02				
C=0.42E+22	1000000.	0.163	0.267E-02				
	2000000.	0.123	0.233E-02				
	3000000.	0.105	0.225E-02				
	5000000.	0.871E-01	0.184E-02				
PERTURBER DENSITY = 1.E+23cm-3							
Mg XI 1S 2P	500000.	*0.239E-01	0.182E-03	*0.661E-04	-0.613E-04		
9.2 Å	750000.	0.198E-01	0.230E-03	*0.223E-03	-0.219E-03		
C=0.57E+22	1000000.	0.173E-01	0.224E-03	*0.387E-03	-0.380E-03		
	2000000.	0.126E-01	0.143E-03	*0.114E-02	-0.980E-03		
	3000000.	0.105E-01	0.113E-03	*0.170E-02	-0.131E-02		
	5000000.	0.841E-02	0.117E-03	0.268E-02	-0.181E-02		

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...93D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Mg XI 1S 3P	500000.						
7.9 Å	750000.	*0.495E-01	*0.105E-02				
C=0.23E+21	1000000.	*0.444E-01	*0.865E-03				
	2000000.	*0.347E-01	*0.630E-03				
	3000000.	0.303E-01	0.506E-03				
	5000000.	0.259E-01	0.394E-03				
Mg XI 2S 3P	500000.						
52.7 Å	750000.						
C=0.11E+23	1000000.	*2.12	*0.523E-01				
	2000000.	*1.67	*0.308E-01				
	3000000.	1.46	0.205E-01				
	5000000.	1.25	0.125E-01				
Mg XI 2P 3S	500000.	*1.23	-0.144				
55.2 Å	750000.	*1.13	-0.106				
C=0.60E+23	1000000.	*1.07	-0.812E-01				
	2000000.	0.921	-0.307E-01				
	3000000.	0.839	-0.110E-01				
	5000000.	0.738	-0.149E-03				
Mg XI 2P 4S	500000.	*0.761	-0.254				
40.7 Å	750000.	*0.803	-0.188				
C=0.32E+23	1000000.	*0.824	-0.142				
	2000000.	*0.833	-0.573E-01				
	3000000.	0.809	-0.251E-01				
	5000000.	0.756	-0.442E-02				
Mg XI 2P 3D	500000.						
54.7 Å	750000.	*1.81	-0.121E-01				
C=0.11E+23	1000000.	*1.60	-0.773E-02				
	2000000.	1.21	0.987E-02				
	3000000.	1.04	0.158E-01				
	5000000.	0.875	0.173E-01				
Mg XI 2S 3P	500000.						
50.5 Å	750000.						
C=0.39E+23	1000000.	*1.94	*0.140E-01				
	2000000.	*1.53	*0.916E-02				
	3000000.	1.33	0.739E-02				
	5000000.	1.13	0.499E-02				
Mg XI 2P 3S	500000.	*1.17	-0.153				
53.9 Å	750000.	*1.08	-0.111				
C=0.79E+23	1000000.	*1.01	-0.829E-01				
	2000000.	0.869	-0.283E-01				
	3000000.	0.787	-0.882E-02				
	5000000.	0.688	0.339E-02				
Mg XI 2P 3D	500000.						
52.7 Å	750000.	*1.69	*0.183E-01				
C=0.42E+23	1000000.	*1.49	*0.158E-01				
	2000000.	1.13	0.207E-01				
	3000000.	0.970	0.214E-01				
	5000000.	0.811	0.192E-01				
PERTURBER DENSITY = 1.E+24cm-3							
Mg XI 1S 2P	500000.						
9.2 Å	750000.						
C=0.57E+23	1000000.	*0.165	*0.963E-03				
	2000000.	*0.120	*0.118E-02				
	3000000.	0.100	0.117E-02				
	5000000.	0.804E-01	0.134E-02				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.157...93D

Mg XI multiplets are shown in Table 2, for perturber densities $10^{18} - 10^{24}$ cm^{-3}, and temperatures T = 500,000 – 5,000,000 K. The complete set of data is given for the perturber density of 10^{19}cm^{-3} in both cases. For lower perturber densities, only data needed for better interpolation are given. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, or for transitions not tabulated for perturber densities lower than 10^{19} cm^{-3}, are linear with perturber density. The parameter c (Dimitrijević and Sahal–Bréchot 1984) gives an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated when divided by the corresponding full width at half maximum. For each value given in Tables 1 and 2, the collision volume (V) multiplied by the perturber density (N) is much less than one, and the impact approximation is valid (Sahal–Bréchot 1969ab). Values for NV > 0.5 are not given and values for $0.1 <$ NV ≤ 0.5 are denoted by an asterisk. When the impact approximation is not valid, the ion broadening contribution may be estimated by using quasistatic approach (Sahal–Bréchot 1991 or Griem 1974). In the region between where neither of these two approximations is valid, a unified type theory should be used. For example in Barnard et al. (1974) a simple analytical formula for such a case is given. The accuracy of the results obtained decreases when broadening by ion interactions becomes important.

We hope that the present results might be useful for a number of problems in stellar and laboratory plasma research, modeling and diagnostic.

Acknowledgements – This work is a part of the project "Astrometrical, Astrodynamical and Astrophysical investigations", supported by Ministry of Science and Technology of Serbia.

REFERENCES

Barnard, A.J., Cooper, J., Smith, E.W., 1974, J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer **14**, 1025.
Dimitrijević, M. S.: 1996, *Zh. Prikl. Spektrosk.* **63**, 810.
Dimitrijević, M. S., and Sahal–Bréchot, S.: 1984, *J. Quant Spectrosc. Radiative Transfer* **31**, 301.
Dimitrijević M.S., Sahal–Bréchot, S.: 1995, *Physica Scripta*, **52**, 41.
Dimitrijević, M. S., and Sahal–Bréchot, S.: 1998a, *Bull. Astron. Belgrade*, **157** in press.
Dimitrijević, M. S., and Sahal–Bréchot, S.: 1998b, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, submitted.
Dimitrijević, M.S., Sahal–Bréchot, S., Bommier, V.: 1991, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **89**, 581.
Fleurier, C., Sahal–Bréchot, S., Chapelle, J.: 1977, *J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer*, **17**, 595.
Griem, H. R.: 1974, *Spectral Line Broadening by Plasmas*, Academic Press, New York.
Isler, R. C. Jupen, C., Martinson, I.: 1993, *Physica Scripta*, **47**, 32.
Martin, W. C., Zalubas, R.: 1980, *J. Phys. Chem. Reference Data*, **9**, 1.
Sahal–Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.* **1**, 91.
Sahal–Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.* **2**, 322.
Sahal–Bréchot, S.: 1974, *Astron. Astrophys.* **35**, 321.
Sahal–Bréchot, S.: 1991, *Astron. Astrophys.* **245**, 322.

ТАБЕЛЕ ПАРАМЕТАРА ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА O VII И Mg XI

M. С. Димитријевић[1] и S. Sahal–Bréchot[2]

[1] *Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд 74, Југославија*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris-Meudon, 92190 Meudon, France

УДК 52–355.3
Претходно саопштење

Користећи семикласичан прилаз, израчунате су ширине и помераји спектралних линија, проузроковани сударима са електронима, протонима и двоструко наелектрисаним јонима хелијума, за 14 мултиплета O VII и 18 мултиплета Mg XI. Резултати су дати у функцији температуре и концентрације пертурбера.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..103D

Serb. Astron. J. № 158 (1998), 103 – 122

UDC 52–355.3
Preliminary report

STARK BROADENING PARAMETER TABLES FOR K VIII AND K IX

M. S. Dimitrijević[1] and S. Sahal–Bréchot[2]

[1] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade-74, Yugoslavia*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris–Meudon, 92190 Meudon, France

(Received: May 25, 1998)

SUMMARY: Using a semiclassical approach, we have calculated electron–, proton–, and He III–impact line widths and shifts for 4 K VIII and 30 K IX multiplets as a function of temperature and perturber density.

1. INTRODUCTION

Potassium lines are of astrophysical interest since they are present in Solar (Moore *et al.* 1966) and stellar spectra (Merrill, 1956). For example potassium has been found in SN 1987 A ejecta (Trimble, 1991). As the potassium is a product of alpha processes - neutron capture on slow time scale, the data on the spectral line broadening parameters of this element in various ionization stages are of interest for the considering and modelling of subphotospheric layers (Seaton, 1987). Such data are as well of interest for the fusion plasmas and laser-produced plasmas research and for the investigation of soft X-ray lasers (see e.g. Griem and Moreno, 1990; Fill and Schöning, 1994).

As a continuation of our efforts to provide an as much as possible large set of reliable Stark broadening data needed for the consideration and modelling of astrophysical and laboratory plasmas as well as laser produced and fusion plasmas, we have calculated within the semiclassical-perturbation formalism (Sahal–Bréchot, 1969ab, see also Sahal–Bréchot, 1974, Fleurier *et al.* 1977, Dimitrijević and Sahal–Bréchot, 1984, Dimitrijević *et al.* 1991, Dimitrijević and Sahal–Bréchot, 1995) electron-, proton-, and He III-impact line widths and shifts for 4 K VIII and 30 K IX multiplets. The used formalism has been reviewed briefly in Dimitrijević and Sahal–Bréchot, 1995.

2. RESULTS AND DISCUSSION

All relevant details concerning the obtained results and the calculation procedure will be published in Dimitrijević and Sahal–Bréchot, 1998. Here, we present only tables of Stark broadening parameters. Atomic energy levels needed for calculations have been taken from Bashkin and Stoner (1978). Our results for 4 K VIII and 30 K IX multiplets are shown in Tables 1 and 2, for perturber densities $10^{18} - 10^{22}$ cm^{-3}. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. We also specify a parameter C (Dimitrijević and Sahal–Bréchot 1984), which gives an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated when it is

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..103D

Table 1. This table shows electron-, proton-, and He III- impact broadening parameters for K VIII for perturber densities of $10^{18} - 10^{22}$ cm^{-3} and temperatures from 200,000 up to 3,000,000 K. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given in the Table. By dividing C by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević *et al.* 1991), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for validity of the impact approximation) lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBER DENSITY = 1.E+18cm^{-3}

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
K VIII 3S 3P	200000.	0.445E-02	-0.434E-04	0.673E-04	-0.271E-04	0.131E-03	-0.532E-04
519.4 Å	500000.	0.291E-02	-0.476E-04	0.168E-03	-0.620E-04	0.330E-03	-0.124E-03
C = 0.52E+21	1000000.	0.218E-02	-0.553E-04	0.250E-03	-0.969E-04	0.495E-03	-0.195E-03
	1500000.	0.187E-02	-0.517E-04	0.297E-03	-0.118E-03	0.591E-03	-0.237E-03
	2000000.	0.169E-02	-0.507E-04	0.316E-03	-0.133E-03	0.629E-03	-0.269E-03
	3000000.	0.148E-02	-0.490E-04	0.345E-03	-0.149E-03	0.686E-03	-0.301E-03
K VIII 3P 4S	200000.	0.141E-02	0.939E-04	0.463E-04	0.983E-04	0.918E-04	0.193E-03
221.3 Å	500000.	0.983E-03	0.111E-03	0.120E-03	0.158E-03	0.238E-03	0.318E-03
C = 0.25E+20	1000000.	0.772E-03	0.106E-03	0.185E-03	0.195E-03	0.372E-03	0.393E-03
	1500000.	0.677E-03	0.102E-03	0.219E-03	0.215E-03	0.437E-03	0.437E-03
	2000000.	0.620E-03	0.990E-04	0.244E-03	0.233E-03	0.476E-03	0.470E-03
	3000000.	0.549E-03	0.890E-04	0.284E-03	0.256E-03	0.547E-03	0.520E-03
K VIII 3P 5S	200000.	0.135E-02	0.196E-03	0.142E-03	0.206E-03	0.286E-03	0.403E-03
142.8 Å	500000.	0.985E-03	0.185E-03	0.264E-03	0.278E-03	0.530E-03	0.564E-03
C = 0.41E+19	1000000.	0.794E-03	0.175E-03	0.342E-03	0.332E-03	0.683E-03	0.674E-03
	1500000.	0.703E-03	0.160E-03	0.391E-03	0.369E-03	0.767E-03	0.739E-03
	2000000.	0.646E-03	0.147E-03	0.430E-03	0.391E-03	0.824E-03	0.781E-03
	3000000.	0.573E-03	0.127E-03	0.508E-03	0.418E-03	0.964E-03	0.853E-03
K VIII 3P 3D	200000.	0.391E-02	0.538E-04	0.983E-04	0.233E-04	0.191E-03	0.458E-04
441.4 Å	500000.	0.255E-02	0.661E-04	0.212E-03	0.524E-04	0.419E-03	0.105E-03
C = 0.38E+21	1000000.	0.192E-02	0.758E-04	0.298E-03	0.801E-04	0.590E-03	0.162E-03
	1500000.	0.166E-02	0.800E-04	0.329E-03	0.973E-04	0.657E-03	0.196E-03
	2000000.	0.150E-02	0.769E-04	0.350E-03	0.110E-03	0.697E-03	0.222E-03
	3000000.	0.133E-02	0.753E-04	0.376E-03	0.122E-03	0.750E-03	0.247E-03

PERTURBER DENSITY = 1.E+19cm^{-3}

K VIII 3S 3P	200000.	0.445E-01	-0.444E-03	0.672E-03	-0.262E-03	0.130E-02	-0.496E-03
519.4 Å	500000.	0.291E-01	-0.466E-03	0.168E-02	-0.616E-03	0.330E-02	-0.123E-02
C = 0.52E+22	1000000.	0.218E-01	-0.551E-03	0.250E-02	-0.969E-03	0.495E-02	-0.195E-02
	1500000.	0.187E-01	-0.517E-03	0.297E-02	-0.118E-02	0.591E-02	-0.237E-02
	2000000.	0.169E-01	-0.506E-03	0.316E-02	-0.133E-02	0.629E-02	-0.268E-02
	3000000.	0.148E-01	-0.490E-03	0.345E-02	-0.149E-02	0.686E-02	-0.301E-02
K VIII 3P 4S	200000.	0.141E-01	0.903E-03	0.464E-03	0.945E-03	0.916E-03	0.177E-02
221.3 Å	500000.	0.983E-02	0.108E-02	0.120E-02	0.156E-02	0.238E-02	0.311E-02
C = 0.25E+21	1000000.	0.772E-02	0.104E-02	0.185E-02	0.194E-02	0.372E-02	0.392E-02
	1500000.	0.677E-02	0.102E-02	0.219E-02	0.215E-02	0.437E-02	0.436E-02
	2000000.	0.620E-02	0.989E-03	0.244E-02	0.233E-02	0.476E-02	0.469E-02
	3000000.	0.549E-02	0.888E-03	0.284E-02	0.256E-02	0.547E-02	0.520E-02
K VIII 3P 5S	200000.	0.135E-01	0.183E-02	0.142E-02	0.194E-02	*0.286E-02	*0.352E-02
142.8 Å	500000.	0.985E-02	0.174E-02	0.264E-02	0.273E-02	*0.530E-02	*0.542E-02
C = 0.41E+20	1000000.	0.794E-02	0.171E-02	0.342E-02	0.331E-02	*0.683E-02	*0.671E-02
	1500000.	0.703E-02	0.159E-02	0.391E-02	0.368E-02	*0.767E-02	*0.735E-02
	2000000.	0.646E-02	0.146E-02	0.430E-02	0.391E-02	*0.824E-02	*0.778E-02
	3000000.	0.573E-02	0.127E-02	0.508E-02	0.418E-02	*0.964E-02	*0.853E-02
K VIII 3P 3D	200000.	0.391E-01	0.513E-03	0.982E-03	0.226E-03	0.190E-02	0.427E-03
441.4 Å	500000.	0.255E-01	0.658E-03	0.212E-02	0.521E-03	0.419E-02	0.104E-02
C = 0.38E+22	1000000.	0.192E-01	0.754E-03	0.298E-02	0.801E-03	0.590E-02	0.161E-02
	1500000.	0.166E-01	0.803E-03	0.329E-02	0.973E-03	0.657E-02	0.196E-02
	2000000.	0.150E-01	0.768E-03	0.350E-02	0.110E-02	0.696E-02	0.222E-02
	3000000.	0.133E-01	0.752E-03	0.376E-02	0.122E-02	0.750E-02	0.247E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..103D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
PERTURBER DENSITY = 1.E+20cm^{-3}							
K VIII 3S 3P	200000.	0.445	-0.424E-02	0.665E-02	-0.234E-02	0.126E-01	-0.402E-02
519.4 Å	500000.	0.291	-0.450E-02	0.168E-01	-0.598E-02	0.328E-01	-0.115E-01
C = 0.52E+23	1000000.	0.218	-0.535E-02	0.250E-01	-0.960E-02	0.494E-01	-0.192E-01
	1500000.	0.187	-0.504E-02	0.297E-01	-0.117E-01	0.591E-01	-0.234E-01
	2000000.	0.169	-0.501E-02	0.315E-01	-0.133E-01	0.629E-01	-0.268E-01
	3000000.	0.148	-0.486E-02	0.345E-01	-0.149E-01	0.686E-01	-0.300E-01
K VIII 3P 4S	200000.	0.141	0.771E-02	0.462E-02	0.822E-02	*0.905E-02	*0.136E-01
221.3 Å	500000.	0.983E-01	0.100E-01	0.119E-01	0.148E-01	*0.239E-01	*0.275E-01
C = 0.25E+22	1000000.	0.772E-01	0.979E-02	0.185E-01	0.190E-01	*0.373E-01	*0.377E-01
	1500000.	0.677E-01	0.964E-02	0.219E-01	0.215E-01	*0.437E-01	*0.423E-01
	2000000.	0.620E-01	0.961E-02	0.244E-01	0.232E-01	*0.476E-01	*0.467E-01
	3000000.	0.549E-01	0.866E-02	0.284E-01	0.256E-01	*0.547E-01	*0.518E-01
K VIII 3P 5S	200000.	0.135	0.140E-01	*0.142E-01	*0.156E-01		
142.8 Å	500000.	0.985E-01	0.148E-01	*0.264E-01	*0.250E-01		
C = 0.41E+21	1000000.	0.793E-01	0.150E-01	*0.343E-01	*0.320E-01		
	1500000.	0.703E-01	0.142E-01	*0.391E-01	*0.366E-01		
	2000000.	0.645E-01	0.137E-01	*0.430E-01	*0.388E-01		
	3000000.	0.572E-01	0.120E-01	*0.508E-01	*0.416E-01		
K VIII 3P 3D	200000.	0.391	0.482E-02	0.970E-02	0.202E-02	0.183E-01	0.346E-02
441.4 Å	500000.	0.255	0.637E-02	0.212E-01	0.506E-02	0.417E-01	0.969E-02
C = 0.38E+23	1000000.	0.192	0.749E-02	0.298E-01	0.793E-02	0.590E-01	0.158E-01
	1500000.	0.166	0.790E-02	0.329E-01	0.972E-02	0.657E-01	0.194E-01
	2000000.	0.150	0.764E-02	0.350E-01	0.110E-01	0.696E-01	0.222E-01
	3000000.	0.133	0.749E-02	0.376E-01	0.122E-01	0.749E-01	0.246E-01
PERTURBER DENSITY = 1.E+21cm^{-3}							
K VIII 3S 3P	200000.	4.45	-0.314E-01	0.600E-01	-0.165E-01	*0.929E-01	-0.203E-01
519.4 Å	500000.	2.91	-0.392E-01	0.166	-0.542E-01	*0.317	-0.953E-01
C = 0.52E+24	1000000.	2.18	-0.493E-01	0.250	-0.921E-01	*0.489	-0.173
	1500000.	1.87	-0.469E-01	0.297	-0.115	*0.588	-0.221
	2000000.	1.69	-0.467E-01	0.315	-0.131	*0.627	-0.255
	3000000.	1.48	-0.462E-01	0.344	-0.148	*0.685	-0.294
K VIII 3P 4S	200000.	1.41	0.276E-01	*0.444E-01	*0.512E-01		
221.3 Å	500000.	0.981	0.716E-01	*0.119	*0.123		
C = 0.25E+23	1000000.	0.771	0.777E-01	*0.184	*0.173		
	1500000.	0.677	0.799E-01	*0.219	*0.205		
	2000000.	0.619	0.805E-01	*0.245	*0.224		
	3000000.	0.548	0.759E-01	*0.284	*0.255		
K VIII 3P 5S	200000.	*1.25	-0.141E-01				
142.8 Å	500000.	0.936	0.606E-01				
C = 0.41E+22	1000000.	0.760	0.888E-01				
	1500000.	0.676	0.898E-01				
	2000000.	0.622	0.872E-01				
	3000000.	0.553	0.842E-01				
K VIII 3P 3D	200000.	3.91	0.395E-01	0.867E-01	0.142E-01		
441.4 Å	500000.	2.55	0.586E-01	0.208	0.457E-01		
C = 0.38E+24	1000000.	1.92	0.707E-01	0.297	0.760E-01		
	1500000.	1.66	0.761E-01	0.329	0.952E-01		
	2000000.	1.50	0.732E-01	0.349	0.108	*0.694	*0.210
	3000000.	1.33	0.729E-01	0.376	0.122	*0.748	*0.241
PERTURBER DENSITY = 1.E+22cm^{-3}							
K VIII 3P 4S	200000.						
221.3 Å	500000.	*9.07	-0.190				
C = 0.25E+24	1000000.	7.25	0.183				
	1500000.	6.40	0.324				
	2000000.	5.88	0.391				
	3000000.	5.23	0.405				
K VIII 3P 5S	200000.						
142.8 Å	500000.	*6.07	-0.719				
C = 0.41E+23	1000000.	*5.49	-0.921E-01				
	1500000.	*5.09	*0.919E-01				
	2000000.	*4.79	*0.171				
	3000000.	4.38	0.218				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..103D

Table 2. This table shows electron-, proton-, and He III- impact broadening parameters for K IX for perturber densities of 10^{18}– 10^{22} cm^{-3} and temperatures from 200,000 up to 5,000,000 K.Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given in the Table. By dividing C by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević *et al.* 1991), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for validity of the impact approximation) lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBER DENSITY = 1.E+17cm^{-3}

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
K IX 3S 3P	200000.	0.662E-03	-0.829E-05	0.650E-05	-0.505E-05	0.126E-04	-0.101E-04
626.3 Å	500000.	0.433E-03	-0.883E-05	0.186E-04	-0.115E-04	0.364E-04	-0.231E-04
C = 0.63E+20	1000000.	0.323E-03	-0.974E-05	0.301E-04	-0.181E-04	0.596E-04	-0.364E-04
	2000000.	0.248E-03	-0.903E-05	0.424E-04	-0.248E-04	0.845E-04	-0.501E-04
	3000000.	0.215E-03	-0.868E-05	0.472E-04	-0.277E-04	0.934E-04	-0.560E-04
	5000000.	0.182E-03	-0.817E-05	0.542E-04	-0.319E-04	0.106E-03	-0.645E-04
K IX 3S 4P	200000.	0.738E-04	0.534E-06	0.305E-05	0.429E-06	0.597E-05	0.858E-06
131.7 Å	500000.	0.499E-04	0.733E-06	0.544E-05	0.912E-06	0.107E-04	0.183E-05
C = 0.10E+19	1000000.	0.384E-04	0.613E-06	0.687E-05	0.133E-05	0.137E-04	0.269E-05
	2000000.	0.305E-04	0.570E-06	0.784E-05	0.177E-05	0.155E-04	0.358E-05
	3000000.	0.271E-04	0.591E-06	0.846E-05	0.197E-05	0.166E-04	0.399E-05
	5000000.	0.236E-04	0.491E-06	0.926E-05	0.224E-05	0.175E-04	0.454E-05
K IX 3S 5P	200000.	0.903E-04	0.167E-05	0.735E-05	0.178E-05	0.145E-04	0.358E-05
98.8 Å	500000.	0.635E-04	0.202E-05	0.105E-04	0.297E-05	0.210E-04	0.598E-05
C = 0.28E+18	1000000.	0.506E-04	0.193E-05	0.121E-04	0.374E-05	0.240E-04	0.757E-05
	2000000.	0.414E-04	0.185E-05	0.136E-04	0.451E-05	0.267E-04	0.912E-05
	3000000.	0.373E-04	0.164E-05	0.144E-04	0.496E-05	0.276E-04	0.100E-04
	5000000.	0.330E-04	0.137E-05	0.156E-04	0.551E-05	0.287E-04	0.112E-04
K IX 4S 4P	200000.	0.144E-01	-0.281E-03	0.510E-03	-0.317E-03	0.100E-02	-0.636E-03
1657.9 Å	500000.	0.991E-02	-0.355E-03	0.950E-03	-0.547E-03	0.188E-02	-0.110E-02
C = 0.17E+21	1000000.	0.775E-02	-0.328E-03	0.123E-02	-0.736E-03	0.245E-02	-0.149E-02
	2000000.	0.623E-02	-0.315E-03	0.147E-02	-0.881E-03	0.291E-02	-0.178E-02
	3000000.	0.554E-02	-0.282E-03	0.165E-02	-0.977E-03	0.317E-02	-0.197E-02
	5000000.	0.483E-02	-0.238E-03	0.190E-02	-0.111E-02	0.351E-02	-0.224E-02
K IX 4S 5P	200000.	0.104E-02	0.384E-05	0.761E-04	0.599E-05	0.151E-03	0.120E-04
319.4 Å	500000.	0.737E-03	0.355E-05	0.109E-03	0.116E-04	0.216E-03	0.233E-04
C = 0.30E+19	1000000.	0.590E-03	0.440E-05	0.123E-03	0.160E-04	0.245E-03	0.323E-04
	2000000.	0.484E-03	0.426E-05	0.139E-03	0.197E-04	0.271E-03	0.398E-04
	3000000.	0.436E-03	0.319E-05	0.147E-03	0.218E-04	0.279E-03	0.440E-04
	5000000.	0.386E-03	0.257E-05	0.160E-03	0.247E-04	0.289E-03	0.498E-04
K IX 5S 5P	200000.	0.151	-0.537E-02	0.969E-02	-0.610E-02	0.192E-01	-0.123E-01
3448.3 Å	500000.	0.109	-0.509E-02	0.145E-01	-0.902E-02	0.290E-01	-0.182E-01
C = 0.34E+21	1000000.	0.878E-01	-0.470E-02	0.174E-01	-0.108E-01	0.346E-01	-0.218E-01
	2000000.	0.723E-01	-0.413E-02	0.210E-01	-0.129E-01	0.403E-01	-0.261E-01
	3000000.	0.651E-01	-0.363E-02	0.231E-01	-0.140E-01	0.432E-01	-0.283E-01
	5000000.	0.573E-01	-0.298E-02	0.259E-01	-0.151E-01	0.467E-01	-0.310E-01
K IX 3P 4S	200000.	0.921E-04	0.532E-05	0.197E-05	0.500E-05	0.389E-05	0.100E-04
185.4 Å	500000.	0.634E-04	0.668E-05	0.579E-05	0.849E-05	0.116E-04	0.171E-04
C = 0.21E+19	1000000.	0.493E-04	0.618E-05	0.102E-04	0.110E-04	0.205E-04	0.223E-04
	2000000.	0.392E-04	0.587E-05	0.135E-04	0.132E-04	0.269E-04	0.267E-04
	3000000.	0.346E-04	0.546E-05	0.156E-04	0.147E-04	0.306E-04	0.295E-04
	5000000.	0.297E-04	0.466E-05	0.190E-04	0.164E-04	0.363E-04	0.334E-04
K IX 3P 5S	200000.	0.779E-04	0.956E-05	0.562E-05	0.932E-05	0.113E-04	0.188E-04
121.5 Å	500000.	0.562E-04	0.971E-05	0.119E-04	0.135E-04	0.240E-04	0.273E-04
C = 0.43E+18	1000000.	0.450E-04	0.912E-05	0.159E-04	0.162E-04	0.319E-04	0.327E-04
	2000000.	0.366E-04	0.826E-05	0.205E-04	0.191E-04	0.407E-04	0.389E-04
	3000000.	0.325E-04	0.732E-05	0.238E-04	0.209E-04	0.457E-04	0.427E-04
	5000000.	0.280E-04	0.607E-05	0.274E-04	0.229E-04	0.516E-04	0.463E-04
K IX 3P 6S	200000.	0.115E-03	0.201E-04	0.147E-04	0.201E-04	0.294E-04	0.405E-04
103.4 Å	500000.	0.855E-04	0.185E-04	0.249E-04	0.260E-04	0.503E-04	0.525E-04
C = 0.17E+18	1000000.	0.694E-04	0.173E-04	0.317E-04	0.309E-04	0.640E-04	0.625E-04
	2000000.	0.569E-04	0.144E-04	0.398E-04	0.354E-04	0.783E-04	0.717E-04
	3000000.	0.506E-04	0.124E-04	0.458E-04	0.383E-04	0.867E-04	0.784E-04
	5000000.	0.436E-04	0.104E-04	0.538E-04	0.419E-04	0.976E-04	0.858E-04

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..103D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
K IX 3P 7S	200000.	0.190E-03	0.369E-04	0.347E-04	0.387E-04	0.697E-04	0.782E-04
95.3 Å	500000.	0.143E-03	0.343E-04	0.495E-04	0.494E-04	0.100E-03	0.997E-04
C = 0.89E+17	1000000.	0.117E-03	0.308E-04	0.639E-04	0.572E-04	0.127E-03	0.117E-03
	2000000.	0.959E-04	0.245E-04	0.773E-04	0.671E-04	0.143E-03	0.135E-03
	3000000.	0.852E-04	0.213E-04	0.875E-04	0.715E-04	0.164E-03	0.146E-03
	5000000.	0.730E-04	0.178E-04	0.102E-03	0.762E-04	0.184E-03	0.153E-03
K IX 4P 5S	200000.	0.156E-02	0.119E-03	0.875E-04	0.122E-03	0.175E-03	0.246E-03
446.9 Å	500000.	0.111E-02	0.118E-03	0.172E-03	0.178E-03	0.345E-03	0.359E-03
C = 0.58E+19	1000000.	0.885E-03	0.111E-03	0.224E-03	0.213E-03	0.450E-03	0.432E-03
	2000000.	0.720E-03	0.101E-03	0.288E-03	0.254E-03	0.560E-03	0.515E-03
	3000000.	0.642E-03	0.878E-04	0.327E-03	0.278E-03	0.611E-03	0.558E-03
	5000000.	0.558E-03	0.723E-04	0.383E-03	0.301E-03	0.700E-03	0.617E-03
K IX 4P 6S	200000.	0.983E-03	0.135E-03	0.104E-03	0.138E-03	0.207E-03	0.279E-03
272.3 Å	500000.	0.720E-03	0.123E-03	0.174E-03	0.179E-03	0.351E-03	0.361E-03
C = 0.12E+19	1000000.	0.583E-03	0.116E-03	0.221E-03	0.212E-03	0.443E-03	0.431E-03
	2000000.	0.477E-03	0.953E-04	0.278E-03	0.243E-03	0.546E-03	0.492E-03
	3000000.	0.425E-03	0.817E-04	0.318E-03	0.265E-03	0.597E-03	0.540E-03
	5000000.	0.368E-03	0.687E-04	0.374E-03	0.290E-03	0.665E-03	0.591E-03
K IX 4P 7S	200000.	0.115E-02	0.198E-03	0.189E-03	0.210E-03	0.380E-03	0.425E-03
222.3 Å	500000.	0.860E-03	0.183E-03	0.269E-03	0.268E-03	0.545E-03	0.542E-03
C = 0.49E+18	1000000.	0.703E-03	0.165E-03	0.348E-03	0.310E-03	0.691E-03	0.635E-03
	2000000.	0.577E-03	0.131E-03	0.419E-03	0.365E-03	0.778E-03	0.730E-03
	3000000.	0.513E-03	0.113E-03	0.475E-03	0.388E-03	0.890E-03	0.793E-03
	5000000.	0.441E-03	0.945E-04	0.556E-03	0.413E-03	0.101E-02	0.835E-03
K IX 5P 6S	200000.	0.138E-01	0.128E-02	0.122E-02	0.137E-02	0.243E-02	0.276E-02
873.1 Å	500000.	0.101E-01	0.114E-02	0.189E-02	0.178E-02	0.378E-02	0.359E-02
C = 0.12E+20	1000000.	0.823E-02	0.106E-02	0.237E-02	0.212E-02	0.468E-02	0.427E-02
	2000000.	0.679E-02	0.861E-03	0.300E-02	0.244E-02	0.564E-02	0.497E-02
	3000000.	0.609E-02	0.738E-03	0.328E-02	0.265E-02	0.610E-02	0.529E-02
	5000000.	0.532E-02	0.621E-03	0.382E-02	0.286E-02	0.707E-02	0.585E-02
K IX 5P 7S	200000.	0.723E-02	0.990E-03	0.100E-02	0.108E-02	0.201E-02	0.218E-02
507.2 Å	500000.	0.539E-02	0.910E-03	0.142E-02	0.138E-02	0.284E-02	0.279E-02
C = 0.25E+19	1000000.	0.441E-02	0.815E-03	0.182E-02	0.160E-02	0.358E-02	0.328E-02
	2000000.	0.364E-02	0.640E-03	0.216E-02	0.188E-02	0.405E-02	0.373E-02
	3000000.	0.325E-02	0.553E-03	0.247E-02	0.199E-02	0.457E-02	0.410E-02
	5000000.	0.282E-02	0.464E-03	0.291E-02	0.213E-02	0.525E-02	0.431E-02
K IX 3P 3D	200000.	0.397E-03	-0.208E-05	0.663E-05	-0.908E-06	0.129E-04	-0.181E-05
464.3 Å	500000.	0.258E-03	-0.136E-05	0.165E-04	-0.221E-05	0.324E-04	-0.442E-05
C = 0.34E+20	1000000.	0.191E-03	-0.241E-05	0.245E-04	-0.383E-05	0.483E-04	-0.770E-05
	2000000.	0.146E-03	-0.165E-05	0.307E-04	-0.562E-05	0.613E-04	-0.113E-04
	3000000.	0.127E-03	-0.171E-05	0.333E-04	-0.685E-05	0.662E-04	-0.138E-04
	5000000.	0.109E-03	-0.165E-05	0.364E-04	-0.792E-05	0.721E-04	-0.160E-04
K IX 3P 4D	200000.	0.962E-04	0.179E-05	0.404E-05	0.290E-05	0.793E-05	0.582E-05
147.6 Å	500000.	0.655E-04	0.139E-05	0.769E-05	0.494E-05	0.152E-04	0.994E-05
C = 0.52E+18	1000000.	0.506E-04	0.145E-05	0.102E-04	0.652E-05	0.199E-04	0.132E-04
	2000000.	0.403E-04	0.122E-05	0.128E-04	0.784E-05	0.239E-04	0.158E-04
	3000000.	0.357E-04	0.990E-06	0.147E-04	0.869E-05	0.265E-04	0.176E-04
	5000000.	0.310E-04	0.842E-06	0.170E-04	0.966E-05	0.290E-04	0.195E-04
K IX 3P 5D	200000.	0.128E-03	0.464E-05	0.105E-04	0.860E-05	0.208E-04	0.173E-04
112.4 Å	500000.	0.908E-04	0.404E-05	0.166E-04	0.124E-04	0.328E-04	0.250E-04
C = 0.16E+18	1000000.	0.723E-04	0.368E-05	0.209E-04	0.149E-04	0.402E-04	0.302E-04
	2000000.	0.589E-04	0.274E-05	0.262E-04	0.177E-04	0.479E-04	0.357E-04
	3000000.	0.528E-04	0.240E-05	0.291E-04	0.189E-04	0.521E-04	0.385E-04
	5000000.	0.463E-04	0.210E-05	0.342E-04	0.210E-04	0.572E-04	0.428E-04
K IX 3P 6D	200000.	0.205E-03	0.911E-05	0.259E-04	0.207E-04	0.514E-04	0.417E-04
99.6 Å	500000.	0.150E-03	0.902E-05	0.350E-04	0.265E-04	0.691E-04	0.536E-04
C = 0.71E+17	1000000.	0.122E-03	0.713E-05	0.435E-04	0.314E-04	0.835E-04	0.638E-04
	2000000.	0.101E-03	0.551E-05	0.531E-04	0.366E-04	0.947E-04	0.735E-04
	3000000.	0.906E-04	0.497E-05	0.600E-04	0.399E-04	0.102E-03	0.802E-04
	5000000.	0.798E-04	0.404E-05	0.680E-04	0.426E-04	0.112E-03	0.867E-04

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..103D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
K IX 3P 7D	200000.	0.331E-03	0.181E-04	0.516E-04	0.409E-04	0.103E-03	0.826E-04
93.3 Å	500000.	0.249E-03	0.170E-04	0.686E-04	0.519E-04	0.135E-03	0.106E-03
C = 0.39E+17	1000000.	0.205E-03	0.127E-04	0.823E-04	0.609E-04	0.154E-03	0.122E-03
	2000000.	0.171E-03	0.103E-04	0.102E-03	0.686E-04	0.183E-03	0.139E-03
	3000000.	0.154E-03	0.902E-05	0.114E-03	0.737E-04	0.194E-03	0.150E-03
	5000000.	0.136E-03	0.689E-05	0.130E-03	0.794E-04	0.209E-03	0.160E-03
K IX 4P 4D	200000.	0.102E-01	0.498E-04	0.525E-03	0.169E-03	0.103E-02	0.339E-03
1286.4 Å	500000.	0.705E-02	-0.200E-05	0.870E-03	0.296E-03	0.172E-02	0.598E-03
C = 0.40E+20	1000000.	0.552E-02	0.107E-04	0.105E-02	0.404E-03	0.206E-02	0.816E-03
	2000000.	0.445E-02	-0.189E-06	0.125E-02	0.484E-03	0.235E-02	0.978E-03
	3000000.	0.397E-02	-0.178E-04	0.139E-02	0.534E-03	0.253E-02	0.108E-02
	5000000.	0.348E-02	-0.173E-04	0.157E-02	0.601E-03	0.266E-02	0.122E-02
K IX 4P 5D	200000.	0.136E-02	0.375E-04	0.108E-03	0.788E-04	0.214E-03	0.159E-03
345.0 Å	500000.	0.971E-03	0.303E-04	0.165E-03	0.114E-03	0.326E-03	0.229E-03
C = 0.15E+19	1000000.	0.777E-03	0.275E-04	0.205E-03	0.137E-03	0.393E-03	0.276E-03
	2000000.	0.636E-03	0.192E-04	0.253E-03	0.162E-03	0.463E-03	0.327E-03
	3000000.	0.571E-03	0.159E-04	0.284E-03	0.175E-03	0.504E-03	0.355E-03
	5000000.	0.502E-03	0.140E-04	0.330E-03	0.194E-03	0.540E-03	0.392E-03
K IX 4P 6D	200000.	0.133E-02	0.530E-04	0.163E-03	0.127E-03	0.324E-03	0.255E-03
247.5 Å	500000.	0.978E-03	0.517E-04	0.219E-03	0.162E-03	0.431E-03	0.328E-03
C = 0.44E+18	1000000.	0.795E-03	0.403E-04	0.272E-03	0.193E-03	0.522E-03	0.393E-03
	2000000.	0.658E-03	0.305E-04	0.328E-03	0.224E-03	0.588E-03	0.451E-03
	3000000.	0.593E-03	0.272E-04	0.371E-03	0.245E-03	0.625E-03	0.488E-03
	5000000.	0.523E-03	0.219E-04	0.424E-03	0.262E-03	0.689E-03	0.531E-03
K IX 4P 7D	200000.	0.176E-02	0.906E-04	0.267E-03	0.210E-03	0.532E-03	0.425E-03
211.7 Å	500000.	0.132E-02	0.849E-04	0.355E-03	0.267E-03	0.697E-03	0.543E-03
C = 0.20E+18	1000000.	0.109E-02	0.629E-04	0.424E-03	0.313E-03	0.797E-03	0.627E-03
	2000000.	0.905E-03	0.505E-04	0.524E-03	0.352E-03	0.945E-03	0.712E-03
	3000000.	0.818E-03	0.439E-04	0.588E-03	0.379E-03	0.100E-02	0.774E-03
	5000000.	0.722E-03	0.333E-04	0.672E-03	0.408E-03	0.107E-02	0.822E-03
K IX 5P 5D	200000.	0.111	0.127E-02	0.941E-02	0.410E-02	0.186E-01	0.826E-02
2693.8 Å	500000.	0.799E-01	0.659E-03	0.128E-01	0.601E-02	0.252E-01	0.121E-01
C = 0.89E+20	1000000.	0.646E-01	0.500E-03	0.151E-01	0.722E-02	0.292E-01	0.145E-01
	2000000.	0.534E-01	0.334E-04	0.178E-01	0.853E-02	0.326E-01	0.172E-01
	3000000.	0.482E-01	-0.318E-05	0.194E-01	0.920E-02	0.341E-01	0.185E-01
	5000000.	0.426E-01	0.412E-04	0.225E-01	0.102E-01	0.363E-01	0.204E-01
K IX 5P 6D	200000.	0.109E-01	0.317E-03	0.126E-02	0.873E-03	0.249E-02	0.176E-02
660.9 Å	500000.	0.803E-02	0.297E-03	0.165E-02	0.112E-02	0.323E-02	0.227E-02
C = 0.31E+19	1000000.	0.657E-02	0.217E-03	0.203E-02	0.134E-02	0.383E-02	0.272E-02
	2000000.	0.546E-02	0.149E-03	0.237E-02	0.154E-02	0.432E-02	0.312E-02
	3000000.	0.493E-02	0.136E-03	0.263E-02	0.166E-02	0.455E-02	0.333E-02
	5000000.	0.435E-02	0.107E-03	0.307E-02	0.179E-02	0.504E-02	0.365E-02
K IX 5P 7D	200000.	0.872E-02	0.390E-03	0.127E-02	0.964E-03	0.251E-02	0.194E-02
455.3 Å	500000.	0.656E-02	0.359E-03	0.168E-02	0.123E-02	0.327E-02	0.249E-02
C = 0.94E+18	1000000.	0.541E-02	0.257E-03	0.197E-02	0.143E-02	0.373E-02	0.286E-02
	2000000.	0.452E-02	0.201E-03	0.243E-02	0.161E-02	0.444E-02	0.330E-02
	3000000.	0.409E-02	0.175E-03	0.274E-02	0.175E-02	0.466E-02	0.357E-02
	5000000.	0.361E-02	0.131E-03	0.312E-02	0.186E-02	0.499E-02	0.375E-02
K IX 3D 4P	200000.	0.287E-03	0.418E-05	0.130E-04	0.278E-05	0.255E-04	0.556E-05
260.3 Å	500000.	0.194E-03	0.482E-05	0.230E-04	0.564E-05	0.455E-04	0.113E-04
C = 0.41E+19	1000000.	0.149E-03	0.483E-05	0.287E-04	0.791E-05	0.572E-04	0.160E-04
	2000000.	0.118E-03	0.430E-05	0.329E-04	0.994E-05	0.652E-04	0.200E-04
	3000000.	0.105E-03	0.434E-05	0.355E-04	0.111E-04	0.698E-04	0.225E-04
	5000000.	0.917E-04	0.385E-05	0.385E-04	0.127E-04	0.738E-04	0.257E-04
K IX 3D 5P	200000.	0.226E-03	0.499E-05	0.190E-04	0.481E-05	0.375E-04	0.966E-05
157.0 Å	500000.	0.159E-03	0.580E-05	0.271E-04	0.794E-05	0.540E-04	0.160E-04
C = 0.71E+18	1000000.	0.127E-03	0.576E-05	0.310E-04	0.997E-05	0.617E-04	0.201E-04
	2000000.	0.104E-03	0.542E-05	0.352E-04	0.120E-04	0.689E-04	0.242E-04
	3000000.	0.936E-04	0.488E-05	0.373E-04	0.133E-04	0.716E-04	0.268E-04
	5000000.	0.830E-04	0.415E-05	0.405E-04	0.147E-04	0.747E-04	0.295E-04

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..103D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
K IX 4D 5P	200000.	0.351E-02	0.360E-04	0.277E-03	0.238E-04	0.548E-03	0.477E-04
571.3 Å	500000.	0.249E-02	0.540E-04	0.388E-03	0.444E-04	0.771E-03	0.895E-04
C = 0.78E+19	1000000.	0.199E-02	0.509E-04	0.444E-03	0.610E-04	0.873E-03	0.123E-03
	2000000.	0.164E-02	0.511E-04	0.505E-03	0.735E-04	0.964E-03	0.149E-03
	3000000.	0.148E-02	0.472E-04	0.538E-03	0.820E-04	0.993E-03	0.166E-03
	5000000.	0.131E-02	0.399E-04	0.592E-03	0.923E-04	0.103E-02	0.188E-03
PERTURBER DENSITY = 1.E+18cm^{-3}							
K IX 3S 3P	200000.	0.664E-02	-0.818E-04	0.650E-04	-0.500E-04	0.126E-03	-0.982E-04
626.3 Å	500000.	0.433E-02	-0.880E-04	0.186E-03	-0.115E-03	0.364E-03	-0.231E-03
C = 0.63E+21	1000000.	0.323E-02	-0.974E-04	0.301E-03	-0.181E-03	0.596E-03	-0.364E-03
	2000000.	0.248E-02	-0.902E-04	0.424E-03	-0.248E-03	0.845E-03	-0.501E-03
	3000000.	0.215E-02	-0.868E-04	0.472E-03	-0.277E-03	0.934E-03	-0.560E-03
	5000000.	0.182E-02	-0.817E-04	0.542E-03	-0.319E-03	0.106E-02	-0.645E-03
K IX 3S 4P	200000.	0.738E-03	0.499E-05	0.305E-04	0.425E-05	0.597E-04	0.834E-05
131.7 Å	500000.	0.499E-03	0.729E-05	0.544E-04	0.912E-05	0.107E-03	0.183E-04
C = 0.10E+20	1000000.	0.384E-03	0.613E-05	0.687E-04	0.133E-04	0.137E-03	0.268E-04
	2000000.	0.305E-03	0.570E-05	0.784E-04	0.177E-04	0.155E-03	0.358E-04
	3000000.	0.271E-03	0.591E-05	0.846E-04	0.197E-04	0.166E-03	0.399E-04
	5000000.	0.236E-03	0.491E-05	0.926E-04	0.224E-04	0.175E-03	0.454E-04
K IX 3S 5P	200000.	0.903E-03	0.165E-04	0.735E-04	0.176E-04	0.145E-03	0.346E-04
98.8 Å	500000.	0.635E-03	0.200E-04	0.105E-03	0.296E-04	0.210E-03	0.597E-04
C = 0.28E+19	1000000.	0.506E-03	0.193E-04	0.121E-03	0.374E-04	0.240E-03	0.756E-04
	2000000.	0.414E-03	0.185E-04	0.136E-03	0.451E-04	0.267E-03	0.912E-04
	3000000.	0.373E-03	0.164E-04	0.144E-03	0.496E-04	0.276E-03	0.100E-03
	5000000.	0.330E-03	0.137E-04	0.156E-03	0.551E-04	0.287E-03	0.112E-03
K IX 4S 4P	200000.	0.144	-0.278E-02	0.510E-02	-0.314E-02	0.100E-01	-0.618E-02
1657.9 Å	500000.	0.991E-01	-0.353E-02	0.950E-02	-0.547E-02	0.188E-01	-0.110E-01
C = 0.17E+22	1000000.	0.775E-01	-0.328E-02	0.123E-01	-0.736E-02	0.245E-01	-0.149E-01
	2000000.	0.623E-01	-0.315E-02	0.147E-01	-0.881E-02	0.291E-01	-0.178E-01
	3000000.	0.554E-01	-0.282E-02	0.165E-01	-0.977E-02	0.317E-01	-0.197E-01
	5000000.	0.483E-01	-0.238E-02	0.190E-01	-0.111E-01	0.351E-01	-0.224E-01
K IX 4S 5P	200000.	0.104E-01	0.395E-04	0.761E-03	0.594E-04	0.150E-02	0.117E-03
319.4 Å	500000.	0.737E-02	0.353E-04	0.109E-02	0.116E-03	0.216E-02	0.233E-03
C = 0.30E+20	1000000.	0.590E-02	0.439E-04	0.123E-02	0.160E-03	0.245E-02	0.323E-03
	2000000.	0.484E-02	0.425E-04	0.139E-02	0.197E-03	0.271E-02	0.398E-03
	3000000.	0.436E-02	0.319E-04	0.147E-02	0.218E-03	0.279E-02	0.440E-03
	5000000.	0.386E-02	0.257E-04	0.160E-02	0.247E-03	0.289E-02	0.498E-03
K IX 5S 5P	200000.	1.51	-0.523E-01	0.968E-01	-0.603E-01	0.192	-0.118
3448.3 Å	500000.	1.09	-0.504E-01	0.145	-0.901E-01	0.290	-0.182
C = 0.34E+22	1000000.	0.878	-0.469E-01	0.174	-0.108	0.346	-0.218
	2000000.	0.723	-0.413E-01	0.210	-0.129	0.403	-0.261
	3000000.	0.651	-0.363E-01	0.231	-0.140	0.432	-0.283
	5000000.	0.573	-0.298E-01	0.259	-0.151	0.467	-0.310
K IX 3P 4S	200000.	0.923E-03	0.521E-04	0.197E-04	0.496E-04	0.390E-04	0.974E-04
185.4 Å	500000.	0.634E-03	0.664E-04	0.579E-04	0.848E-04	0.116E-03	0.170E-03
C = 0.21E+20	1000000.	0.493E-03	0.617E-04	0.102E-03	0.110E-03	0.205E-03	0.223E-03
	2000000.	0.392E-03	0.586E-04	0.135E-03	0.132E-03	0.269E-03	0.267E-03
	3000000.	0.346E-03	0.546E-04	0.156E-03	0.147E-03	0.306E-03	0.295E-03
	5000000.	0.297E-03	0.466E-04	0.190E-03	0.164E-03	0.363E-03	0.334E-03
K IX 3P 5S	200000.	0.780E-03	0.935E-04	0.562E-04	0.921E-04	0.112E-03	0.180E-03
121.5 Å	500000.	0.562E-03	0.964E-04	0.119E-03	0.135E-03	0.240E-03	0.272E-03
C = 0.43E+19	1000000.	0.450E-03	0.911E-04	0.159E-03	0.162E-03	0.319E-03	0.327E-03
	2000000.	0.366E-03	0.825E-04	0.205E-03	0.191E-03	0.407E-03	0.389E-03
	3000000.	0.325E-03	0.732E-04	0.238E-03	0.209E-03	0.457E-03	0.427E-03
	5000000.	0.280E-03	0.607E-04	0.274E-03	0.229E-03	0.516E-03	0.463E-03
K IX 3P 6S	200000.	0.116E-02	0.195E-03	0.147E-03	0.198E-03	0.294E-03	0.383E-03
103.4 Å	500000.	0.855E-03	0.183E-03	0.249E-03	0.259E-03	0.503E-03	0.523E-03
C = 0.17E+19	1000000.	0.694E-03	0.173E-03	0.317E-03	0.309E-03	0.640E-03	0.623E-03
	2000000.	0.569E-03	0.143E-03	0.398E-03	0.354E-03	0.783E-03	0.717E-03
	3000000.	0.506E-03	0.124E-03	0.458E-03	0.383E-03	0.867E-03	0.784E-03
	5000000.	0.436E-03	0.104E-03	0.538E-03	0.419E-03	0.976E-03	0.858E-03

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..103D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
K IX 3P 7S	200000.	0.190E-02	0.354E-03	0.347E-03	0.379E-03	*0.697E-03	*0.723E-03
95.3 Å	500000.	0.143E-02	0.337E-03	0.495E-03	0.492E-03	*0.100E-02	*0.993E-03
C = 0.89E+18	1000000.	0.117E-02	0.308E-03	0.639E-03	0.572E-03	*0.127E-02	*0.116E-02
	2000000.	0.959E-03	0.244E-03	0.773E-03	0.671E-03	*0.143E-02	*0.135E-02
	3000000.	0.852E-03	0.213E-03	0.875E-03	0.715E-03	*0.164E-02	*0.146E-02
	5000000.	0.730E-03	0.178E-03	0.102E-02	0.762E-03	*0.184E-02	*0.153E-02
K IX 4P 5S	200000.	0.156E-01	0.116E-02	0.875E-03	0.121E-02	0.174E-02	0.236E-02
446.9 Å	500000.	0.111E-01	0.117E-02	0.172E-02	0.178E-02	0.345E-02	0.359E-02
C = 0.58E+20	1000000.	0.885E-02	0.111E-02	0.224E-02	0.213E-02	0.450E-02	0.431E-02
	2000000.	0.720E-02	0.101E-02	0.288E-02	0.254E-02	0.560E-02	0.515E-02
	3000000.	0.642E-02	0.878E-03	0.327E-02	0.278E-02	0.611E-02	0.558E-02
	5000000.	0.558E-02	0.723E-03	0.383E-02	0.301E-02	0.700E-02	0.617E-02
K IX 4P 6S	200000.	0.983E-02	0.131E-02	0.104E-02	0.136E-02	0.207E-02	0.263E-02
272.3 Å	500000.	0.720E-02	0.122E-02	0.174E-02	0.178E-02	0.351E-02	0.360E-02
C = 0.12E+20	1000000.	0.583E-02	0.115E-02	0.221E-02	0.212E-02	0.443E-02	0.430E-02
	2000000.	0.477E-02	0.952E-03	0.278E-02	0.243E-02	0.546E-02	0.492E-02
	3000000.	0.425E-02	0.817E-03	0.318E-02	0.265E-02	0.597E-02	0.540E-02
	5000000.	0.368E-02	0.687E-03	0.374E-02	0.290E-02	0.665E-02	0.591E-02
K IX 4P 7S	200000.	0.115E-01	0.189E-02	0.189E-02	0.206E-02	*0.380E-02	*0.392E-02
222.3 Å	500000.	0.860E-02	0.180E-02	0.269E-02	0.267E-02	*0.545E-02	*0.540E-02
C = 0.49E+19	1000000.	0.703E-02	0.164E-02	0.348E-02	0.310E-02	*0.691E-02	*0.632E-02
	2000000.	0.577E-02	0.130E-02	0.419E-02	0.365E-02	*0.778E-02	*0.730E-02
	3000000.	0.513E-02	0.113E-02	0.475E-02	0.388E-02	*0.890E-02	*0.793E-02
	5000000.	0.441E-02	0.945E-03	0.556E-02	0.413E-02	*0.101E-01	*0.835E-02
K IX 5P 6S	200000.	0.138	0.124E-01	0.122E-01	0.135E-01	0.243E-01	0.261E-01
873.1 Å	500000.	0.101	0.112E-01	0.189E-01	0.177E-01	0.378E-01	0.358E-01
C = 0.12E+21	1000000.	0.823E-01	0.106E-01	0.237E-01	0.212E-01	0.468E-01	0.426E-01
	2000000.	0.679E-01	0.859E-02	0.300E-01	0.244E-01	0.564E-01	0.497E-01
	3000000.	0.609E-01	0.738E-02	0.328E-01	0.265E-01	0.610E-01	0.529E-01
	5000000.	0.532E-01	0.621E-02	0.382E-01	0.286E-01	0.707E-01	0.585E-01
K IX 5P 7S	200000.	0.723E-01	0.946E-02	0.100E-01	0.106E-01	*0.201E-01	*0.202E-01
507.2 Å	500000.	0.539E-01	0.894E-02	0.142E-01	0.138E-01	*0.284E-01	*0.278E-01
C = 0.25E+20	1000000.	0.441E-01	0.813E-02	0.182E-01	0.160E-01	*0.358E-01	*0.327E-01
	2000000.	0.364E-01	0.638E-02	0.216E-01	0.188E-01	*0.405E-01	*0.373E-01
	3000000.	0.325E-01	0.553E-02	0.247E-01	0.199E-01	*0.457E-01	*0.410E-01
	5000000.	0.282E-01	0.464E-02	0.291E-01	0.213E-01	*0.525E-01	*0.431E-01
K IX 3P 3D	200000.	0.397E-02	-0.184E-04	0.663E-04	-0.900E-05	0.129E-03	-0.177E-04
464.3 Å	500000.	0.258E-02	-0.135E-04	0.165E-03	-0.221E-04	0.324E-03	-0.442E-04
C = 0.34E+21	1000000.	0.191E-02	-0.241E-04	0.245E-03	-0.383E-04	0.483E-03	-0.770E-04
	2000000.	0.146E-02	-0.165E-04	0.307E-03	-0.562E-04	0.613E-03	-0.113E-03
	3000000.	0.127E-02	-0.171E-04	0.333E-03	-0.685E-04	0.662E-03	-0.138E-03
	5000000.	0.109E-02	-0.165E-04	0.364E-03	-0.792E-04	0.721E-03	-0.160E-03
K IX 3P 4D	200000.	0.962E-03	0.171E-04	0.404E-04	0.287E-04	0.793E-04	0.565E-04
147.6 Å	500000.	0.655E-03	0.137E-04	0.769E-04	0.494E-04	0.151E-03	0.993E-04
C = 0.52E+19	1000000.	0.506E-03	0.145E-04	0.102E-03	0.652E-04	0.199E-03	0.132E-03
	2000000.	0.403E-03	0.121E-04	0.128E-03	0.784E-04	0.239E-03	0.158E-03
	3000000.	0.357E-03	0.990E-05	0.147E-03	0.869E-04	0.265E-03	0.176E-03
	5000000.	0.310E-03	0.842E-05	0.170E-03	0.966E-04	0.290E-03	0.195E-03
K IX 3P 5D	200000.	0.128E-02	0.443E-04	0.105E-03	0.850E-04	0.207E-03	0.166E-03
112.4 Å	500000.	0.908E-03	0.397E-04	0.166E-03	0.124E-03	0.328E-03	0.250E-03
C = 0.16E+19	1000000.	0.723E-03	0.368E-04	0.209E-03	0.149E-03	0.402E-03	0.301E-03
	2000000.	0.589E-03	0.273E-04	0.262E-03	0.177E-03	0.479E-03	0.357E-03
	3000000.	0.528E-03	0.240E-04	0.291E-03	0.189E-03	0.521E-03	0.385E-03
	5000000.	0.463E-03	0.210E-04	0.342E-03	0.210E-03	0.572E-03	0.428E-03
K IX 3P 6D	200000.	0.205E-02	0.850E-04	0.259E-03	0.203E-03	*0.514E-03	*0.393E-03
99.6 Å	500000.	0.150E-02	0.880E-04	0.350E-03	0.264E-03	*0.691E-03	*0.534E-03
C = 0.71E+18	1000000.	0.122E-02	0.710E-04	0.435E-03	0.314E-03	0.835E-03	0.636E-03
	2000000.	0.101E-02	0.547E-04	0.531E-03	0.366E-03	0.947E-03	0.735E-03
	3000000.	0.906E-03	0.497E-04	0.600E-03	0.399E-03	0.102E-02	0.802E-03
	5000000.	0.798E-03	0.404E-04	0.680E-03	0.426E-03	0.112E-02	0.867E-03

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..103D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
K IX 3P 7D	200000.	0.331E-02	0.163E-03	0.516E-03	0.400E-03		
93.3 Å	500000.	0.249E-02	0.164E-03	0.686E-03	0.518E-03	*0.135E-02	*0.105E-02
C = 0.39E+18	1000000.	0.205E-02	0.127E-03	0.823E-03	0.609E-03	*0.154E-02	*0.122E-02
	2000000.	0.171E-02	0.102E-03	0.102E-02	0.686E-03	*0.183E-02	*0.139E-02
	3000000.	0.154E-02	0.902E-04	0.114E-02	0.737E-03	*0.194E-02	*0.150E-02
	5000000.	0.136E-02	0.689E-04	0.130E-02	0.794E-03	*0.209E-02	*0.160E-02
K IX 4P 4D	200000.	0.102	0.481E-03	0.525E-02	0.168E-02	0.103E-01	0.329E-02
1286.4 Å	500000.	0.705E-01	-0.231E-04	0.870E-02	0.296E-02	0.172E-01	0.597E-02
C = 0.40E+21	1000000.	0.552E-01	0.106E-03	0.105E-01	0.404E-02	0.206E-01	0.815E-02
	2000000.	0.445E-01	-0.317E-05	0.125E-01	0.484E-02	0.235E-01	0.978E-02
	3000000.	0.397E-01	-0.178E-03	0.139E-01	0.534E-02	0.253E-01	0.108E-01
	5000000.	0.348E-01	-0.173E-03	0.157E-01	0.601E-02	0.266E-01	0.122E-01
K IX 4P 5D	200000.	0.136E-01	0.358E-03	0.108E-02	0.778E-03	0.214E-02	0.152E-02
345.0 Å	500000.	0.971E-02	0.297E-03	0.165E-02	0.113E-02	0.326E-02	0.229E-02
C = 0.15E+20	1000000.	0.777E-02	0.274E-03	0.205E-02	0.137E-02	0.393E-02	0.276E-02
	2000000.	0.636E-02	0.191E-03	0.253E-02	0.162E-02	0.463E-02	0.327E-02
	3000000.	0.571E-02	0.159E-03	0.284E-02	0.175E-02	0.504E-02	0.355E-02
	5000000.	0.502E-02	0.140E-03	0.330E-02	0.194E-02	0.540E-02	0.392E-02
K IX 4P 6D	200000.	0.133E-01	0.494E-03	0.163E-02	0.125E-02	*0.324E-02	*0.241E-02
247.5 Å	500000.	0.978E-02	0.503E-03	0.219E-02	0.162E-02	*0.431E-02	*0.327E-02
C = 0.44E+19	1000000.	0.795E-02	0.401E-03	0.272E-02	0.193E-02	0.522E-02	0.392E-02
	2000000.	0.658E-02	0.304E-03	0.328E-02	0.224E-02	0.588E-02	0.451E-02
	3000000.	0.593E-02	0.272E-03	0.371E-02	0.245E-02	0.625E-02	0.488E-02
	5000000.	0.523E-02	0.219E-03	0.424E-02	0.262E-02	0.689E-02	0.531E-02
K IX 4P 7D	200000.	0.176E-01	0.818E-03	0.267E-02	0.206E-02		
211.7 Å	500000.	0.132E-01	0.817E-03	0.355E-02	0.266E-02	*0.697E-02	*0.541E-02
C = 0.20E+19	1000000.	0.109E-01	0.625E-03	0.424E-02	0.313E-02	*0.797E-02	*0.625E-02
	2000000.	0.905E-02	0.501E-03	0.524E-02	0.352E-02	*0.945E-02	*0.712E-02
	3000000.	0.818E-02	0.439E-03	0.588E-02	0.379E-02	*0.100E-01	*0.774E-02
	5000000.	0.722E-02	0.333E-03	0.672E-02	0.408E-02	*0.107E-01	*0.822E-02
K IX 5P 5D	200000.	1.11	0.116E-01	0.941E-01	0.405E-01	0.186	0.793E-01
2693.8 Å	500000.	0.799	0.627E-02	0.128	0.600E-01	0.252	0.121
C = 0.89E+21	1000000.	0.646	0.496E-02	0.151	0.722E-01	0.292	0.145
	2000000.	0.534	0.292E-03	0.178	0.853E-01	0.326	0.172
	3000000.	0.482	-0.318E-04	0.194	0.920E-01	0.341	0.185
	5000000.	0.426	0.412E-03	0.225	0.102	0.363	0.204
K IX 5P 6D	200000.	0.109	0.291E-02	0.125E-01	0.859E-02	*0.249E-01	*0.166E-01
660.9 Å	500000.	0.803E-01	0.288E-02	0.165E-01	0.112E-01	*0.323E-01	*0.227E-01
C = 0.31E+20	1000000.	0.657E-01	0.215E-02	0.203E-01	0.134E-01	*0.383E-01	*0.271E-01
	2000000.	0.546E-01	0.148E-02	0.237E-01	0.154E-01	0.432E-01	0.312E-01
	3000000.	0.493E-01	0.136E-02	0.263E-01	0.166E-01	0.455E-01	0.333E-01
	5000000.	0.435E-01	0.107E-02	0.307E-01	0.179E-01	0.504E-01	0.365E-01
K IX 5P 7D	200000.	0.872E-01	0.349E-02	0.126E-01	0.942E-02		
455.3 Å	500000.	0.656E-01	0.344E-02	0.168E-01	0.123E-01	*0.327E-01	*0.248E-01
C = 0.94E+19	1000000.	0.541E-01	0.255E-02	0.197E-01	0.143E-01	*0.373E-01	*0.285E-01
	2000000.	0.452E-01	0.199E-02	0.243E-01	0.161E-01	*0.444E-01	*0.330E-01
	3000000.	0.409E-01	0.175E-02	0.274E-01	0.175E-01	*0.466E-01	*0.357E-01
	5000000.	0.361E-01	0.131E-02	0.312E-01	0.186E-01	*0.499E-01	*0.375E-01
K IX 3D 4P	200000.	0.287E-02	0.395E-04	0.130E-03	0.275E-04	0.255E-03	0.541E-04
260.3 Å	500000.	0.194E-02	0.479E-04	0.230E-03	0.564E-04	0.455E-03	0.113E-03
C = 0.41E+20	1000000.	0.149E-02	0.483E-04	0.287E-03	0.791E-04	0.572E-03	0.160E-03
	2000000.	0.118E-02	0.430E-04	0.329E-03	0.994E-04	0.652E-03	0.200E-03
	3000000.	0.105E-02	0.434E-04	0.355E-03	0.111E-03	0.698E-03	0.225E-03
	5000000.	0.917E-03	0.385E-04	0.385E-03	0.127E-03	0.738E-03	0.257E-03
K IX 3D 5P	200000.	0.226E-02	0.490E-04	0.190E-03	0.477E-04	0.374E-03	0.935E-04
157.0 Å	500000.	0.159E-02	0.577E-04	0.271E-03	0.793E-04	0.540E-03	0.160E-03
C = 0.71E+19	1000000.	0.127E-02	0.576E-04	0.310E-03	0.997E-04	0.617E-03	0.201E-03
	2000000.	0.104E-02	0.542E-04	0.352E-03	0.120E-03	0.689E-03	0.242E-03
	3000000.	0.936E-03	0.488E-04	0.373E-03	0.133E-03	0.716E-03	0.268E-03
	5000000.	0.830E-03	0.415E-04	0.405E-03	0.147E-03	0.747E-03	0.295E-03

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..103D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
K IX 4D 5P	200000.	0.351E-01	0.364E-03	0.277E-02	0.236E-03	0.547E-02	0.463E-03
571.3 Å	500000.	0.249E-01	0.537E-03	0.388E-02	0.443E-03	0.771E-02	0.894E-03
C = 0.78E+20	1000000.	0.199E-01	0.509E-03	0.444E-02	0.610E-03	0.873E-02	0.123E-02
	2000000.	0.164E-01	0.511E-03	0.505E-02	0.735E-03	0.964E-02	0.149E-02
	3000000.	0.148E-01	0.472E-03	0.538E-02	0.820E-03	0.993E-02	0.166E-02
	5000000.	0.131E-01	0.399E-03	0.592E-02	0.923E-03	0.103E-01	0.188E-02
PERTURBER DENSITY = 1.E+19cm^{-3}							
K IX 3S 3P	200000.	0.664E-01	-0.800E-03	0.649E-03	-0.479E-03	0.125E-02	-0.903E-03
626.3 Å	500000.	0.433E-01	-0.861E-03	0.186E-02	-0.114E-02	0.364E-02	-0.228E-02
C = 0.63E+22	1000000.	0.323E-01	-0.971E-03	0.301E-02	-0.180E-02	0.596E-02	-0.363E-02
	2000000.	0.248E-01	-0.902E-03	0.424E-02	-0.248E-02	0.845E-02	-0.500E-02
	3000000.	0.215E-01	-0.867E-03	0.472E-02	-0.277E-02	0.934E-02	-0.560E-02
	5000000.	0.182E-01	-0.817E-03	0.542E-02	-0.319E-02	0.106E-01	-0.645E-02
K IX 3S 4P	200000.	0.738E-02	0.494E-04	0.304E-03	0.407E-04	0.591E-03	0.767E-04
131.7 Å	500000.	0.499E-02	0.731E-04	0.544E-03	0.905E-04	0.107E-02	0.180E-03
C = 0.10E+21	1000000.	0.384E-02	0.608E-04	0.687E-03	0.133E-03	0.137E-02	0.268E-03
	2000000.	0.305E-02	0.569E-04	0.784E-03	0.177E-03	0.155E-02	0.358E-03
	3000000.	0.271E-02	0.590E-04	0.846E-03	0.197E-03	0.166E-02	0.399E-03
	5000000.	0.236E-02	0.491E-04	0.926E-03	0.224E-03	0.175E-02	0.454E-03
K IX 3S 5P	200000.	0.903E-02	0.159E-03	0.732E-03	0.168E-03	*0.143E-02	*0.315E-03
98.8 Å	500000.	0.635E-02	0.195E-03	0.105E-02	0.293E-03	*0.210E-02	*0.583E-03
C = 0.28E+20	1000000.	0.506E-02	0.191E-03	0.121E-02	0.373E-03	*0.240E-02	*0.754E-03
	2000000.	0.414E-02	0.184E-03	0.136E-02	0.451E-03	*0.267E-02	*0.911E-03
	3000000.	0.373E-02	0.164E-03	0.144E-02	0.496E-03	0.276E-02	0.100E-02
	5000000.	0.330E-02	0.137E-03	0.156E-02	0.551E-03	0.287E-02	0.112E-02
K IX 4S 4P	200000.	1.44	-0.266E-01	0.509E-01	-0.300E-01	0.992E-01	-0.564E-01
1657.9 Å	500000.	0.991	-0.342E-01	0.950E-01	-0.541E-01	0.188	-0.108
C = 0.17E+23	1000000.	0.775	-0.324E-01	0.123	-0.735E-01	0.245	-0.148
	2000000.	0.623	-0.314E-01	0.147	-0.881E-01	0.291	-0.178
	3000000.	0.554	-0.281E-01	0.165	-0.977E-01	0.317	-0.197
	5000000.	0.483	-0.238E-01	0.190	-0.111	0.351	-0.224
K IX 4S 5P	200000.	0.104	0.380E-03	0.759E-02	0.567E-03	*0.148E-01	*0.107E-02
319.4 Å	500000.	0.737E-01	0.337E-03	0.109E-01	0.115E-02	*0.216E-01	*0.229E-02
C = 0.30E+21	1000000.	0.590E-01	0.432E-03	0.123E-01	0.160E-02	*0.245E-01	*0.322E-02
	2000000.	0.484E-01	0.424E-03	0.139E-01	0.197E-02	0.271E-01	0.397E-02
	3000000.	0.436E-01	0.318E-03	0.147E-01	0.218E-02	0.279E-01	0.440E-02
	5000000.	0.386E-01	0.257E-03	0.160E-01	0.247E-02	0.289E-01	0.498E-02
K IX 5S 5P	200000.	15.1	-0.492	0.965	-0.566	*1.89	-1.05
3448.3 Å	500000.	10.9	-0.481	1.45	-0.886	*2.89	-1.76
C = 0.34E+23	1000000.	8.78	-0.460	1.74	-1.08	*3.46	-2.17
	2000000.	7.23	-0.411	2.10	-1.29	*4.03	-2.60
	3000000.	6.51	-0.362	2.31	-1.40	*4.32	-2.83
	5000000.	5.73	-0.298	2.59	-1.51	4.67	-3.10
K IX 3P 4S	200000.	0.923E-02	0.502E-03	0.197E-03	0.472E-03	0.388E-03	0.887E-03
185.4 Å	500000.	0.634E-02	0.650E-03	0.580E-03	0.839E-03	0.116E-02	0.167E-02
C = 0.21E+21	1000000.	0.493E-02	0.611E-03	0.102E-02	0.110E-02	0.205E-02	0.222E-02
	2000000.	0.392E-02	0.585E-03	0.135E-02	0.132E-02	0.269E-02	0.267E-02
	3000000.	0.346E-02	0.545E-03	0.156E-02	0.147E-02	0.306E-02	0.295E-02
	5000000.	0.297E-02	0.466E-03	0.190E-02	0.164E-02	0.363E-02	0.334E-02
K IX 3P 5S	200000.	0.780E-02	0.887E-03	0.561E-03	0.860E-03	*0.112E-02	*0.159E-02
121.5 Å	500000.	0.562E-02	0.926E-03	0.119E-02	0.132E-02	*0.240E-02	*0.263E-02
C = 0.43E+20	1000000.	0.450E-02	0.896E-03	0.159E-02	0.162E-02	*0.319E-02	*0.326E-02
	2000000.	0.366E-02	0.823E-03	0.205E-02	0.191E-02	0.407E-02	0.388E-02
	3000000.	0.325E-02	0.729E-03	0.238E-02	0.209E-02	0.457E-02	0.427E-02
	5000000.	0.280E-02	0.607E-03	0.274E-02	0.229E-02	0.516E-02	0.463E-02
K IX 3P 6S	200000.	0.116E-01	0.179E-02	0.147E-02	0.181E-02		
103.4 Å	500000.	0.855E-02	0.171E-02	0.249E-02	0.252E-02		
C = 0.17E+20	1000000.	0.694E-02	0.168E-02	0.317E-02	0.308E-02		
	2000000.	0.569E-02	0.143E-02	0.398E-02	0.354E-02	*0.783E-02	*0.713E-02
	3000000.	0.506E-02	0.123E-02	0.458E-02	0.383E-02	*0.867E-02	*0.784E-02
	5000000.	0.436E-02	0.104E-02	0.538E-02	0.419E-02	*0.976E-02	*0.858E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..103D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
K IX 3P 7S	200000.	0.190E-01	0.311E-02	*0.346E-02	*0.331E-02		
95.3 Å	500000.	0.143E-01	0.307E-02	*0.495E-02	*0.475E-02		
C = 0.89E+19	1000000.	0.117E-01	0.295E-02	*0.639E-02	*0.569E-02		
	2000000.	0.959E-02	0.243E-02	*0.773E-02	*0.671E-02		
	3000000.	0.852E-02	0.211E-02	*0.875E-02	*0.715E-02		
	5000000.	0.730E-02	0.178E-02	*0.102E-01	*0.762E-02		
K IX 4P 5S	200000.	0.156	0.110E-01	0.873E-02	0.113E-01	*0.174E-01	*0.209E-01
446.9 Å	500000.	0.111	0.112E-01	0.171E-01	0.175E-01	*0.344E-01	*0.347E-01
C = 0.58E+21	1000000.	0.885E-01	0.109E-01	0.224E-01	0.212E-01	*0.450E-01	*0.430E-01
	2000000.	0.720E-01	0.100E-01	0.288E-01	0.254E-01	*0.560E-01	*0.513E-01
	3000000.	0.642E-01	0.875E-02	0.327E-01	0.278E-01	0.611E-01	0.558E-01
	5000000.	0.558E-01	0.723E-02	0.383E-01	0.301E-01	0.700E-01	0.617E-01
K IX 4P 6S	200000.	0.983E-01	0.120E-01	0.103E-01	0.124E-01		
272.3 Å	500000.	0.720E-01	0.114E-01	0.173E-01	0.174E-01		
C = 0.12E+21	1000000.	0.583E-01	0.112E-01	0.221E-01	0.211E-01		
	2000000.	0.477E-01	0.947E-02	0.278E-01	0.243E-01	*0.546E-01	*0.490E-01
	3000000.	0.425E-01	0.812E-02	0.318E-01	0.265E-01	*0.597E-01	*0.540E-01
	5000000.	0.368E-01	0.687E-02	0.374E-01	0.290E-01	*0.665E-01	*0.591E-01
K IX 4P 7S	200000.	0.115	0.166E-01	*0.189E-01	*0.180E-01		
222.3 Å	500000.	0.860E-01	0.164E-01	*0.269E-01	*0.258E-01		
C = 0.49E+20	1000000.	0.703E-01	0.157E-01	*0.348E-01	*0.309E-01		
	2000000.	0.577E-01	0.129E-01	*0.419E-01	*0.365E-01		
	3000000.	0.513E-01	0.112E-01	*0.475E-01	*0.388E-01		
	5000000.	0.441E-01	0.945E-02	*0.556E-01	*0.413E-01		
K IX 5P 6S	200000.	1.38	0.112	0.121	0.123		
873.1 Å	500000.	1.01	0.105	0.189	0.173		
C = 0.12E+22	1000000.	0.823	0.103	0.237	0.211		
	2000000.	0.679	0.855E-01	0.300	0.244	*0.564	*0.494
	3000000.	0.609	0.733E-01	0.328	0.265	*0.610	*0.529
	5000000.	0.532	0.621E-01	0.382	0.286	*0.707	*0.585
K IX 5P 7S	200000.	0.723	0.827E-01	*0.100	*0.926E-01		
507.2 Å	500000.	0.539	0.810E-01	*0.142	*0.133		
C = 0.25E+21	1000000.	0.441	0.778E-01	*0.182	*0.159		
	2000000.	0.364	0.633E-01	*0.216	*0.188		
	3000000.	0.325	0.548E-01	*0.247	*0.199		
	5000000.	0.282	0.464E-01	*0.291	*0.213		
K IX 3P 3D	200000.	0.397E-01	-0.192E-03	0.662E-03	-0.862E-04	0.128E-02	-0.163E-03
464.3 Å	500000.	0.258E-01	-0.127E-03	0.165E-02	-0.219E-03	0.324E-02	-0.436E-03
C = 0.34E+22	1000000.	0.191E-01	-0.245E-03	0.245E-02	-0.383E-03	0.483E-02	-0.769E-03
	2000000.	0.146E-01	-0.165E-03	0.307E-02	-0.562E-03	0.613E-02	-0.113E-02
	3000000.	0.127E-01	-0.171E-03	0.333E-02	-0.685E-03	0.662E-02	-0.138E-02
	5000000.	0.109E-01	-0.165E-03	0.364E-02	-0.792E-03	0.721E-02	-0.160E-02
K IX 3P 4D	200000.	0.962E-02	0.159E-03	0.403E-03	0.274E-03	0.785E-03	0.515E-03
147.6 Å	500000.	0.655E-02	0.127E-03	0.769E-03	0.489E-03	0.151E-02	0.972E-03
C = 0.52E+20	1000000.	0.506E-02	0.142E-03	0.102E-02	0.651E-03	0.199E-02	0.131E-02
	2000000.	0.403E-02	0.121E-03	0.128E-02	0.784E-03	0.239E-02	0.158E-02
	3000000.	0.357E-02	0.984E-04	0.147E-02	0.869E-03	0.265E-02	0.176E-02
	5000000.	0.310E-02	0.842E-04	0.170E-02	0.966E-03	0.290E-02	0.195E-02
K IX 3P 5D	200000.	0.128E-01	0.388E-03	0.104E-02	0.793E-03	*0.205E-02	*0.146E-02
112.4 Å	500000.	0.908E-02	0.360E-03	0.166E-02	0.121E-02	*0.327E-02	*0.241E-02
C = 0.16E+20	1000000.	0.723E-02	0.352E-03	0.209E-02	0.148E-02	*0.402E-02	*0.300E-02
	2000000.	0.589E-02	0.271E-03	0.262E-02	0.177E-02	*0.479E-02	*0.356E-02
	3000000.	0.528E-02	0.237E-03	0.291E-02	0.189E-02	*0.521E-02	*0.385E-02
	5000000.	0.463E-02	0.210E-03	0.342E-02	0.210E-02	*0.572E-02	*0.428E-02
K IX 3P 6D	200000.	0.205E-01	0.680E-03	*0.257E-02	*0.185E-02		
99.6 Å	500000.	0.150E-01	0.757E-03	*0.350E-02	*0.258E-02		
C = 0.71E+19	1000000.	0.122E-01	0.660E-03	*0.435E-02	*0.312E-02		
	2000000.	0.101E-01	0.541E-03	*0.531E-02	*0.366E-02		
	3000000.	0.906E-02	0.489E-03	0.600E-02	0.399E-02		
	5000000.	0.798E-02	0.404E-03	0.680E-02	0.426E-02	*0.112E-01	*0.867E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..103D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
K IX 3P 7D	200000.	0.331E-01	0.114E-02				
93.3 Å	500000.	0.249E-01	0.129E-02				
C = 0.39E+19	1000000.	0.205E-01	0.112E-02	*0.823E-02	*0.606E-02		
	2000000.	0.171E-01	0.100E-02	*0.102E-01	*0.686E-02		
	3000000.	0.154E-01	0.881E-03	*0.114E-01	*0.737E-02		
	5000000.	0.136E-01	0.689E-03	*0.130E-01	*0.794E-02		
K IX 4P 4D	200000.	1.02	0.401E-02	0.524E-01	0.160E-01	0.102	0.301E-01
1286.4 Å	500000.	0.705	-0.964E-03	0.870E-01	0.293E-01	0.172	0.585E-01
C = 0.40E+22	1000000.	0.552	0.859E-03	0.105	0.403E-01	0.206	0.813E-01
	2000000.	0.445	-0.588E-04	0.125	0.484E-01	0.235	0.976E-01
	3000000.	0.397	-0.181E-02	0.139	0.534E-01	0.253	0.108
	5000000.	0.348	-0.173E-02	0.157	0.601E-01	0.266	0.122
K IX 4P 5D	200000.	0.136	0.307E-02	0.108E-01	0.726E-02	*0.211E-01	*0.134E-01
345.0 Å	500000.	0.971E-01	0.263E-02	0.165E-01	0.111E-01	*0.325E-01	*0.221E-01
C = 0.15E+21	1000000.	0.777E-01	0.260E-02	0.205E-01	0.137E-01	*0.393E-01	*0.275E-01
	2000000.	0.636E-01	0.189E-02	0.253E-01	0.162E-01	*0.463E-01	*0.326E-01
	3000000.	0.571E-01	0.157E-02	0.284E-01	0.175E-01	*0.504E-01	*0.355E-01
	5000000.	0.502E-01	0.140E-02	0.330E-01	0.194E-01	*0.540E-01	*0.392E-01
K IX 4P 6D	200000.	0.133	0.390E-02	*0.162E-01	*0.113E-01		
247.5 Å	500000.	0.977E-01	0.428E-02	*0.219E-01	*0.158E-01		
C = 0.44E+20	1000000.	0.795E-01	0.370E-02	*0.272E-01	*0.192E-01		
	2000000.	0.658E-01	0.300E-02	*0.328E-01	*0.224E-01		
	3000000.	0.593E-01	0.268E-02	0.371E-01	0.245E-01		
	5000000.	0.523E-01	0.219E-02	0.424E-01	0.262E-01	*0.689E-01	*0.531E-01
K IX 4P 7D	200000.	0.175	0.564E-02				
211.7 Å	500000.	0.132	0.634E-02				
C = 0.20E+20	1000000.	0.109	0.552E-02	*0.424E-01	*0.311E-01		
	2000000.	0.905E-01	0.491E-02	*0.524E-01	*0.352E-01		
	3000000.	0.817E-01	0.428E-02	*0.588E-01	*0.379E-01		
	5000000.	0.721E-01	0.333E-02	*0.672E-01	*0.408E-01		
K IX 5P 5D	200000.	11.1	0.901E-01	0.937	0.379		
2693.8 Å	500000.	7.99	0.457E-01	1.28	0.590	*2.52	*1.17
C = 0.89E+22	1000000.	6.46	0.425E-01	1.51	0.720	*2.91	*1.45
	2000000.	5.34	0.203E-02	1.78	0.853	*3.26	*1.71
	3000000.	4.82	-0.139E-02	1.94	0.920	*3.41	*1.85
	5000000.	4.26	0.412E-02	2.25	1.02	*3.63	*2.04
K IX 5P 6D	200000.	1.09	0.219E-01	*0.124	*0.781E-01		
660.9 Å	500000.	0.803	0.236E-01	*0.165	*0.109		
C = 0.31E+21	1000000.	0.657	0.194E-01	*0.203	*0.134		
	2000000.	0.546	0.146E-01	*0.237	*0.154		
	3000000.	0.493	0.132E-01	0.263	0.166		
	5000000.	0.435	0.107E-01	0.307	0.179	*0.504	*0.365
K IX 5P 7D	200000.	0.871	0.233E-01				
455.3 Å	500000.	0.655	0.261E-01				
C = 0.94E+20	1000000.	0.541	0.222E-01	*0.197	*0.142		
	2000000.	0.452	0.195E-01	*0.243	*0.161		
	3000000.	0.408	0.170E-01	*0.274	*0.175		
	5000000.	0.361	0.131E-01	*0.312	*0.186		
K IX 3D 4P	200000.	0.287E-01	0.392E-03	0.130E-02	0.263E-03	0.252E-02	0.497E-03
260.3 Å	500000.	0.194E-01	0.474E-03	0.230E-02	0.560E-03	0.454E-02	0.112E-02
C = 0.41E+21	1000000.	0.149E-01	0.482E-03	0.287E-02	0.791E-03	0.572E-02	0.159E-02
	2000000.	0.118E-01	0.430E-03	0.329E-02	0.994E-03	0.652E-02	0.200E-02
	3000000.	0.105E-01	0.434E-03	0.355E-02	0.111E-02	0.698E-02	0.225E-02
	5000000.	0.917E-02	0.385E-03	0.385E-02	0.127E-02	0.738E-02	0.257E-02
K IX 3D 5P	200000.	0.226E-01	0.474E-03	0.189E-02	0.452E-03	*0.368E-02	*0.848E-03
157.0 Å	500000.	0.159E-01	0.562E-03	0.271E-02	0.784E-03	*0.539E-02	*0.156E-02
C = 0.71E+20	1000000.	0.127E-01	0.571E-03	0.310E-02	0.995E-03	*0.617E-02	*0.201E-02
	2000000.	0.104E-01	0.541E-03	0.352E-02	0.120E-02	*0.688E-02	*0.242E-02
	3000000.	0.936E-02	0.487E-03	0.373E-02	0.133E-02	0.716E-02	0.268E-02
	5000000.	0.830E-02	0.415E-03	0.405E-02	0.147E-02	0.747E-02	0.295E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..103D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
K IX 4D 5P	200000.	0.351	0.359E-02	0.276E-01	0.225E-02	*0.538E-01	*0.425E-02
571.3 Å	500000.	0.249	0.534E-02	0.387E-01	0.439E-02	*0.769E-01	*0.878E-02
C = 0.78E+21	1000000.	0.199	0.506E-02	0.444E-01	0.609E-02	*0.873E-01	*0.123E-01
	2000000.	0.164	0.510E-02	0.505E-01	0.735E-02	*0.964E-01	*0.149E-01
	3000000.	0.148	0.472E-02	0.538E-01	0.820E-02	0.993E-01	0.166E-01
	5000000.	0.131	0.399E-02	0.592E-01	0.923E-02	0.103	0.188E-01
PERTURBER DENSITY = 1.E+20cm^{-3}							
K IX 3S 3P	200000.	0.664	-0.731E-02	0.641E-02	-0.425E-02	0.120E-01	-0.711E-02
626.3 Å	500000.	0.433	-0.816E-02	0.185E-01	-0.111E-01	0.362E-01	-0.210E-01
C = 0.63E+23	1000000.	0.323	-0.939E-02	0.301E-01	-0.179E-01	0.596E-01	-0.351E-01
	2000000.	0.248	-0.889E-02	0.424E-01	-0.248E-01	0.845E-01	-0.499E-01
	3000000.	0.215	-0.858E-02	0.472E-01	-0.277E-01	0.934E-01	-0.559E-01
	5000000.	0.182	-0.814E-02	0.542E-01	-0.319E-01	0.106	-0.645E-01
K IX 3S 4P	200000.	0.738E-01	0.435E-03	0.299E-02	0.361E-03	*0.555E-02	*0.602E-03
131.7 Å	500000.	0.499E-01	0.693E-03	0.543E-02	0.873E-03	*0.106E-01	*0.165E-02
C = 0.10E+22	1000000.	0.384E-01	0.574E-03	0.687E-02	0.132E-02	*0.136E-01	*0.258E-02
	2000000.	0.305E-01	0.560E-03	0.784E-02	0.177E-02	*0.155E-01	*0.357E-02
	3000000.	0.271E-01	0.579E-03	0.846E-02	0.197E-02	*0.166E-01	*0.398E-02
	5000000.	0.236E-01	0.489E-03	0.926E-02	0.224E-02	*0.175E-01	*0.453E-02
K IX 3S 5P	200000.	0.903E-01	0.133E-02	*0.710E-02	*0.145E-02		
98.8 Å	500000.	0.635E-01	0.179E-02	*0.105E-01	*0.278E-02		
C = 0.28E+21	1000000.	0.506E-01	0.178E-02	*0.120E-01	*0.365E-02		
	2000000.	0.414E-01	0.179E-02	*0.136E-01	*0.450E-02		
	3000000.	0.373E-01	0.159E-02	*0.144E-01	*0.495E-02		
	5000000.	0.330E-01	0.136E-02	0.156E-01	0.551E-02		
K IX 4S 4P	200000.	14.4	-0.223	0.501	-0.263	*0.935	-0.431
1657.9 Å	500000.	9.91	-0.316	0.948	-0.516	*1.86	-0.959
C = 0.17E+24	1000000.	7.75	-0.304	1.23	-0.723	*2.44	-1.40
	2000000.	6.23	-0.306	1.47	-0.878	*2.91	-1.77
	3000000.	5.54	-0.274	1.65	-0.975	*3.17	-1.96
	5000000.	4.83	-0.236	1.90	-1.11	*3.51	-2.24
K IX 4S 5P	200000.	1.04	0.301E-02	*0.735E-01	*0.501E-02		
319.4 Å	500000.	0.737	0.290E-02	*0.108	*0.110E-01		
C = 0.30E+22	1000000.	0.590	0.395E-02	*0.123	*0.158E-01		
	2000000.	0.484	0.407E-02	*0.139	*0.196E-01		
	3000000.	0.436	0.304E-02	*0.147	*0.217E-01		
	5000000.	0.386	0.255E-02	0.160	0.247E-01		
K IX 3P 4S	200000.	0.923E-01	0.431E-02	0.196E-02	0.411E-02	*0.383E-02	*0.671E-02
185.4 Å	500000.	0.634E-01	0.605E-02	0.579E-02	0.797E-02	*0.115E-01	*0.147E-01
C = 0.21E+22	1000000.	0.493E-01	0.577E-02	0.102E-01	0.108E-01	*0.204E-01	*0.208E-01
	2000000.	0.392E-01	0.571E-02	0.135E-01	0.132E-01	*0.269E-01	*0.266E-01
	3000000.	0.346E-01	0.533E-02	0.156E-01	0.147E-01	*0.306E-01	*0.294E-01
	5000000.	0.297E-01	0.464E-02	0.190E-01	0.164E-01	0.363E-01	0.333E-01
K IX 3P 5S	200000.	0.780E-01	0.707E-02	*0.560E-02	*0.713E-02		
121.5 Å	500000.	0.562E-01	0.816E-02	*0.119E-01	*0.122E-01		
C = 0.43E+21	1000000.	0.450E-01	0.808E-02	*0.159E-01	*0.156E-01		
	2000000.	0.366E-01	0.787E-02	*0.205E-01	*0.190E-01		
	3000000.	0.325E-01	0.700E-02	*0.238E-01	*0.208E-01		
	5000000.	0.280E-01	0.601E-02	*0.274E-01	*0.229E-01		
K IX 3P 6S	200000.	0.115	0.125E-01				
103.4 Å	500000.	0.853E-01	0.138E-01				
C = 0.17E+21	1000000.	0.693E-01	0.142E-01				
	2000000.	0.568E-01	0.132E-01				
	3000000.	0.506E-01	0.115E-01				
	5000000.	0.435E-01	0.103E-01	*0.538E-01	*0.419E-01		
K IX 3P 7S	200000.	*0.187	*0.161E-01				
95.3 Å	500000.	0.140	0.216E-01				
C = 0.89E+20	1000000.	0.115	0.222E-01				
	2000000.	0.948E-01	0.213E-01				
	3000000.	0.843E-01	0.187E-01				
	5000000.	0.723E-01	0.173E-01				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..103D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
K IX 4P 5S	200000.	1.56	0.865E-01	*0.867E-01	*0.937E-01		
446.9 Å	500000.	1.11	0.981E-01	*0.171	*0.161		
C = 0.58E+22	1000000.	0.885	0.979E-01	*0.224	*0.206		
	2000000.	0.720	0.955E-01	*0.288	*0.252		
	3000000.	0.642	0.837E-01	*0.327	*0.277		
	5000000.	0.558	0.715E-01	*0.383	*0.301		
K IX 4P 6S	200000.	0.981	0.826E-01				
272.3 Å	500000.	0.719	0.907E-01				
C = 0.12E+22	1000000.	0.582	0.941E-01				
	2000000.	0.477	0.874E-01				
	3000000.	0.425	0.753E-01				
	5000000.	0.367	0.675E-01	*0.374	*0.290		
K IX 4P 7S	200000.	*1.13	*0.849E-01				
222.3 Å	500000.	0.849	0.114				
C = 0.49E+21	1000000.	0.695	0.118				
	2000000.	0.571	0.113				
	3000000.	0.508	0.988E-01				
	5000000.	0.437	0.919E-01				
K IX 5P 6S	200000.	*13.8	*0.760				
873.1 Å	500000.	10.1	0.821				
C = 0.12E+23	1000000.	8.22	0.853				
	2000000.	6.79	0.784				
	3000000.	6.09	0.676				
	5000000.	5.32	0.609	*3.82	*2.86		
K IX 5P 7S	200000.	*7.13	*0.410				
507.2 Å	500000.	5.33	0.557				
C = 0.25E+22	1000000.	4.37	0.574				
	2000000.	3.61	0.550				
	3000000.	3.23	0.481				
	5000000.	2.80	0.450				
K IX 3P 3D	200000.	0.397	-0.175E-02	0.654E-02	-0.765E-03	0.122E-01	-0.128E-02
464.3 Å	500000.	0.258	-0.121E-02	0.165E-01	-0.213E-02	0.322E-01	-0.405E-02
C = 0.34E+23	1000000.	0.191	-0.235E-02	0.245E-01	-0.380E-02	0.483E-01	-0.747E-02
	2000000.	0.146	-0.162E-02	0.307E-01	-0.562E-02	0.612E-01	-0.113E-01
	3000000.	0.127	-0.170E-02	0.333E-01	-0.685E-02	0.662E-01	-0.138E-01
	5000000.	0.109	-0.165E-02	0.364E-01	-0.792E-02	0.721E-01	-0.160E-01
K IX 3P 4D	200000.	0.962E-01	0.117E-02	0.397E-02	0.239E-02	*0.741E-02	*0.391E-02
147.6 Å	500000.	0.655E-01	0.101E-02	0.767E-02	0.465E-02	*0.150E-01	*0.861E-02
C = 0.52E+21	1000000.	0.506E-01	0.121E-02	0.102E-01	0.639E-02	*0.198E-01	*0.123E-01
	2000000.	0.403E-01	0.112E-02	0.128E-01	0.782E-02	*0.239E-01	*0.157E-01
	3000000.	0.357E-01	0.919E-03	0.147E-01	0.867E-02	*0.265E-01	*0.175E-01
	5000000.	0.310E-01	0.828E-03	0.170E-01	0.966E-02	*0.290E-01	*0.195E-01
K IX 3P 5D	200000.	0.128	0.201E-02	*0.102E-01	*0.653E-02		
112.4 Å	500000.	0.906E-01	0.245E-02	*0.165E-01	*0.112E-01		
C = 0.16E+21	1000000.	0.722E-01	0.262E-02	*0.209E-01	*0.144E-01		
	2000000.	0.588E-01	0.236E-02	*0.262E-01	*0.176E-01		
	3000000.	0.527E-01	0.209E-02	*0.291E-01	*0.188E-01		
	5000000.	0.462E-01	0.205E-02	*0.342E-01	*0.210E-01		
K IX 3P 6D	200000.	*0.201	*0.877E-03				
99.6 Å	500000.	0.148	0.398E-02				
C = 0.71E+20	1000000.	0.120	0.367E-02				
	2000000.	0.996E-01	0.418E-02				
	3000000.	0.898E-01	0.389E-02				
	5000000.	0.792E-01	0.384E-02				
K IX 3P 7D	200000.	*0.314	-0.244E-02				
93.3 Å	500000.	*0.239	*0.434E-02				
C = 0.39E+20	1000000.	0.198	0.394E-02				
	2000000.	0.166	0.664E-02				
	3000000.	0.150	0.605E-02				
	5000000.	0.133	0.633E-02				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..103D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
K IX 4P 4D	200000.	10.2	0.164E-01	0.513	0.140		
1286.4 Å	500000.	7.05	-0.239E-01	0.867	0.280		
C = 0.40E+23	1000000.	5.52	-0.276E-02	1.05	0.397		
	2000000.	4.45	-0.569E-02	1.25	0.482	*2.35	*0.973
	3000000.	3.97	-0.217E-01	1.39	0.533	*2.52	*1.08
	5000000.	3.48	-0.182E-01	1.57	0.601	*2.66	*1.22
K IX 4P 5D	200000.	1.36	0.137E-01	*0.105	*0.599E-01		
345.0 Å	500000.	0.970	0.158E-01	*0.164	*0.103		
C = 0.15E+22	1000000.	0.775	0.178E-01	*0.205	*0.132		
	2000000.	0.635	0.156E-01	*0.253	*0.161		
	3000000.	0.570	0.131E-01	*0.284	*0.174		
	5000000.	0.501	0.134E-01	*0.330	*0.194		
K IX 4P 6D	200000.	*1.31	*0.272E-02				
247.5 Å	500000.	0.965	0.208E-01				
C = 0.44E+21	1000000.	0.786	0.191E-01				
	2000000.	0.652	0.224E-01				
	3000000.	0.588	0.206E-01				
	5000000.	0.519	0.207E-01				
K IX 4P 7D	200000.	*1.66	-0.145E-01				
211.7 Å	500000.	*1.27	*0.196E-01				
C = 0.20E+21	1000000.	1.05	0.177E-01				
	2000000.	0.879	0.317E-01				
	3000000.	0.796	0.287E-01				
	5000000.	0.705	0.304E-01				
K IX 5P 6D	200000.	*10.8	-0.288E-01				
660.9 Å	500000.	7.95	0.857E-01				
C = 0.31E+22	1000000.	6.50	0.712E-01				
	2000000.	5.42	0.940E-01				
	3000000.	4.89	0.905E-01				
	5000000.	4.33	0.992E-01				
K IX 5P 7D	200000.	*8.29	-0.900E-01				
455.3 Å	500000.	*6.31	*0.610E-01				
C = 0.94E+21	1000000.	5.24	0.510E-01				
	2000000.	4.40	0.116				
	3000000.	3.99	0.106				
	5000000.	3.53	0.118				
K IX 3D 4P	200000.	0.287	0.352E-02	0.127E-01	0.233E-02	*0.237E-01	*0.388E-02
260.3 Å	500000.	0.193	0.450E-02	0.230E-01	0.539E-02	*0.449E-01	*0.102E-01
C = 0.41E+22	1000000.	0.149	0.460E-02	0.287E-01	0.780E-02	*0.570E-01	*0.152E-01
	2000000.	0.118	0.423E-02	0.329E-01	0.992E-02	*0.651E-01	*0.200E-01
	3000000.	0.105	0.428E-02	0.355E-01	0.111E-01	*0.698E-01	*0.224E-01
	5000000.	0.917E-01	0.383E-02	0.385E-01	0.127E-01	*0.738E-01	*0.256E-01
K IX 3D 5P	200000.	0.226	0.402E-02	*0.183E-01	*0.392E-02		
157.0 Å	500000.	0.159	0.518E-02	*0.269E-01	*0.742E-02		
C = 0.71E+21	1000000.	0.127	0.536E-02	*0.309E-01	*0.974E-02		
	2000000.	0.104	0.526E-02	*0.352E-01	*0.119E-01		
	3000000.	0.936E-01	0.475E-02	*0.373E-01	*0.133E-01		
	5000000.	0.830E-01	0.413E-02	0.405E-01	0.147E-01		
K IX 4D 5P	200000.	3.51	0.330E-01	*0.267	*0.199E-01		
571.3 Å	500000.	2.49	0.516E-01	*0.385	*0.421E-01		
C = 0.78E+22	1000000.	1.99	0.493E-01	*0.443	*0.600E-01		
	2000000.	1.64	0.505E-01	*0.505	*0.734E-01		
	3000000.	1.48	0.465E-01	*0.537	*0.818E-01		
	5000000.	1.31	0.398E-01	*0.592	*0.923E-01		
PERTURBER DENSITY = 1.E+21cm^{-3}							
K IX 3S 3P	200000.	6.64	-0.498E-01	0.559E-01	-0.280E-01	*0.843E-01	-0.321E-01
626.3 Å	500000.	4.33	-0.688E-01	0.183	-0.988E-01	*0.349	-0.170
C = 0.63E+24	1000000.	3.23	-0.847E-01	0.300	-0.170	*0.589	-0.316
	2000000.	2.48	-0.814E-01	0.424	-0.244	*0.842	-0.471
	3000000.	2.15	-0.808E-01	0.472	-0.276	*0.933	-0.546
	5000000.	1.82	-0.788E-01	0.542	-0.318	1.06	-0.643

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..103D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
K IX 3S 4P	200000.	*0.738	*0.258E-02	*0.243E-01	*0.236E-02		
131.7 Å	500000.	0.499	0.590E-02	*0.527E-01	*0.772E-02		
C = 0.10E+23	1000000.	0.384	0.507E-02	*0.681E-01	*0.125E-01		
	2000000.	0.305	0.500E-02	*0.783E-01	*0.173E-01		
	3000000.	0.271	0.539E-02	*0.845E-01	*0.196E-01		
	5000000.	0.236	0.467E-02	*0.926E-01	*0.224E-01		
K IX 3S 5P	200000.	*0.892	*0.323E-02				
98.8 Å	500000.	*0.630	*0.123E-01				
C = 0.28E+22	1000000.	0.502	0.136E-01				
	2000000.	0.412	0.148E-01				
	3000000.	0.371	0.139E-01				
	5000000.	0.329	0.125E-01				
K IX 4S 5P	200000.						
319.4 Å	500000.	*7.32	*0.122E-01				
C = 0.30E+23	1000000.	5.86	0.245E-01				
	2000000.	4.82	0.311E-01				
	3000000.	4.34	0.242E-01				
	5000000.	3.84	0.222E-01				
K IX 3P 4S	200000.	0.922	0.162E-01	*0.186E-01	*0.249E-01		
185.4 Å	500000.	0.633	0.454E-01	*0.577E-01	*0.666E-01		
C = 0.21E+23	1000000.	0.493	0.472E-01	*0.102	*0.987E-01		
	2000000.	0.392	0.489E-01	*0.135	*0.127		
	3000000.	0.346	0.477E-01	*0.156	*0.146		
	5000000.	0.297	0.434E-01	*0.190	*0.164		
K IX 3P 5S	200000.	*0.759	*0.227E-02				
121.5 Å	500000.	0.551	0.434E-01				
C = 0.43E+22	1000000.	0.443	0.543E-01				
	2000000.	0.361	0.574E-01				
	3000000.	0.321	0.553E-01				
	5000000.	0.277	0.524E-01				
K IX 3P 6S	200000.	*0.997	-0.513E-01				
103.4 Å	500000.	*0.775	*0.368E-01				
C = 0.17E+22	1000000.	0.641	0.720E-01				
	2000000.	0.532	0.736E-01				
	3000000.	0.476	0.728E-01				
	5000000.	0.412	0.798E-01				
K IX 3P 7S	200000.						
95.3 Å	500000.	*1.11	*0.543E-02				
C = 0.89E+21	1000000.	*0.956	*0.731E-01				
	2000000.	0.811	0.818E-01				
	3000000.	0.731	0.923E-01				
	5000000.	0.637	0.116				
K IX 4P 5S	200000.	*15.3	-0.293E-01				
446.9 Å	500000.	*10.9	*0.483				
C = 0.58E+23	1000000.	8.75	0.632				
	2000000.	7.13	0.678				
	3000000.	6.36	0.645				
	5000000.	5.53	0.615				
K IX 4P 6S	200000.						
272.3 Å	500000.	*6.65	*0.215				
C = 0.12E+23	1000000.	*5.46	*0.460				
	2000000.	4.52	0.473				
	3000000.	4.04	0.466				
	5000000.	3.52	0.518				
K IX 4P 7S	200000.						
222.3 Å	500000.	*6.89	*0.217E-02				
C = 0.49E+22	1000000.	*5.87	*0.371				
	2000000.	4.96	0.420				
	3000000.	4.47	0.477				
	5000000.	3.90	0.610				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..103D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
K IX 3P 3D	200000.	3.97	-0.139E-01	0.563E-01	-0.505E-02	*0.832E-01	-0.583E-02
464.3 Å	500000.	2.58	-0.974E-02	0.162	-0.192E-01	*0.307	-0.333E-01
C = 0.34E+24	1000000.	1.91	-0.220E-01	0.244	-0.365E-01	*0.475	-0.685E-01
	2000000.	1.46	-0.150E-01	0.307	-0.555E-01	*0.610	-0.108
	3000000.	1.27	-0.160E-01	0.333	-0.684E-01	*0.661	-0.136
	5000000.	1.09	-0.160E-01	0.364	-0.791E-01	*0.720	-0.159
K IX 3P 4D	200000.	*0.952	-0.431E-02	*0.327E-01	*0.146E-01		
147.6 Å	500000.	0.650	0.110E-02	*0.748E-01	*0.390E-01		
C = 0.52E+22	1000000.	0.503	0.590E-02	*0.102	*0.586E-01		
	2000000.	0.400	0.620E-02	*0.128	*0.756E-01		
	3000000.	0.355	0.564E-02	*0.147	*0.863E-01		
	5000000.	0.308	0.643E-02	*0.170	*0.962E-01		
K IX 3P 5D	200000.						
112.4 Å	500000.	*0.865	-0.315E-02				
C = 0.16E+22	1000000.	0.694	0.690E-02				
	2000000.	0.569	0.656E-02				
	3000000.	0.511	0.846E-02				
	5000000.	0.450	0.131E-01				
K IX 3P 6D	200000.						
99.6 Å	500000.	*1.30	-0.115E-01				
C = 0.71E+21	1000000.	*1.09	-0.378E-03				
	2000000.	0.915	0.436E-02				
	3000000.	0.832	0.117E-01				
	5000000.	0.741	0.194E-01				
K IX 3P 7D	200000.						
93.3 Å	500000.						
C = 0.39E+21	1000000.	*1.65	-0.967E-02				
	2000000.	*1.43	*0.544E-02				
	3000000.	*1.32	*0.164E-01				
	5000000.	1.19	0.259E-01				
K IX 4P 5D	200000.						
345.0 Å	500000.	*9.30	-0.910E-01				
C = 0.15E+23	1000000.	7.49	0.447E-02				
	2000000.	6.17	0.282E-02				
	3000000.	5.55	0.182E-01				
	5000000.	4.90	0.678E-01				
K IX 4P 6D	200000.						
247.5 Å	500000.	*8.58	-0.103				
C = 0.44E+22	1000000.	*7.15	-0.335E-01				
	2000000.	6.02	-0.344E-02				
	3000000.	5.48	0.405E-01				
	5000000.	4.88	0.907E-01				
K IX 4P 7D	200000.						
211.7 Å	500000.						
C = 0.20E+22	1000000.	*8.82	-0.726E-01				
	2000000.	*7.63	*0.580E-02				
	3000000.	*7.02	*0.611E-01				
	5000000.	6.33	0.113				
K IX 3D 4P	200000.	*2.87	*0.231E-01	*0.103	*0.151E-01		
260.3 Å	500000.	1.93	0.380E-01	*0.223	*0.472E-01		
C = 0.41E+23	1000000.	1.49	0.414E-01	*0.285	*0.733E-01		
	2000000.	1.18	0.383E-01	*0.328	*0.969E-01		
	3000000.	1.05	0.400E-01	*0.355	*0.110		
	5000000.	0.917	0.369E-01	*0.385	*0.126		
K IX 3D 5P	200000.	*2.24	*0.130E-01				
157.0 Å	500000.	*1.58	*0.367E-01				
C = 0.71E+22	1000000.	1.26	0.423E-01				
	2000000.	1.03	0.442E-01				
	3000000.	0.932	0.419E-01				
	5000000.	0.827	0.383E-01				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..103D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
PERTURBER DENSITY = 1.E+22cm^{-3}							
K IX 3S 4P	200000.						
131.7 Å	500000.	*4.86	*0.133E-01				
C = 0.10E+24	1000000.	*3.76	*0.222E-01				
	2000000.	3.00	0.305E-01				
	3000000.	2.67	0.370E-01				
	5000000.	2.32	0.328E-01				
K IX 3S 5P	200000.						
98.8 Å	500000.						
C = 0.28E+23	1000000.						
	2000000.	*3.79	*0.623E-01				
	3000000.	*3.45	*0.652E-01				
	5000000.	3.09	0.605E-01				
K IX 3P 4S	200000.						
185.4 Å	500000.	*6.00	-0.583E-01				
C = 0.21E+24	1000000.	4.73	0.135				
	2000000.	3.78	0.258				
	3000000.	3.35	0.279				
	5000000.	2.88	0.264				
K IX 3P 5S	200000.						
121.5 Å	500000.	*4.11	-0.409				
C = 0.43E+23	1000000.	*3.56	-0.364E-01				
	2000000.	3.03	0.164				
	3000000.	2.74	0.196				
	5000000.	2.41	0.196				
K IX 3P 6S	200000.						
103.4 Å	500000.						
C = 0.17E+23	1000000.	*3.92	-0.202				
	2000000.	*3.64	*0.662E-01				
	3000000.	*3.40	*0.121				
	5000000.	3.08	0.187				
K IX 3P 7S	200000.						
95.3 Å	500000.						
C = 0.89E+22	1000000.						
	2000000.	*4.44	-0.793E-01				
	3000000.	*4.35	*0.324E-01				
	5000000.	*4.09	*0.175				
K IX 3P 4D	200000.						
147.6 Å	500000.	*6.01	-0.106				
C = 0.52E+23	1000000.	*4.73	-0.307E-01				
	2000000.	3.80	-0.342E-02				
	3000000.	3.39	-0.149E-02				
	5000000.	2.96	0.669E-02				
K IX 3P 5D	200000.						
112.4 Å	500000.						
C = 0.16E+23	1000000.						
	2000000.	*4.90	-0.214E-01				
	3000000.	*4.48	-0.587E-02				
	5000000.	4.01	0.230E-01				
K IX 3P 6D	200000.						
99.6 Å	500000.						
C = 0.71E+22	1000000.						
	2000000.						
	3000000.	*6.67	*0.135E-01				
	5000000.	*6.14	*0.350E-01				
K IX 3D 4P	200000.						
260.3 Å	500000.	*18.8	*0.946E-01				
C = 0.41E+24	1000000.	*14.6	*0.232				
	2000000.	11.6	0.260				
	3000000.	10.3	0.293				
	5000000.	9.05	0.280				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..103D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
K IX 3D 5P	200000.						
157.0 Å	500000.						
C = 0.71E+23	1000000.						
	2000000.	*9.51	*0.209				
	3000000.	*8.65	*0.219				
	5000000.	7.76	0.208				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..103D

divided by the corresponding full width at half maximum. For each value given in Table 1, the collision volume (V) multiplied by the perturber density (N) is much less than one and the impact approximation is valid (Sahal–Bréchot, 1969ab). Values for NV $>$ 0.5 are not given and values for $0.1 <$ NV ≤ 0.5 are denoted by an asterisk. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. When the impact approximation is not valid, the ion broadening contribution may be estimated by using quasistatic approach (Sahal–Bréchot 1991 or Griem 1974). In the region between where neither of these two approximations is valid, a unified type theory should be used. For example in Barnard *et al.* (1974), a simple analytical formulas for such a case are given. The accuracy of the results obtained decreases when broadening by ion interactions becomes important.

The discussion of obtained results and the comparison with the theoretical estimates on the basis of regularities and systematic trends (Djeniže and Labat, 1996) will be published in Dimitrijević and Sahal–Bréchot, 1998.

Acknowledgements – This work is a part of the project "Astrometrical, Astrodynamical and Astrophysical Investigations", supported by Ministry of Science and Technology of Serbia.

REFERENCES

Barnard, A.J., Cooper, J., Smith, E.W.: 1974, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **14**, 1025.
Bashkin, S., Stoner, J.O.Jr.: 1978, Atomic Energy Levels and Grotrian Diagrams, Vol. 2, North Holland, Amsterdam.
Dimitrijević, M.S., and Sahal–Bréchot, S.: 1984, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **31**, 301.
Dimitrijević, M.S., and Sahal–Bréchot, S.: 1995, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **109**, 551.
Dimitrijević, M.S., and Sahal–Bréchot, S.: 1998, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, in press.
Dimitrijević, M.S., Sahal–Bréchot, S., Bommier, V.: 1991, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **89**, 581.
Djeniže, S., Labat, J.: 1996, *Bull. Astron. Belgrade*, **154**, 17.
Fill, E.E., Schöning, T.: 1994, *J. Appl. Phys.*, **76**, 1423.
Fleurier, C., Sahal–Bréchot,S., Chapelle, J.: 1977, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **17**, 595.
Griem, H.R.: 1974, Spectral Line Broadening by Plasmas, Academic Press, New York.
Griem, H.R., Moreno, J. C.: 1990, in: X-Ray Lasers, ed. G. Tallents, Institute of Physics, Bristol, 301.
Merrill, P.W.: 1956, Lines of the Chemical Elements in Astronomical Spectra, Carnegie Inst. of Washington, Publication 610, Washington D. C.
Moore, C.E., Minnaert, M.G.J., Houtgast, J.: 1966, The Solar Spectrum 2935 Å to 8770 Å, NBS Monographs 61, U. S. Department of Commerce, NBS, Washington D.C.
Sahal–Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.*, **1**, 91.
Sahal–Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.*, **2**, 322.
Sahal–Bréchot, S.: 1974, *Astron. Astrophys.*, **35**, 321.
Sahal–Bréchot, S.: 1991, *Astron. Astrophys.*, **245**, 322.
Seaton, M. J.: 1987, *J. Phys. B*, **20**, 6363.
Trimble, V.: 1991, The Origin and Abundance of the Chemical Elements Revisited, Astron. Astrophys. Review, No 3, 1.

ТАБЕЛЕ ПАРАМЕТАРА ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА К VIII И К IX

М. С. Димитријевић[1] и S. Sahal–Bréchot[2]

[1] *Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11000 Београд, Југославија*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris-Meudon, 92190 Meudon, France

УДК 52–355.3
Претходно саопштење

Користећи семикласичан прилаз, израчунате су ширине и помераји спектралних линија, проузроковани сударима са електронима, протонима и двоструко наелектрисаним јонима хелијума, за 4 мултиплета К VIII и 30 мултиплета К IX. Резултати су дати у функцији температуре и концентрације пертурбера.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..131D

Serb. Astron. J. № 158 (1998), 131 – 145

UDC 929(497,11)"19/19"J.:52(092)
Professional paper

LIFE AND ACTIVITIES OF NENAD Dj. JANKOVIĆ (1911 - 1997)

M. S. Dimitrijević

Astronomical Observatory Volgina 7, 11160 Belgrade-74, Yugoslavia

(Received: October 1, 1998)

SUMMARY: The life and scientific, professional and other activities of Nenad Dj. Janković (1911-1997), who worked on the history of astronomy, ethno astronomical research, popularization of astronomy and the development of amateur astronomy in Serbia, are presented, followed by Bibliography of his works and Bibliography of works where he is mentioned.

On February 4, 1997, in Belgrade, passed away Nenad Dj. Janković, a laureate of the first Belgrade Observatory prize for scientific achievements, awarded him on the occasion of the Observatory's Day celebration in 1995. By profession he was a jurist, having retired as an official of the Federal Patent Bureau, but his love and passion and his life's commitment was astronomy. He was editor of the first Serbian periodical for astronomy "Saturn", one of the founders of the Astronomical Society "Rudjer Bošković", an originator and for twenty years (1953-1972) editor of the astronomical periodical "Vasiona" (Universe), dedicated to the popularization of astronomy. Janković devoted the best part of his creative work to the history of astronomy and he is the man who in this country contributed the most to the history of astronomy becoming familliar to many – of that science which made us closer to the stars.

Janković was born on May 28, 1911 in Belgrade. He attended the elementary and the secondary schools in his native town where he graduated from the Faculty of Law in 1934. In that same year he enrolled in the Department for Astronomy but shortly afterwards he gave up these studies. He got a job in the State Main Control, whence he joined the Ministry for Foreign Affairs. After the war he continued working in this Ministry. Thence he passed over into the Federal Bureau of Social Insurance, then into the Patent Bureau where he worked as a jurist until his retirement.

He engaged in astronomy in 1932, inspired by the James Jeans' book "Stars and their circling". At the Annual Meeting of the Astronomical Society of 16. I 1936 he was elected its secretary, discharging this duty (save for the breaks from 6. II – 9. II 1938 and 6. V 1939 – 21. I. 1940) until 19. V 1941, when the Society's activity was forbidden by the occupier (Jeličić 1998, Vasiona XLVI, 2). At the ordinary Annual Meeting of 17. V 1937 he was elected the proprietor, on behalf of the Society, of the periodical for astronomy "Saturn", becoming in 1940 its editor in chief. During the war he preserved the archive, delivering it to the restored Society. Remarkable is also his part in the campaign for establishing and erecting the People's Observatory and the Planetarium. When in 1953 the periodical "Vasiona" was started he became its editor in chief, keeping that post during the next twenty years (1953-1972). From 1972 to 1974 he was the President of the Astronomical Society "Rudjer Bošković". In 1995 the Scientific Council of the Belgrade Observatory awarded Janković the prize for his scientific achievements in astronomy, that prize having then been granted for the very first time.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..131D

Janković made a great contribution to studying the history of astronomy, ethno-astronomy and to the popularization of astronomy. He published in "Saturn" and "Vasiona" a great number of contributions, as well as in other periodicals and books. He likewise published a number of books among which a prominent place belongs to "Revelation of Universe. History of Astronomy up to the 19th Century" (Museum of Science and Technique and the Federal Institute for Textbooks and Teaching Devices, 1997); "Astronomy in Tradition, Customs and Folklore of Serbs" (SANU, 1951); "Astronomy in Ancient Serbian Manuscripts" (SANU, 1989); "Astronomy in Serbian Printed Calendars up to 1900" (SANU, 1994).

Besides astronomy he pursued musical composing, in the first place for piano. He wrote poems too and translated poetry from French and Latin. He left behind a number of unpublished manuscripts which deserve publication.

The creative work of Nenad Janković forms the foundation of the history of astronomy with Serbian People, important for the ethno-astronomical researches in our midst. Of substantial significance is also Janković's sixty-years work on the popularization of astronomy and the development of amateur astronomy in Serbia, resulting in the organization, development and growing of the Astronomical Society "Rudjer Bošković" and of its publishing activity.

BIBLIOGRAPHY

(Non signed bibliographical items (denoted with ***) are attributed to N. Janković in accordance with: Janković, N.: 1998, Lista mojih radova (List of my works), *Vasiona* **XLVI**, No. 1-2, 42).

1935

1. N. J.: 1935, Rotacija zvezda, *Saturn*, No. 1, 16-17.
2. N. J.: 1935, Menjanje udaljenosti izmedju Evrope i Amerike, *Saturn*, No. 5-6, 166.
3. N. J.: 1935, Temperatura sloja ozona u visokoj atmosferi, *Saturn*, No. 5-6, 168.
4. N. J.: 1935, Dejstvo kosmičkog zračenja na materiju, *Saturn*, No. 7, 200.
5. N. J.: 1935, Nova Herculis, *Saturn*, No. 8, 231.
6. N. J.: 1935, Brzina stratosferskih vetrova, *Saturn*, No. 8, 232.
7. N. J.: 1935, Položaj teleskopa od 200 palaca, *Saturn*, No. 9, 257.
8. Muller, P. (Preveo (Translated by) N. J.): 1935, Iduće iščezavanje Saturnovih prstenova, *Saturn*, No. 10, 266-270.

1936

9. Grujić, Vojislav (Potpretsednik), Janković, N. (Sekretar): 1936, Vesti iz Društva, *Saturn*, **II**, No. 1, 22.
10. Grujić, Vojislav (Potpretsednik), Janković, N. (Sekretar): 1936, Vesti iz Društva, *Saturn*, **II**, No. 2, 48.
11. Antoniadi, E.-M. (Prev. (Translated by) N. J.): 1936, Život u vasioni, *Saturn*, **II**, No. 3, 49-55.
12. Grujić, Vojislav (Potpretsednik), Janković, N. (Sekretar): 1936, Vesti iz Društva, *Saturn*, **II**, No. 3, 80.
13. Grujić, Vojislav (Potpretsednik), Janković, N. (Sekretar): 1936, Vesti iz Društva, *Saturn*, **II**, No. 4, 104.
14. Grujić, Vojislav (Potpretsednik), Janković, N. (Sekretar): 1936, Vesti iz Društva, *Saturn*, **II**, No. 6-7, 160.
15. Djuričić, Vojin (Pretsednik), Janković, Nenad (Sekretar): 1936, Vesti iz Društva, *Saturn*, **II**, No. 10, 256.

1937

16. Janković, Nenad Dj.: 1937, Spektroskopija i njena primena u astronomiji I, *Saturn*, **III**, No. 3, 72-82.
17. Janković, Nenad Dj.: 1937, Spektroskopija i njena primena u astronomiji II, *Saturn*, **III**, No. 4, 97-114.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..131D

18. Grujić, Dr Vojislav (Potpretsednik), Janković, Nenad Dj. (Sekretar): 1937, Vesti iz Društva, *Saturn*, **III**, No. 4, 128.

19. Djuričić, Vojin (Pretsednik), Janković, Nenad (Sekretar): 1937, Redovna godišnja skupština Astronomskog društva, *Saturn*, **III**, No. 5, 142-148.

20. Janković, Nenad Dj.: 1937, Astronomija na Medjunarodnoj izložbi u Parizu, *Saturn*, **III**, No. 8-9, 193-198.

21. N. J.: 1937, Udaljenost u Saturnovom sistemu, *Saturn*, **III**, No. 8-9, 226.

22. Djuričić, Vojin (Pretsednik), Janković, Nenad (Sekretar): 1937, Vesti iz društva, *Saturn*, **III**, No. 10, 256.

23. Djuričić, Vojin (Pretsednik), Janković, Nenad (Sekretar): 1937, Vesti iz društva, *Saturn*, **III**, No. 12, 320.

24. Janković, Nenad Dj.: 1938, Materija u medjuzvezdanom prostoru, *Saturn*, **IV**, No. 5, 154-158.

1938

25. Janković, N.: 1938, Saznanje o veličini vasione - problem koji danas najviše muči naučnike - astronome, *Politika*, 11. Maj.

26. ***: 1938, Šetnja po nebu (A part of the text "Izgled neba" signed by Pavle Emanuel. According to Janković, N.: 1998, Lista mojih radova, *Vasiona* **XLVI**, No. 1-2, 42, N. Janković is the author of this part of the text), *Saturn*, **IV**, No. 1, 34-35.

27. ***: 1938, Šetnja po nebu, *Saturn*, **IV**, No. 2, 64.

28. ***: 1938, Šetnja po nebu, *Saturn*, **IV**, No. 4, 130.

29. J.E.(Janković, Emanuel): 1938, Šetnja po nebu (A part of the text "Izgled neba u junu" signed by Pavle Emanuel. According to Janković, N.: 1998, Lista mojih radova, *Vasiona* **XLVI**, No. 1-2, 42, N. Janković is the author of this part of the text), *Saturn*, **IV**, No. 5, 165-166.

30. E.-J.: 1938, Šetnja po nebu (A part of the text "Izgled neba u julu i avgustu" signed by Pavle Emanuel. According to Janković, N.: 1998, Lista mojih radova, *Vasiona* **XLVI**, No. 1-2, 42, N. Janković is the author of this part of the text), *Saturn*, **IV**, No. 6-7, 194-196.

31. Djuričić, Vojin (Pretsednik), Janković, Nenad (Sekretar): 1938, Vesti iz društva, *Saturn*, **IV**, No. 6-7, 200.

32. E.-J.: 1938, Šetnja po nebu (A part of the text "Izgled neba u septembru" signed by Pavle Emanuel. According to Janković, N.: 1998, Lista mojih radova, *Vasiona* **XLVI**, No. 1-2, 42, N. Janković is the author of this part of the text), *Saturn*, **IV**, No. 8, 222-223.

33. N. J.: 1938, Pregled i novosti (Zlatna medalja Kraljevskog Britanskog astronomskog društva; Ponovna pojava polarne svetlosti; Konjunkcija Venere i Merkura; Jačina sjaja korone; Promenljiva zvezda R. Scuti; Kometa Gale), *Saturn*, **IV**, No. 8, 228.

34. N. J.: 1938, Jupiterovi sateliti, *Saturn*, **IV**, No. 8, 228-229.

35. N. J.: 1938, Nove linije medjuzvezdanog porekla, IV, No. 8, 229-230.

36. N. J.: 1938, Smrt grofa A. de la Baume Pluvinel-a, *Saturn*, **IV**, No. 8, 230.

37. N. J.: 1938, Georges M. Nikolitch: Les Yougoslaves en astronomie (XV-XX siècles), *Saturn*, **IV**, No. 8, 232.

38. E.-J.: 1938, Šetnja po nebu (A part of the text "Izgled neba u oktobru" signed by Pavle Emanuel. According to Janković, N.: 1998, Lista mojih radova, *Vasiona* **XLVI**, No. 1-2, 42, N. Janković is the author of this part of the text), *Saturn*, **IV**, No. 9-10, 266-267.

39. E.-J.: 1938, Šetnja po nebu (A part of the text "Izgled neba u novembru i decembru" signed by Pavle Emanuel. According to Janković, N.: 1998, Lista mojih radova, *Vasiona* **XLVI**, No. 1-2, 42, N. Janković is the author of this part of the text), *Saturn*, **IV**, No. 11, 300-301.

40. E.-J.: 1938, Šetnja po nebu (A part of the text "Izgled neba u januaru" signed by Pavle Emanuel. According to Janković, N.: 1998, Lista mojih radova, *Vasiona* **XLVI**, No. 1-2, 42, N. Janković is the author of this part of the text), *Saturn*, **IV**, No. 12, 331-333.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..131D

41. Antoniadi, E.-M.: 1938, Obožavani uranoliti (According to Janković, N.: 1998, Lista mojih radova, *Vasiona* **XLVI**, No. 1-2, 42, N. Janković translated this text), *Saturn*, **IV**, No. 12, 305-308.

42. Djuričić, Vojin (Pretsednik), Janković, Nenad (Sekretar): 1938, Vesti iz društva, *Saturn*, **IV**, No. 12, 336.

1939

43. ***: 1939, Šetnja po nebu, *Saturn*, **V**, No. 1, 16-18.

44. Janković, Nenad: 1939, Senekino mišljenje o postanku haloa, *Saturn*, **V**, No. 1, 36-37.

45. ***: 1939, Šetnja po nebu, *Saturn*, **V**, No. 2, 44-45.

46. Bošković, Stevan (Potpretsednik), Janković, Nenad (Sekretar): 1939, Vesti iz društva, *Saturn*, **V**, No. 2, 48.

47. ***: 1939, Šetnja po nebu, *Saturn*, **V**, No. 3, 64-66.

48. ***: 1939, Šetnja po nebu, *Saturn*, **V**, No. 4, 99.

49. Janković, Nenad Dj.: 1939, Mesec kod starih naroda, *Saturn*, **V**, No. 5, 112-124.

50. ***: 1939, Šetnja po nebu, *Saturn*, **V**, No. 5, 128-129.

51. *** (N. J.?): 1939, Atmosfere zvezda, *Saturn*, **V**, No. 5, 133.

52. N. J.: 1939, Veličina i širenje vasione, *Saturn*, **V**, No. 5, 134.

53. ***: 1939, Šetnja po nebu, *Saturn*, **V**, No. 6-7, 158-159.

54. N. J.: 1939, Šetnja po nebu, *Saturn*, **V**, No. 8-9, 185-186.

55. N. J.: 1939, Novopronadjeni beli patuljak, *Saturn*, **V**, No. 8-9, 191.

56. N. J.: 1939, Šetnja po nebu, *Saturn*, **V**, No. 10-11, 218-219.

57. N. J.: 1939, Varijacije u rotaciji Zemlje, *Saturn*, **V**, No. 10-11, 224.

58. N. J.: 1939, Temperatura stratosfere, *Saturn*, **V**, No. 10-11, 224.

59. Saget, Julien (preveo (Translated by) N. J.): 1939, Jedan vek astronomske fotografije, *Saturn*, **V**, No. 12, 234-236.

60. N. J.: 1939, Šetnja po nebu, *Saturn*, **V**, No. 12, 241-242.

1940

61. Janković, Nenad: 1940, Astronomi koji su stradali radi nauke, *Saturn*, **VI**, No. 1, 6-10.

62. N. J.: 1940, Izgled neba. Šetnja po nebu, *Saturn*, **VI**, No. 1, 26-28.

63. N. J.: 1940, Trista godina od rodjenja James-a Gregory-a, *Saturn*, **VI**, No. 1, 31.

64. N. J.: 1940, Meteoriti u vezi sa kometom Giacobini-Zinner, *Saturn*, **VI**, No. 1, 31.

65. N. J.: 1940, Šetnja po nebu, *Saturn*, **VI**, No. 2, 45-46.

66. Janković, Nenad: 1940, Jedna zaboravljena godišnjica. Prolaz Venere od 1639, *Saturn*, **VI**, No. 3, 58-61.

67. ***: 1940, Šetnja po nebu, *Saturn*, **VI**, No. 3, 73-75.

68. N. J.: 1940, Šetnja po nebu, *Saturn*, **VI**, No. 4-5, 117-118.

69. ***: 1940, G. Jean Bosler, *Saturn*, **VI**, No. 4-5, 128.

70. Janković, Nenad: 1940, Vladaoci zaslužni za astronomiju, *Saturn*, **VI**, No. 6-7, 154-157.

71. N. J.: 1940, Šetnja po nebu, *Saturn*, **VI**, No. 6-7, 161-164.

72. ***: 1940, Šetnja po nebu, *Saturn*, **VI**, No. 8-9, 204-205.

73. ***: 1940, Giambattista Porta, *Saturn*, **VI**, No. 8-9, 207.

74. N. J.: 1940, Hiljadu godina od rodjenja Gerbert-a, *Saturn*, **VI**, No. 8-9, 207-208.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..131D

75. Bosler, Jean (preveo (translated by) N. J.): 1940, Teža i opšta gravitacija. Predavanje održano na Kolarčevom Univerzitetu u Beogradu 30-III-1940, *Saturn*, **VI**, No. 10-11, 209-219.

76. N. J.: 1940, Šetnja po nebu, *Saturn*, **VI**, No. 10-11, 230-232.

77. N. J.: 1940, Philippe de la Hire (1640-1718), *Saturn*, **VI**, No. 10-11, 238.

78. N. J.: 1940, Šetnja po nebu, *Saturn*, **VI**, No. 12, 260-262.

1951

79. Janković, Nenad Dj. : 1951, Astronomija u predanjima, običajima i umotvorinama Srba, Srpska akademija nauka, Srpski etnografski zbornik, LXIII, Život i običaji narodni, 28, Naučna knjiga, Beograd, 1-206.

1952

80. Janković, Nenad Dj.: 1952, Njegoševe misli o vasioni, Stvaranje, VII, No. 3, Cetinje, 137-144

81. Janković, Nenad Dj. : 1952, Zašto dan smenjuje noć, Narodna knjiga, Nauka i život 1, Beograd, 1-62.

82. Janković, Nenad Dj. : 1952, Položaj Zemlje u vasioni, Narodna knjiga, Nauka i život 7, Beograd, 1-63.

83. ***: 1952, Nevolje i stradanja starih astronoma, *Politikin zabavnik*, 2. Avgust.

84. Jankovich, N. : 1952, Astronomy in the traditions, customs and folk literature of the Serbs, Srpska akademija nauka i umetnosti, Bulletin de l'Academie Serbe des sciences and des Arts VI, Classe des Sciences sociales, No 1, 12-15.

85. Jankoviq, Nenad: 1952, Pozita e tokës pë gjithëst, "Mustafa Bakija", Prishtine, 1-53.

1952-1953

86. Janković, Nenad Dj.: 1952-1953, Jedan naš posmatrač prvi je video kometu od 1577 i novu zvezdu od 1578, *Istoriski časopis*, **IV**, 71-81.

1953

87. Janković Nenad: 1953, Iz jednog starog kalendara, *Vasiona*, **I**, No. 1, 37-38.

1954

88. Janković Nenad: 1954, Naša astronomska terminologija, *Vasiona*, **II**, No. 3-4, 96-98.

89. N. J.: 1954, Akademsko astronomsko društvo, *Vasiona*, **II**, No. 3-4, 102.

90. N. J.: 1954, Nekoliko godišnjica, *Vasiona*, **II**, No. 3-4, 103.

91. Iancovici Nenad: 1954, De se zina este urmata de noupte, Vârs¸et¸, Libertatea, 1-48.

92. Iancovici Nenad: 1954, Pozit¸ia pamântului in univers, Vârs¸et¸, Libertatea, 1-46.

1954-1955

93. Janković, Nenad Dj.: 1954-1955, Komete u srpskim zapisima i letopisima, *Istoriski časopis*, **V**, 373-386. **IV**, 71-81.

1955

94. ***: 1955, Nepoznati letopisac pronalazač komete, *Politikin zabavnik*, 14. Maj.

95. Janković, N.: 1955, Upotreba raketa u prvom srpskom ustanku, *Vasiona*, **III**, No. 4, 85.

96. N. Jć.: 1955, Astrologija kod Srba, Enciklopedija Jugoslavije I, Leksikografski zavod FNRJ, Zagreb, 221-222.

97. N. Jć.: 1955, Astronomija kod Srba, Enciklopedija Jugoslavije I, Leksikografski zavod FNRJ, Zagreb, 223-224.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..131D

1956

98. ***: 1956, Dve uzbune u Splitu pre 716 godina, *Politikin zabavnik*, 7. Januar.
99. ***: 1956, Josip Slavenski, *Vasiona*, **IV**, No. 1, 15-17.

1957

100. ***: 1957, Komete u očima naših letopisaca, *Politikin zabavnik*, 21. Septembar.
101. ***: 1957, Šta treba znati o veštačkom satelitu, *Politikin zabavnik*, 12. Oktobar.
102. ***: 1957, Od Abarisove strele do veštačkog satelita, *Politikin zabavnik*, 19. Oktobar.
103. ***: 1957, Pogled iz Vasione na Zemlju, *Politikin zabavnik*, 9. Novembar.
104. ***: 1957, Jugosloveni u astronomiji, *Politikin zabavnik*, 7. Decembar.
105. ***: 1957, O znamenjima na nebu, *Politikin zabavnik*, 2. Novembar.
106. N. J.: 1957, Mars u prošlosti, *Vasiona*, **V**, No. 1, 2-4.
107. N. J.: 1957, Atanasije Stojković (1773-1832), *Vasiona*, **V**, No. 1, 23.
108. Janković, Nenad: 1957, Stevan P. Bošković, *Vasiona*, **V**, No. 2, 35-36.
109. Janković, N.: 1957, Tri zapisa o kometama u jednom starom rukopisu, *Vasiona*, **V**, No. 2, 56-57.
110. Janković, Nenad: 1957, Kalendar kod Srba, *Vasiona*, **V**, No. 3, 77.
111. N. J.: 1957, Vuk Marinković - povodom 150 godina od rodjenja, *Vasiona*, **V**, No. 4, 120.
112. Janković, Nenad: 1957, Meteorske pojave u našoj prošlosti. Verovanja i zapisi o zvezdama padalicama, bolidima i meteoritima, Srpska akademija nauka, Spomenik, CVI, 51-59.

1958

113. ***: 1958, Nebo i zvezde u zagonetkama, *Politikin zabavnik*, 5. April, 7.
114. ***: 1958, Neobjašnjene nebeske pojave, *Politikin zabavnik*, 26. April, 7.
115. ***: 1958, Kompozitor Josip Slavenski kao astronom, *Politikin zabavnik*, 10. Maj, 7.
116. ***: 1958, U šta se nekad...nije verovalo, *Politikin zabavnik*, 26. Juni, 2.
117. ***: 1958, Da li će svet propasti od toplote ili od hladnoće, *Politikin zabavnik*, 12. Juli, 2.
118. ***: 1958, Mlečni put u staro vreme i danas, *Politikin zabavnik*, 16. Avgust, 4.
119. ***: 1958, Vreme i kalendar kod starih Srba, *Politikin zabavnik*, 23. Avgust, 7.
120. ***: 1958, Neobično poreklo geografskih imena, *Politikin zabavnik*, 30. Avgust, 4.
121. ***: 1958, Kalevala, *Politikin zabavnik*, 11. Oktobar, 2.
122. ***: 1958, Slike na Mesecu, *Politikin zabavnik*, 18. Oktobar, 4.
123. ***: 1958, Garderoba naših predaka, *Politikin zabavnik*, 22. Novembar, 7.
124. ***: 1958, Sunčevi zraci, *Politikin zabavnik*, 20. Decembar.
125. Janković Nenad: 1958, Astronomski podaci u starim letopisima, *Vasiona*, **VI**, No. 2, 38-40.
126. N. J.: 1958, Novi uspeh astronautike, *Vasiona*, **VI**, No. 3, 67.
127. Janković Nenad: 1958, Sunce u našem narodu, *Vasiona*, **VI**, No. 4, 101-103.
128. N. J.: 1958, Simpozium posvećen Rudjeru Boškoviću, *Vasiona*, **VI**, No. 4, 109.

1959

129. ***: 1959, Iz slovenske mitologije, *Politikin zabavnik*, 14. Februar, 2.
130. ***: 1959, Život kompozitora Lilija, *Politikin zabavnik*, 14. Februar, 10.
131. ***: 1959, Jedan Dubrovčanin brani Ptolemeja, *Politikin zabavnik*, 11. Juli.
132. ***: 1959, Vergilije - pesnik koji je postao čarobnjak, *Politikin zabavnik*, 8. Avgust.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..131D

133. ***: 1959, Da li je Sunce toplo?, *Politikin zabavnik*, 22. Avgust.

134. ***: 1959, Iz dalekih vremena, *Politikin zabavnik*, 12. Septembar.

135. ***: 1959, Patenti, *Politikin zabavnik*, 3. Oktobar.

136. ***: 1959, Blago Sasanida, *Politikin zabavnik*, 10. Oktobar.

137. ***: 1959, Jedan sastanak, *Politikin zabavnik*, 14. Novembar.

138. Janković Nenad: 1959, Pomračenje Sunca u staro vreme, *Vasiona*, **VII**, No. 3, 78-81.

139. Janković Nenad Dj.: 1959, Boscovich comme propagateur de l'astronomie, Actes du Symposium international R. J. Boscovich, Beograd, Zagreb, Ljubljana, 115-122.

1960

140. ***: 1960, Tragom jedne legende, *Politikin zabavnik*, 7. Maj.

141. ***: 1960, Dubrovački vrač Bete, *Politikin zabavnik*, 2. Juli.

142. Janković, Nenad: 1960, Povodom tri nove hipoteze, *Vasiona*, **VIII**, No. 1, 5-8.

143. N. J.: 1960, Tamna materija u medjugalaktičkom prostoru, *Vasiona*, **VIII**, No. 3, 73.

144. N. J.: 1960, Bibliografija, *Vasiona*, **VIII**, No. 3, 78.

145. Janković, N.: 1960, Potpuno pomračenje kroz istoriju, *Vasiona*, **VIII**, No. 4, 95.

146. Janković, N.: 1960, Ekspedicija za pomračenje Sunca od 1936. godine, *Vasiona*, **VIII**, No. 4, 103-104.

147. Danić, Dr Rad., Janković, N., Djurković, P. M., Simovljević, J. I.: 1960, Potpuno pomračenje Sunca 15-II-1961. Uputstva za posmatranje, Izdanja Astronomskog društva "Rudjer Bošković", No. 2, Vojno Štamparsko preduzeće, 1-24 (N. Janković: Potpuno pomračenje Sunca kroz istoriju, 4-6).

1961

148. ***: 1961, Ka susednoj planeti, *Politikin zabavnik*, 22. April.

149. ***: 1961, Od Etane do Gagarina, *Politikin zabavnik*, 13. Maj.

150. Janković Nenad: 1961, Rudjer Bošković u životu i nauci, *Vasiona*, **IX**, No. 2, 33-36.

151. N. J.: 1961, Bibliografija astronomskih radova Rudjera Boškovića, *Vasiona*, **IX**, No. 2, 36-39.

152. Janković Nenad: 1961, Legenda o Suncu i Zori u jednoj srpskoj narodnoj pesmi, *Vasiona*, **IX**, No. 2, 58-61.

153. N. J.: 1961, Dubrovački simpozijum u spomen Rudjera Boškovića, *Vasiona*, **IX**, No. 4, 113.

154. Janković, N.: 1961, Lodge (Sir Oliver): Pionneers of sciences and the development of their scientific theories, Archives internationales d'histoire des sciences, Paris, 175-177 (Prema: Janković, N.: 1998, Lista mojih radova, *Vasiona* **XLVI**, No. 1-2, 42).

155. Janković Nenad: 1961, Astronomske minijature, Naučna knjiga, Popularna naučna knjiga, Prirodne nauke 1, Beograd, 1-232.

1962

156. Janković, Nenad: 1962, Novosti u zaštiti robe i usluga žigovima ili zaštitnim znakovima, Informator, Jugoslavenski instruktivno informativni list za kadrove u privredi i upravi, Zagreb, No. 816, 6. 01. 1962, 1-2.

157. Janković, Nenad: 1962, Zaštita uzoraka i modela, Informator, Jugoslavenski instruktivno informativni list za kadrove u privredi i upravi, Zagreb, No. 833, 3. 03. 1962, 3.

158. Janković, Nenad: 1962, Žigovi u privredi, Informator, Jugoslavenski instruktivno informativni list za kadrove u privredi i upravi, Zagreb, No. 863, 16. 06. 1962, 4.

159. N. J.: 1962, Kula Nebojša - Opservatorija, *Vasiona*, **X**, No. 3, 83-84.

1963

160. Janković, Nenad: 1963, Postupak za zaštitu patenta, *Informator, Jugoslavenski instruktivno informativni list za kadrove u privredi i upravi*, Zagreb, No. 971, 29. 06. 1963, 8-9.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..131D

161. Janković, Nenad: 1963, Prijave za zaštitu robnih i uslužnih žigova, *Informator, Jugoslavenski instruktivno informativni list za kadrove u privredi i upravi*, Zagreb, No. 987, 23. 08. 1963, 6-7.

1964

162. Janković, Nenad: 1964, Znaci kvaliteta proizvoda. Nov oblik industrijskog vlasništva, *Informator, Jugoslavenski instruktivno informativni list za kadrove u privredi i upravi*, Zagreb, No. 1207, 10. 01. 1964, 3-4.

1965

163. Janković, Nenad: 1965, Astronomi amateri u svetu i kod nas, *Vasiona*, **XIII**, No. 1, 5-8.

164. N. J.: 1965, Astronomsko društvo u San Mateo, *Vasiona*, **XIII**, No. 2, 39.

1966

165. N. J.: 1966, "Pionir 7" obilazi oko Sunca, *Vasiona*, **XIV**, No. 3, 71.

166. Janković, Nenad: 1966, Šestodnev Teodora Gramatika, *Vasiona*, **XIV**, No. 4, 78-80.

1967

167. Janković Nenad: 1967, Astronomsko štivo naših starih. Prenije od 1384, *Vasiona*, **XV**, No. 1, 14-16.

168. N. J.: 1967, M. A. Ramović: Catalogue of meteorites in the collections of Yugoslavia, *Vasiona*, **XV**, No. 1, 22-23.

169. Janković Nenad: 1967, Astronomsko štivo naših starih. Gorički zbornik, *Vasiona*, **XV**, No. 2, 36-37.

170. N. J.: 1967, Skupština Astronomskog društva "Rudjer Bošković", *Vasiona*, **XV**, No. 2, 40-41.

1968

171. Janković Nenad: 1968, Astronomsko štivo naših starih. Odlomci srednjovekovne kosmografije i geografije, *Vasiona*, **XVI**, No. 3-4, 51-53.

1969

172. N. J.: 1969, Nova ispitivanja Venere, *Vasiona*, **XVII**, No. 2, 38-41.

173. Janković Nenad: 1969, Astronomsko štivo naših starih. "Kalendar" Narodne biblioteke, *Vasiona*, **XVII**, No. 2, 42-43.

1970

174. Janković Nenad: 1970, Astronomsko štivo naših starih. Apokrif o Enohu, *Vasiona*, **XVIII**, No. 2, 34-36.

175. N. J.: 1970, Godišnja skupština, *Vasiona*, **XVIII**, No. 3-4, 64-65.

1971

176. N. J.: 1971, Djordje Nikolić, *Vasiona*, **XIX**, No. 3-4, 53-54.

1979

177. Janković, N. Dj.: 1979, Les plus anciens termes astronomiques chez les Serbes, Zbornik radova III Nacionalne konferencije Jugoslovenskih astronoma, Beograd 1977, *Publ. Obs. Astron. Belgrade*, **26**, 80-89.

1980

178. N. J.: 1980, Vinka Baljić-Djordjević, *Vasiona*, **XXVIII**, No. 4, 84-85.

179. N. Jć.: 1980, Astrologija kod Srba, Enciklopedija Jugoslavije I, Jugoslovenski leksikografski zavod, Zagreb, 311.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..131D

1982

180. N. J.: 1982, Avanti Bertoto. 27 decembar 1897 - 17 jun 1982, *Vasiona*, **XXX**, No. 3, 70-71.

181. ***: 1982, Flamarion priča, *Vasiona*, **XXX**, No. 3, 72.

182. ***: 1982, Flamarion priča, *Vasiona*, **XXX**, No. 4, 92.

1983

182. N. Jć.: 1983, Astrologija kod Srba, Enciklopedija Jugoslavije I, Izdanje na ćirilici, Jugoslovenski leksikografski zavod, Zagreb, 305-306.

183. ***: 1983, Flamarion priča, *Vasiona*, **XXXI**, No. 4, 80.

1984

184. Janković, Nenad Dj.: 1984, Jovana Rajića spis o kometi, *Vasiona*, **XXXII**, No. 1, 9-13.

185. Janković, Nenad Dj.: 1984, Nešto o Rajićevom spisu o kometama, *Vasiona*, **XXXII**, No. 2, 34-36.

186. N. J.: 1984, Frano Simović, *Vasiona*, **XXXII**, No. 2, 41.

187. Janković, Nenad Dj.: 1984, Zapisi i sećanja na Astronomsko društvo "Rudjer Bošković", *Publikacije Astronomskog društva "Rudjer Bošković"*, No. 3, Beograd, 1-262 + 10 (Photography of N. Janković seeing of Dj. Nikolić 25.10.1937. N. Jankovića during the Solar eclipse observation on Avala, 19. 6. 1936.).

1985

188. Janković, Nenad Dj.: 1985, Prvi predsednici Astronomskog društva, Zbornik radova VII nacionalne konferencije Jugoslovenskih astronoma, Beograd 9-11. V. 1984, *Publikacije Astronomskog društva "Rudjer Bošković"*, No. 4, Beograd, 37-39.

189. Janković, Nenad Dj.: 1985, Astronomija u delima Jovana Rajića, Zbornik radova VII nacionalne konferencije Jugoslovenskih astronoma, Beograd 9-11. V. 1984, *Publikacije Astronomskog društva "Rudjer Bošković"*, No. 4, Beograd, 77-86.

190. Janković, Nenad Dj.: 1985, Stav Srba prema reformi kalendara, Zbornik radova VII nacionalne konferencije Jugoslovenskih astronoma, Beograd 9-11. V. 1984, *Publikacije Astronomskog društva "Rudjer Bošković"*, No. 4, Beograd, 103-109.

1986

191. Janković, Nenad: 1986, Komete u srpskim zapisima i letopisima, In: Komete svedoci prošlosti, eds. J. Arsenijević, Dj. Teleki, Astronomska opservatorija Institut za Astronomska istraživanja, Astronomsko društvo "Rudjer Bošković", Beograd, 111-119.

192. Janković, Nenad: 1986, Pregled istorije astronomije u jugoslovenskim zemljama, In: Istorija astronomske nauke od Njutnova doba do naših dana, Branislav Ševarlić, Prirodno - matematički fakultet Univerziteta u Beogradu, Jugoslovenski zavod za produktivnost rada i informacione sisteme, Beograd, 143-159.

193. Janković, Nenad Dj.: 1986, Spomeni o Halejevoj kometi u Srba, *Vasiona*, **XXXIV**, No. 3, 49-51.

1987

194. N. J.: 1987, Fran Dominko u Beogradu, *Vasiona*, **XXXV**, No. 2, 41-42.

194. Janković, Nenad Dj.: 1986, Spomeni o Halejevoj kometi u Srba, *Vasiona*, **XXXIV**, No. 3, 49-51.

1988

195. Janković, N.: 1988, Uvredio je i okaljao lice grada heroja, *Politika*, 13. Oktobar.

196. Janković, Nenad Dj.: 1988, Nastava astronomije na Velikoj školi, In: Univerzitet u Beogradu 1838 - 1988, Zbornik radova, Univerzitet u Beogradu, Savremena administracija, Beograd, 413-423.

197. Janković, Nenad Dj.: 1988, Prva predavanja iz astronomije u novije vreme, *Vasiona*, **XXXVI**, No. 1, 3-5.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..131D

198. Janković, Nenad Dj.: 1988, Spomen o meteoritu od 1891, *Vasiona*, **XXXVI**, No. 2-3, 39-40.

1989

199. Janković, N.: 1989, "Glas Amerike" nekad i sad, *Politika*, 16. April.

200. Janković, N.: 1989, Po običaju Rugova ne navodi ni jedan dokaz, *Politika*, 6. Juli.

201. Jovanović, Jovan Zmaj (Izbor N. J.): 1989, Divna zvezda, *Vasiona*, **XXXVII**, No. 3, 84.

202. Janković Nenad Dj.: 1989, Milan Nedeljković, profesor Velike škole i osnivač njene Opservatorije, In: Sto godina Astronomske Opservatorije u Beogradu, *Publ. Obs. Astron. Belgrade*, No. **36**, 107-138.

203. Janković, Nenad Dj.: 1989, Astronomija u starim srpskim rukopisima, Srpska akademija nauka i umetnosti, Posebna izdanja DXC, Odeljenje Prirodno - matematičkih nauka 64, Beograd, 1-257+56 pages of photographies.

204. Janković, Nenad Dj.: 1989, Život van Zemlje u staroj srpskoj štampi, *Vasiona*, **XXXVII**, No. 3, 63-65.

1990

205. Janković, N.: 1990, Na teritoriji Srbije za sve važe isti zakoni (primedbe na ustav), *Politika*, 9. Avgust.

206. Janković, N.: 1990, Nastava geografije i astronomije u srpskim osnovnim i srednjim školama devetnaestog veka, Zbornik za historiju školstva i prosvjetu, Zagreb, Ljubljana (According to Janković, N.: 1998, Lista mojih radova, *Vasiona* **XLVI**, No. 1-2, 42).

1991

207. Janković, Nenad Dj.: 1991, Predavanja iz istorije astronomije (I), *Vasiona*, **XXXIX**, No. 1, 1-2 (separate numeration in the middle of the issue).

208. Janković, Nenad Dj.: 1991, Predavanja iz istorije astronomije (II), *Vasiona*, **XXXIX**, No. 2-3, 3-6 (separate numeration in the middle of the issue).

209. Janković, Nenad Dj.: 1991, Predavanja iz istorije astronomije (III), *Vasiona*, **XXXIX**, No. 5, 7-10 (separate numeration in the middle of the issue).

210. Jovanović, Jovan Zmaj (Odabrao N. J.): 1991, Nova astronomska teorija, *Vasiona*, **XXXIX**, No. 1, 24.

211. N. J.: 1991, Pavle V. Emanuel. Petrograd, 22 jun 1906 - Santa Roza, 5 oktobar 1990, *Vasiona*, **XXXIX**, No. 2-3, 48-49.

1992

212. Janković, N.: 1992, Car Dušan bio je car Srba, Bugara, Grka i Arbanasa, *Politika*, 25 Mart.

213. Janković, N.: 1992, Sa Ribnikarom u Kumanovu 1912, *Politika*, 31 Mart.

214. Janković, N.: 1992, Prisvajanje tudjih velikana, *Politika*, 3. Maj.

215. Janković, N.: 1992, Slavni komitet (poetry), *Javnost*, 11 Juli.

216. Janković, Nenad Dj.: 1992, Predavanja iz istorije astronomije (IV), *Vasiona*, **XL**, No. 1, 11-18 (separate numeration in the middle of the issue).

217. Janković, Nenad Dj.: 1992, Predavanja iz istorije astronomije (V), *Vasiona*, **XL**, No. 2, 19-22 (separate numeration in the middle of the issue).

218. Janković, Nenad Dj.: 1992, Predavanja iz istorije astronomije (VI), *Vasiona*, **XL**, No. 3-4, 22-30 (separate numeration in the middle of the issue).

219. Janković, Nenad: 1992, Nešto o pokretanju časopisa Astronomskog društva, *Vasiona*, **XL**, No. 1, 1-2.

1993

220. Janković, Nenad Dj.: 1993, Predavanja iz istorije astronomije (VII), *Vasiona*, **XLI**, No. 1, 31-34 (separate numeration in the middle of the issue).

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..131D

221. Janković, Nenad Dj.: 1993, Predavanja iz istorije astronomije (VIII), *Vasiona*, **XLI**, No. 2-3, 35-38 (separate numeration in the middle of the issue).

222. Janković, Nenad Dj.: 1993, Zapisi u jednoj štampanoj knjizi, Prilozi za književnost, jezik, istoriju i folklor (Filološki fakultet, Beograd), 57/58 (According to Janković, N.: 1998, Lista mojih radova, *Vasiona* **XLVI**, No. 1-2, 42).

1994

223. Janković, Nenad Dj.: 1994, Predavanja iz istorije astronomije (IX), *Vasiona*, **XLII**, No. 2-3, 39-42 (separate numeration in the middle of the issue).

224. Janković, Nenad Dj.: 1994, Astronomija u srpskim štampanim kalendarima, Srpska akademija nauka i umetnosti, Posebna izdanja DCXXVIII, Odeljenje Prirodno - matematičkih nauka 70, Beograd, 1-204.

1995

225. Janković, Nenad Dj.: 1995, Predavanja iz istorije astronomije (X), *Vasiona*, **XLIII**, No. 2, 43-46 (separate numeration in the middle of the issue).

226. Janković, Nenad Dj.: 1995, Astrofizika u srpskoj književnosti XIX veka, *Flogiston*, No. 2, 11-69.

227. Janković, Nenad Dj. (translated by): 1995, Rudjer Bošković: Pomračenja Sunca i Meseca (Translation, Introduction and remarks by N. Janković), Astronomsko Društvo "Rudjer Bošković, Beograd, 1-320 + XIV.

1996

228. Janković, Nenad Dj.: 1996, Predavanja iz istorije astronomije (XII), *Vasiona*, **XLIV**, No. 4, 55-62 (separate numeration in the middle of the issue).

229. Janković, Nenad Dj.: 1996, Otkrivanje vasione. Istorija astronomije do 19. veka, Muzej nauke i tehnike, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 1-904.

1997

230. Janković, Nenad Dj.: 1997, Demonstracije studenata Velike škole 1899. i 1900. godine, *Flogiston*, No. 5, 146-156.

1998

231. Janković, Nenad Dj.: 1998, Predavanja iz istorije astronomije (XIII), *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 63-78 (separate numeration in the middle of the issue).

232. Janković, Nenad Dj.: 1998, Teodor Gramatik (poetry), *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 37.

233. Janković, Nenad Dj.: 1998, Spisak mojih radova, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 42-53 (The photography of N. Janković with V. Protić-Benišek).

BIBLIOGRAPHY OF BIBLIOGRAPHIC ITEMS WHERE N. JANKOVIĆ IS MENTIOND

1. Nikolić, Dj. M. (Pretsednik), Tomljenovićeva, M. (Sekretar): 1935, Vesti iz Astronomskog Društva. Izveštaj sa godišnje skupštine održane 13 - XII - 1934 g., *Saturn*, **No. 1**, 32.

2. Nikolić, Dj. M. (Pretsednik), Tomljenović, Mirjana (Sekretar): 1935, Vesti iz Astronomskog Društva, *Saturn*, **No. 5-6**, 176.

3. Grujić, Vojislav (Potpretsednik), Janković, N. (Sekretar): 1936, Vesti iz Društva, *Saturn*, **II**, No. 1, 24.

4. Nikolić, Djordje M.: 1936, Rezultati posmatranja pomračenja Sunca od 19 juna 1936 god. (Photography of N. Janković with members of the Astronomical society expedition on Avala), *Saturn*, **II**, No. 6-7, 129-136.

5. Grujić, Vojislav (Potpretsednik), Janković, N. (Sekretar): 1936, Vesti iz Društva, *Saturn*, **II**, No. 6-7, 160.

6. ***: 1940, Skupština Jugoslovenskog astronomskog društva, *Saturn*, **VI**, No. 1, 20-23.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..131D

7. T. Dj.: 1956, IV redovna godišnja Skupština Astronomskog društva "Rudjer Bošković", *Vasiona*, **IV**, No. 1, 14.
8. T. Dj.: 1956, Vesti iz Astronomskog društva "Rudjer Bošković", *Vasiona*, **IV**, No. 3, 70-71.
9. T. Dj.: 1957, Peta redovna godišnja Skupština Astronomskog društva "Rudjer Bošković", *Vasiona*, **V**, No. 2, 46-47.
10. T. Dj.: 1958, Sastanak predstavnika astronomskih organizacija u FNRJ, *Vasiona*, **VI**, No. 2, 53-54 (Photography of N. Janković with participants of the meeting) .
11. T. Dj.: 1958, VI godišnja Skupština Astronomskog društva "Rudjer Bošković", *Vasiona*, **VI**, No. 2, 54.
12. T. Dj.: 1959, VII godišnja Skupština Astronomskog društva "Rudjer Bošković", *Vasiona*, **VII**, No. 2, 45.
13. T. Dj.: 1960, VIII redovna godišnja Skupština Astronomskog društva "Rudjer Bošković", *Vasiona*, **VIII**, No. 1, 11.
14. Djurković, Pero M.: 1961, Pripreme i rezultati programa potpunog pomračenja Sunca 15-II-1961, *Vasiona*, **IX**, No. 1, 2-5.
15. Kubičela, Petar: 1961, Ekipa Astronomskog društva "Rudjer Bošković" na Hvaru, *Vasiona*, **IX**, No. 1, 5-6.
16. M. Dj.: 1961, IX godišnja Skupština Astronomskog društva "Rudjer Bošković", *Vasiona*, **IX**, No. 1, 21-22.
17. Danić, R.: 1962, Nenad Janković: Astronomske minijature, *Vasiona*, **X**, No. 3, 93.
18. P. M. Dj.: 1962, Godišnja skupština Astronomskog društva "R. Bošković" održana 15 aprila 1962. *Vasiona*, **X**, No. 2, 51-52.
19. Djurković, Pero M.: 1964, Kratak prikaz svečanog otvaranja Narodne opservatorije Astronomskog društva "Rudjer Bošković", *Vasiona*, **XII**, No. 4, 73-75 (Photography of N. Janković).
20. Sadžakov Sofija: 1965, Godišnja skupština Astronomskog društva "Rudjer Bošković", *Vasiona*, **XIII**, No. 2, 37.
21. Z. I.: 1968, XVI Godišnja skupština Astronomskog društva "Rudjer Bošković", *Vasiona*, **XVI**, No. 3-4, 62-63.
22. V. E.: 1969, Godišnja skupština Astronomskog društva "R. Bošković. *Vasiona*, **XVII**, No. 3-4, 70-72.
23. ***: 1972, Skupština Astronomskog društva "Rudjer Bošković, *Vasiona*, **XX**, No. 2, 46-47.
24. Upravni odbor: 1973, Zahvalnost za nesebično zalaganje, *Vasiona*, **XXI**, No. 1, 46.
25. P. M. Dj.: 1974, Godišnja skupština Astronomskog društva "Rudjer Bošković, *Vasiona*, **XXII**, No. 1, 32.
26. T. A.: 1974, Redovna godišnja skupština Društva, *Vasiona*, **XXII**, No. 4, 121-122.
27. Andjelić, Tatomir T.: 1978, Povodom dvadesetpetogodišnjice "Vasione", *Vasiona*, **XXVI**, No. 2, 25-26.
28. Djurković, P. M., Ševarlić, Prof. dr. B.: 1980, Kako je Beograd dobio planetarijum, *Vasiona*, **XXVIII**, No. 1-2, 4-5.
29. Jeličić, Milan: 1980, Deset godina rada Beogradskog planetarijuma, *Vasiona*, **XXVIII**, No. 1-2, 5-7.
30. Tomić, A.: 1981, I Konferencija (XXVIII Skupština) Društva, *Vasiona*, **XXIX**, No. 2-3, 54-55 (Photography of N. Janković with a part of participants, on the 3 page of the cover).
31. T. A.: 1981, Nenad Janković - Počasni član, *Vasiona*, **XXIX**, No. 2-3, 55.
32. Jeličić, Milan: 1984, Pedeset godina Astronomskog društva "Rudjer Bošković", *Vasiona*, **XXXII**, No. 1, 1-6 (Photography of N. Janković).
33. Emanuel, Pavle: 1984, Sećanje na prve dane Astronomskog društva, *Vasiona*, **XXXII**, No. 5, 91-92.
34. Jeličić, Milan: 1984, VII Nacionalna konferencija astronoma Jugoslavije, *Vasiona*, **XXXII**, No. 5, 94-108 (Photography of N. Jankovića speaking, 3 page of the cover and two photographies of N. Jankovića in the auditorium on the 4 page of the cover).
35. Tomić, Aleksandar: 1984, Svečana akademija povodom 50 godina Društva, *Vasiona*, **XXXII**, No. 5, 108-109.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..131D

36. Jeličić, Milan: 1984, Izložba "Astronomsko društvo "Rudjer Bošković", 1934-1984, *Vasiona*, **XXXII**, No. 5, 110-114.

37. Tomić, A.: 1984, Anegdote iz života Društva, *Vasiona*, **XXXII**, No. 5, 117-118.

38. ***: 1987, Sto godina Astronomske opservatorije u Beogradu, *Publ. Obs. Astron. Belgrade*, No. **36**, 88 (Photography of N. Janković with the group of participants of the II seminar: Astrophysics in Yugoslavia).

39. Ivanišević, G., Djokić, N.: 1987, Bibliografija izdanja Astronomske opservatorije u Beogradu, In: Sto godina Astronomske opservatorije u Beogradu, *Publ. Obs. Astron. Belgrade*, No. **36**, 333-402.

40. Dimitrijević, Milan S.: 1988, II Seminar:Astrofizika u Jugoslaviji, *Vasiona*, **XXXVI**, No. 4, 73-75 (N. Janković on the photography of participants, on the 3 page of the cover, and in the text, on the photography with a group of participants).

41. Tomić, Aleksandar: 1991, Nenad Dj. Janković: Astronomija u starim srpskim rukopisima, *Vasiona*, **XXXIX**, No. 2-3, 52.

42. R. D.: 1966, Rad Narodne opservatorije, *Vasiona*, **XIV**, No. 3, 59.

43. Jeličić, Milan: 1992, Četrdeseta godina "Vasione", *Vasiona*, **XL**, No. 1-2, 2-7 (Photography of N. Janković).

44. Jeličić, Milan: 1994, Šezdeset godina Astronomskog društva "Rudjer Bošković", *Vasiona*, **XLII**, No. 5, 94-101.

45. Jeličić, Milan: 1995, Godišnjice i nagrade, *Vasiona*, **XLIII**, No. 3-4, 56-57 (Photography of N. Janković, unveiling the list of directors of Astronomical observatory).

46. Jeličić, Milan: 1996, Rudjer Bošković: Pomračenja Sunca i Meseca, *Vasiona*, **XLIV**, No. 1-2, 26-27.

47. Jeličić, Milan: 1996, Promocija knjige "Pomračenja Sunca i Meseca", *Vasiona*, **XLIV**, No. 3, 62-63.

48. Jeličić, Milan: 1996, Sećanja Nenada Jankovića, *Vasiona*, **XLIV**, No. 3, 63.

49. Dimitrijević, Milan S.: 1996, Belgrade Astronomical Observatory in 1995, *Publ. Astron. Obs. Belgrade*, No. **52** (Str. 71. Photography of N. Janković receiving the prize of Astronomical observatory for the scientific work. The page 73. Photography of N. Janković unveiling the list of directors of Astronomical observatory).

50. Tomić, Aleksandar: 1996, Rudjer Bošković: Pomračenja Sunca i Meseca, *Flogiston*, No. 3, 218-219.

51. Jeličić, Milan: 1997, Nenad Dj. Janković, *Vasiona*, **XLV**, No. 1-2, 1.

52. Dimitrijević, dr Milan: 1997, Nenad Dj. Janković. Otkrivanje vasione (Istorija astronomije do 19 veka), *Flogiston*, No. 5, 271-273.

53. Jeličić, Milan: 1997, Nenad Dj. Janković 1911-1997, *Flogiston*, No. 6, 281-290.

54. Dimitrijević, Milan S.: 1998, Spomenica. Nenad Dj. Janković (28. 5. 1911 - 4. 2. 1997). Povodom godinu dana od njegove smrti, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 1 (Photography of N. Jankovića).

55. Dimitrijević, Milan S. (editor): 1998, Spomenica. Nenad Dj. Janković. Povodom godinu dana od smrti, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, (Photography of N. Janković on the 1 page of the cover, four pages with photographies inside: 1. N. Janković, officer in the reserve, 1934; 2. N. J. with sister Slava and brother Vojislav, 1920; 3. With daughter Mirka, around 1945; 4. The seeing of Djordje Nikolić, to Paris, 25. 10. 1937; 4. With the military unit, Bitolj, 1939; 6. With Jela Emanuel and spose Olivera, 1972; 7. On diplomatic conference, Vienna, 1973; On the 3 page of the cover, N. Janković with a part of participants of the I Conference of the Society; On 4 page of the cover, N. Janković with a group of participants of II seminar Astrophysics in Yugoslavia. Jugoslaviji).

56. Jeličić, Milan: 1998, Nenad Dj. Janković, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 2-5.

57. Vitorović, Zoran: 1998, Džentlmen srpske astronomije, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 6.

58. Vukdragović, Milan: 1998, ***, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 6.

59. Gajić, Mr Dragutin: 1998, Nenad Janković i Radovan Danić, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 7.

60. Grujić, Jovan: 1998, ***, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 7.

61. Dačić, Mr Miodrag: 1998, Nenad Janković, Sećanje koje traje, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 8.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..131D

62. Denković, Dragaš Dj.: 1998, Nekoliko reči o dragom školskom drugu Nenadu Dj. Jankoviću, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 8-9.
63. Djokić, Milorad: 1998, Sećanje na lik Nenada Jankovića, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 9-10.
64. Djordjević, Dr Branislav: 1998, Nenad Janković - Jučerašnji svet, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 10-11.
65. Djordjević, Dr Radomir: 1998, O Nenadu Jankoviću, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 12.
66. Ivanović, Zoran: 1998, Sećanja na gospodina Nenada Jankovića, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 12-13.
67. Janković, Vladimir: 1998, Sećanja na nezaboravnog profesora, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 13-14.
68. Jeličić, Milan: 1998, Moj "otac" Nenad Janković, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 14-15.
69. Jovanić, Dr Predrag B.: 1998, Gospodin Nenad Janković, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 15-16.
70. Jovanović, Dr Božidar D.: 1998, Kako i po čemu pamtim G. Nenada Dj. Jankovića?, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 16-19.
71. Jovanović, Ljubiša: 1998, Sećanja na Nenada Jankovića, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 19.
72. Jugin, Milivoj: 1998, ***, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 19
73. Knežević, Dragan: 1998, Gospodin Nenad Janković, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 19-20
74. Marković, dipl. inž. Dragan: 1998, Gospodin, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 20.
75. Mijić, Dr Milan: 1998, ***, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 20-21.
76. Milogradov-Turin, Dr Jelena: 1998, Sećanja na gospodina Nenada Dj. Jankovića, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 22-23.
77. Milošević, Branislav: 1998, Sećanje, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 24.
78. Pekez, Dragan: 1998, ***, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 24.
79. Popović, Dr Luka Č.: 1998, Sećanje na gospodina Nenada Jankovića, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 24.
80. Protić, Milorad B.: 1998, Nenad Dj. Janković (sećanja), *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 25.
81. Protić-Benišek, Mr Vojislava: 1998, Jedno sentimentalno sećanje: Nenadu Jankoviću - Sa poštovanjem, ljubavlju i tugom. Čokolada, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 25-26.
82. Rajičić, Akademik Stanojlo: 1998, Sećanje na Nenada Jankovića, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 31.
83. Stanilović, Milan: 1998, ***, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 31.
84. Tomić, Aleksandar: 1998, Nenad Janković - motor koji je radio za Astronomsko društvo 60 godina, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 31-34.
85. Čubra, Andrej: 1998, Sećanje na Nenada Jankovića, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 34.
86. Milogradov-Turin, dr Jelena: 1998, Oproštajni govori, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 35 (Photography from the funeral of N. Janković).
87. Tomić, Aleksandar: 1998, Opraštamo se od Nenada Jankovića, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 36.
88. Tomić, Aleksandar: 1998, Astronomi, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 38 (A poem dedicated to Nenad Janković. Photography of N. Janković with A. Tomić and spose Olivera from 1989.).
89. Djordjević, dr Radomir: 1998, Nenad Janković - Istoričar nauke, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 39-40.
90. Jeličić, Milan (pripremio): 1998, Nenad Janković i Tadija Pejović na vojnoj vežbi, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 40-41.
91. Dimitrijević, Milan S.: 1998, Otkrivanje vasione. Istorija astronomije do 19. veka, Nenada Dj. Jankovića, *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 54-55.
92. Jeličić, Milan: 1998, Promocija knjige "Otkrivanje vasione", *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 55 .
93. Jeličić, Milan (priredio): 1998, Izvod iz prikaza Vladimira Ajdačića knjige "Otkrivanje vasione", *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 56.
94. ***: 1998, Nenad Janković (1911-1997), *Vasiona*, **XLVI**, No. 1-2, 56.
95. Beatović, Dušan: 1998, XV Beogradski astronomski vikend, *Vasiona*, **XLVI**, No. 3, 84-87.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..131D

ЖИВОТ И РАД НЕНАДА Ђ. ЈАНКОВИЋА
(1911-1997)

М. С. Димитријевић

Астрономска опсерватотија, Волгина 7, 11160 Београд-74, Југославија

УДК 929(497,11)"19/19"J.:52(092)
Стручни рад

У раду су приказани живот, научна, стручна и друге активности Ненада Јанковића (1911-1997), који се бавио историјом астрономије, етно астрономским истраживањима, популаризацијом астрономије и развијањем аматерске астрономије у Србији. На крају је дата његова библиографија и библиографија радова у којима се он помиње.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..147D

Serb. Astron. J. № 158 (1998), 147 – 156

UDC 929(497,11)"19/19"A.:52(092)
Professional paper

LIFE AND SCIENTIFIC ACTIVITY OF PROFESSOR IVAN ATANASIJEVIĆ (1919-1998)

M. S. Dimitrijević

Astronomical Observatory Volgina 7, 11160 Belgrade-74, Yugoslavia

(Received: September 26, 1998)

SUMMARY: The life and scientific, professional and other activities of professor Ivan Atanasijević (1919-1998), the founder of radio astronomy in Serbia, professor of the Belgrade and Nimegen University, are presented, followed by Bibliography of his works.



Ivan Atanasijević

On june 26, 1998 in Nimegen, Holland, passed away Ivan Atanasijević, the founder of the Serbian radio astronomy, professor of the Belgrade and Nimegen Universities. It is he who introduced and instituted the astrophysics as a separate subject at the Belgrade University. He was a fellow of the Belgrade Observatory in the period 1945-1948.

Ivan M. Atanasijević was born on February 22, 1919, in Belgrade. He took an interest in astronomy very early, starting collaboration with the first Serbian journal for popularization of astronomy "Saturn" already as a secondary school pupil. He published his contributions, for the writting of which he had the benefit of the Belgrade Observatory's library, under his full name, but also under the pseudonym St (Atanasijević's written statement in the authors's files) and under the initials I.M.A. and I.A.. In "Saturn" No. 3, 1936, we find on the page 80, in the Section "Society's News", Mr. I. Atanasijević having been elected full member of the Astronomical Society at the session of the Menagerial Board on March 15, 1936.

He completed his elementary and secondary education in Belgrade. On completing the secondary school in 1937 he enrolled in the Faculty of Philosophy, Group for Applied Mathematics. Acording to Atanasijević's written statement (in author's files)

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..147D

this Group, with its main subjects Rational Mechanics, Celestial Mechanics and Theoretical Physics, seemed to him to be the closest to the astrophysics.

The Second World War made him break off his studies. He resumed them after the war ended. He graduated from the Group for Applied Mathematics in 1947 with the average mark 9.98. From January 1945 to 1948 he was engaged at the Belgrade Observatory, first as an observer, being promoted to assistant on completing his studies.

In April 1948 he joined the Department of Physics of the Faculty of Sciences. At this time he became interested in radio astronomy, trying to construct a radio-astronomical receiver. The school year 1951/52 was spent by him in the Laboratory for Radio-astronomy of the Institute for Astrophysics in Paris, with the French radio-astronomy pioneer M. Laffineur. Here he took part in the first measurements in France of the radio-emission of the Milky Way (wavelength 117 cm). Besides, he carried out measurements, using Institute's radio-telescope during the partial solar eclipse of February 25, 1952. Having returned to Belgrade he took on constructing a receiver for the solar radio-emission at the wavelenth 50 cm, registering successfully in July 1955 for the first time the radio-emission of the Sun. In 1954 he was elected a lecturer for the subject Astrophysics, just introduced at the Department of Physics. In 1956 he defended his doctoral disseration "Radiation of the Milky Way on the wavelength 117 cm", before the Examination Board with Milutin Milanković, Dragoljub Jovanović and Pavle Savić as its members, following which he was elected assistant professor. On invitation he left for Paris where he worked at the Institute of Astrophysics in the Group for spectrophotometry of continuous stellar spectra. He carried out these observations at the Haute Provence Observatory in the Southern France and at the high altitude observatory on Jungfraujoch in Switzerland. Jointly with Vladimir Kurganoff he participated in the international campaign of photo-electrical measurements of the Beta Lirae radiation, performed at the Lille University Observatory. In his absence the subject Astrophysics was suspended at the Department of Physics and transferred to the Department of Mechanics and Astronomy of the Belgrade Faculty of Sciences where he took it on after having returned to Belgrade. Thanks to his initiative and endeavours a small light construction building was erected within the Belgrade Observatory's grounds serving for the practical works of the students. Next to this building Atanasijević installed a radio telescope and a radio-interferometer, starting therewith measurements of the solar radio-radiation. These measurements and researches were conducted until the end of 1965.

In the meantime Astronomy was detached from and instituted as a separate Department, Atanasijević being elected in 1964 as its associated professor. In the procedure of his election he submitted the manuscript of the textbooks "Lectures in the Practical Astrophysics" and, together with Jelena Milogradov, "Selected chapters of stellar astronomy". These are the first textbooks of astrophysics with us. The second one has been published in 1968, 1974 and 1997 (Atanasijević, Milogradov 1968, 1974, 1997) but the first one unfortunately remained a manuscript. For reason of its historical interest and its contents, testifying to pedagogic talents of Professor Atanasijević, its contents are given in the Appendix.

On January 1, 1960 Atanasijević got the appointment at the Faculty of Sciences in Nimegen, Holland, and left the country. There he lectured in General Astronomy and Selected Chapters of Astronomy all through until he retired on January 1, 1984. He conceived and organized practical exercises in Astronomy which included observations and photographing of the sky. For the series of exercises "Introduction into Research Work", destined to his students of physics and Astronomy he designed a celostat with the aid of which the distribution of monochomatic light over the solar disc could be monitored. Atanasijević inspired and instituted regular observations of the Sun in white light and in H alpha line, as well as the Service for observing the ionospheric disturbances of other radio waves. These observations are kept on at the present time within the framework of international nets (SIDC, Brussels and RWC, Meudone, France). He was a member of the International Astronomical Union, British Astronomical Society, Italian Astronomical Society and the Dutch Astronomical Club. He died on June 26, 1998 in Nimegen.

Ivan Atanasijević's Bibliography, given here, comprises 91 entries. There are among others the first Serbian scientific papers concerning radio-astronomy. Those of them treating the first measurements of the radio-emission of the Milky Way, executed in France, are pioneering in this field on the international scale. A testimony to Atanasijević's pedagogical talents is the fact that the Science Citation Index, publishing in the USA, registers seven citations in the international scientific literature of his textbook "Selected Exercises in Galactic Astronomy". From the enclosed Bibliography we see Ivan Atanasijević as a great popularizer of Astronomy in our midst, his activity in this field begun in 1936, when he as a secondary school pupil became a collaborator of "Saturn", the first journal dedicated to the popularization of Astronomy in Serbia.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..147D

BIBLIOGRAPHY OF IVAN ATANASIJEVIĆ

1936

1. I. M. A. (translated by): Klein Hermann: 1936, Astronomske večeri (VI), *Saturn*, **II**, No. 1, 10-15.
2. I. M. A. (translated by): Klein Hermann: 1936, Astronomske večeri (Nastavak VI večeri; VII), *Saturn*, **II**, No. 2, 35-39.
3. ***: Klein Hermann: 1936, Astronomske večeri (Nastavak VII večeri), (articles in numbers 3, 4 and 5 are without the name of translator and the translator of articles in numbers 6, 7 and 8 is Djordje Nikolić. The author of translation is one of them or both?) *Saturn*, **II**, No. 3, 60-64.
4. ***: Klein Hermann: 1936, Astronomske večeri (Nastavak VII večeri), *Saturn*, **II**, No. 4, 115-117.
5. ***: Klein Hermann: 1936, Astronomske večeri (Nastavak VII večeri, VIII), *Saturn*, **II**, No. 5, 144-146.
6. I. M. A. (translated by): Klein Hermann: 1936, Astronomske večeri (Nastavak VIII večeri), *Saturn*, **II**, No. 9, 208-213.
7. I. M. A. (translated by): Klein Hermann: 1936, Astronomske večeri (Nastavak VIII večeri), *Saturn*, **II**, No. 10, 233-237.

1939

8. St. (translated by): Stroemgren Elis: 1939, Planetarium - Remek delo u Jeni, *Saturn*, **V**, No. 3, 54-60.
9. St.: 1939, 20 godina od smrti E. C. Pickering-a (1919), *Saturn*, **V**, No. 3, 70.
10. ***: 1939, Problem dva tela, *Saturn*, **V**, No. 6-7, 150-154. No. 3, 70.
11. St. (translated by): Leprince-Ringuet Louis: 1939, Napredak u poznavanju kosmičkog zračenja, *Saturn*, **V**, No. 8-9, 169-175. No. 3, 70.
12. St. (translated by): Leprince-Ringuet Louis: 1939, Napredak u poznavanju kosmičkog zračenja (Nastavak), *Saturn*, **V**, No. 10-11, 193-200. No. 3, 70.
13. St. (translated by): Stroemgren Elis: 1939, Problem dva tela (Nastavak), *Saturn*, **V**, No. 10-11, 209-213. No. 3, 70.
14. St. (translated by): Leprince-Ringuet Louis: 1939, Napredak u poznavanju kosmičkog zračenja (Svršetak), *Saturn*, **V**, No. 12, 225-233. No. 3, 70.

1940

15. St.: 1940, Nova Monocerotis 1940, *Saturn*, **VI**, No. 1, 31-32.
16. Atanasijević, I.: 1940, Jedan amaterski astrograf, *Saturn*, **VI**, No. 4-5, 113-116.
17. I. A.: 1940, Prividni položaji komete Paraskevopulos 1941 c., *Saturn*, **VI**, No. 12, 272.

1945

18. I. M. A.: 1945, Opservatorija Simeis, *Astronomska i meteorološka saopštenja*, No. 2, 31 december, 19.
19. I. M. A.: 1945, Opservatorija u Iklu, No. 2, 31 december, 20.
20. Atanasijević, I. M.: 1945, Promene intenziteta Sunčevog sjaja u toku pomračenja, *Astronomska i meteorološka saopštenja*, No. 1, 8-9.

1946

21. I. M. A.: 1946, Astronomija i radio, *Astronomska i meteorološka saopštenja*, No. 3, 15 april, 22.

1947

22. I. M. A.: 1947, Posmatranje Drakonida, *Astronomska i meteorološka saopštenja*, No. 5, 20 october, 25-26.
23. I. M. A.: 1947, Promenljiva R Coronae Borealis, *Astronomska i meteorološka saopštenja*, No. 5, 20 october, 26.
24. I. M. A.: 1947, Fotoelektrično registrovanje meridijanskih prolaza zvezda, *Astronomska i meteorološka saopštenja*, No. 5, 20 october, 32.
25. I. M. A.: 1947, Naučni sastanci u SSSR, *Astronomska i meteorološka saopštenja*, No. 5, 20 october, 37.

1948

26. Atanasijević Ivan: 1948, Posmatranje meteorskog roja Drakonida u SSSR, *Nauka i priroda*, **1**, No. 1, 53.
27. Atanasijević Ivan: 1948, Zračenje Sunca u domenu kratkih radio-talasa, *Nauka i priroda*, **1**, No. 1, 53.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..147D

28. I. A.: 1948, Osnivanje društva matematičara i fizičara N. R. Srbije, *Nauka i priroda*, **1**, No. 2, 71.
29. I. M. A.: 1948, Fotoelektrično registrovanje meridijanskih prolaza zvezda, *Nauka i priroda*, **1**, No. 3, 55-57.

1949

30. Atanasijević, I. (translated by): Masevič, A. G.: 1949, Konstitucija zvezda i izvori njihove energije, *Nauka i priroda*, **II**, No. 1, 55-64.
31. Atanasijević, I. (translated by): Gurjev, G. A.: 1949, Kopernikovo učenje, *Nauka i priroda*, **II**, No. 3, 162-170.
32. I. M. A.: 1949, Izotopi ugljenika u zvezdanim atmosferama, *Nauka i priroda*, **II**, No. 3, 185-186.
33. Atanasijević Ivan: 1949, *Saturn* i njegovi prstenovi, *Nauka i priroda*, **II**, No. 4, 199-202.
34. I. M. A. (translated by): Žabotinski, M. F.: 1949, Kombinaciono rasturanje svetlosti (govor molekula), *Nauka i priroda*, **II**, No. 4, 203-208.
35. Atanasijević Ivan: 1949, Jupiter - najveća planeta našeg planetnog sistema, *Nauka i priroda*, **II**, No. 6, 312-317.
36. Atanasijević, I. (translated by): Krat, V. A.: 1949, Savremena kosmogonija i astrofizika, *Nauka i priroda*, **II**, No. 8, 451-451.
37. Atanasijević, I.: 1949, Pomračenje Meseca, *Nauka i priroda*, **II**, No. 8, 491-492.
38. Atanasijević Ivan: 1949, Zračenje Sunca i galaksije u domenu kratkih radio-talasa, *Vesnik Društva matematičara i fizičara Narodne republike Srbije*, No 2, 23-39.

1950

39. Atanasijević Ivan M.: 1950, Pojave na našem nebu 1950 godine, *Nauka i priroda*, **III**, No. 1, 59.
40. I. M. A.: 1950, Novi sateliti Urana i Neptuna, *Nauka i priroda*, **III**, No. 2, 102.
41. I. M. A.: 1950, Sa zasedanja Otseka fiziko - matematičkih nauka A.N. S.S.S.R., *Nauka i priroda*, **III**, No. 2, 110-111.
42. Atanasijević Ivan M.: 1950, Kako se ispituje zračenje zvezda (fotometrija i kolorimetrija), *Nauka i priroda*, **III**, No. 3, 133-142.
43. Atanasijević Ivan M.: 1950, Kako se ispituje zračenje zvezda (spektralne metode), *Nauka i priroda*, **III**, No. 4, 200-211.
44. Atanasijević Ivan: 1950, Spiralne magline, *Nauka i priroda*, **III**, No. 5, 308-312.
45. I. M. A. (translated by): Gimeljfarb, V. N.: 1950, Najbliže zvezde, (fotometrija i kolorimetrija), *Nauka i priroda*, **III**, No. 5, 313-315.
46. Atanasijević Ivan: 1950, Kosmičko zračenje na kratkim radiotalasima, *Nauka i priroda*, **III**, No. 9, 539-547.
47. I. M. A. (translated by): 1950, Brzina rotacije kod zvezda, *Nauka i priroda*, **III**, No. 10, 691.
48. I. M. A. (translated by): 1950, Metan u Zemljinoj atmosferi, *Nauka i priroda*, **III**, No. 10, 691-692.

1951

49. I. M. A.: 1951, Za posmatrače neba, *Nauka i priroda*, **IV**, No. 3, 131-133.
50. Atanasijević Ivan M.: 1951, Pojave na našem nebu 1951 godine, *Nauka i priroda*, **IV**, No. 1, 33-39.
51. I. M. A.: 1951, Za posmatrače neba, *Nauka i priroda*, **IV**, No. 3, 131-133.
52. Atanasijević Ivan M.: 1951, Klasifikacija zvezdanih spektara i Hertzsprung-Russel-ov dijagram, *Nauka i priroda*, **IV**, No. 4-5, 153-161.
53. Atanasijević I. M.: 1951, Promenljiva Beta u sazveždju Lire, *Nauka i priroda*, **IV**, No. 4-5, 182-183.
54. I. M. A.: 1951, Putanja jednog meteorskog roja posmatranog radarom, *Nauka i priroda*, **IV**, No. 4-5, 186-187.
55. I. M. A.: 1951, Ikar - novi planetoid sa neobičnom putanjom, *Nauka i priroda*, **IV**, No. 4-5, 192-193.

1952

56. Laffineur, M., Michard, R., Pecker, J.C., D'Azanbuja, M., Dollfus, A., Atanasijević, I.: 1952, Observations combinées de l'éclipse totale du Soleil du 25 février 1952 à Khartoum (Soudan) et de l'éclipse partielle au radiotéléscope de l'Observatoire de Meudon, Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, 7 Avril 1952, i Contributions de l'Institut d'Astrophysique de Paris, No. 108.
57. Atanasijević, I.: 1952, Le rayonnement de la Voie Lactée sur 255Mc/s, Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, 16 Juillet 1952, **235**, 130 and Contributions de l'Institut d'Astrophysique de Paris, No. 122.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..147D

This article is cited in:

1. Ko, H. C.: 1958, The distribution of cosmic radio background radiation, Proceedings of the Institute of the Radio Engineers, **46**, 208.

58. Atanasijević, Ivan: 1952, O Suncu (kratak pregled osnovnih činjenica i posmatračkih metoda), *Bošković, Almanah Hrvatskog prirodoslovnog društva za godinu 1952*, 254-278.

1953

59. Atanasijević Ivan: 1953, O vezi izmedju nekih pojava na Suncu i Zemlji (Hromosferske erupcije), *Nauka i priroda*, **VI**, No. 5, 183-191.
60. Ševarlić, B. M., Atanasijević, I.: 1953, O potrebi obnavljanja nastave astronomije u srednjoj školi i mogućnostima njena unapredjenja, *Nastava matematike i fizike u srednjoj školi*, **II**, No 2, 133-137.

1954

61. I. M. A.: 1954, Mesečevo i Sunčevo pomračenje u toku leta, *Nauka i priroda*, **VII**, No. 5, 227-228.
62. Atanasijević Ivan: 1954, Medjugalaktička materija, *Nauka i priroda*, **VII**, No. 7, 298-301.
63. Atanasijević, Ivan: 1954, O Sunčevom radiofrekventnom zračenju, *Bošković, Almanah Hrvatskog prirodoslovnog društva za godinu 1954*, 151-193.

1955

64. Atanasijević, Ivan: 1955, Kosmičko radiofrekventno zračenje, *Bošković, Almanah Hrvatskog prirodoslovnog društva za godinu 1955*, 133-167.

1956

65. Atanasijević, Ivan: 1956, Zračenje Mlečnog puta na talasnoj dužini od 117cm, Doktorska disertacija, Prirodno - Matematički fakultet, Beograd. (Ph.D. Thesis, Faculty of Sciences, Belgrade).
66. Atanasijević Ivan: 1956, Jedna konstruktivna metoda za odredjivanje heliografskih koordinata Sunčevih pega, *Bošković, Almanah Hrvatskog prirodoslovnog društva za godinu 1956*, 109-112.
67. Atanasijević Ivan: 1956, Simpozijum o radioastronomiji Medjunarodne astronomske unije (Jordell Bank 25-27 avgusta 1955), *Bošković, Almanah Hrvatskog prirodoslovnog društva za godinu 1956*, 147-161.
68. Atanasijević Ivan: 1956, Rad komisije za radioastronomiju na kongresu u Dublinu, *Bošković, Almanah Hrvatskog prirodoslovnog društva za godinu 1956*, 185-187.
69. Atanasijević Ivan: 1956, Fotoelektrična fotometrija Mesečevih pomračenja polusenkom, *Vesnik Društva matematičara i fizičara Narodne republike Srbije*, **VIII**, No 3-4, 211-214.

1958

70. Atanasijević, I., Chalonge, D.: 1958, Classification de quelques étoiles dans NGC 2264 et dans les Pléiades, Journal des Observateurs, **41**, No.6.
71. Atanasijević Ivan: 1958, Izgradnja jednog radioastronomskog prijemnika za talasnu dužinu od 50 cm, *Vesnik Društva matematičara i fizičara Narodne republike Srbije*, **X**, 149.

1960

72. Atanasijević, I.: 1960, O nekim osnovnim pitanjima univerzitetske nastave astronomije (Referat na III Kongresu matematičara i fizičara FNRJ, astronomska sekcija), *Nastava matematike i fizike*, No. 3-4, 27-30.
73. Wood, D. B., Walker, M. F.: 1960, Photoelectric observations of Beta Lyrae, Astrophysical Journal, 131, 363 (Na str. 363 pominje da su u programu fotoelektričnih posmatranja učestvovali.... V. Kourganoff i Y. Atanacievic, Lille; On 363 page is mentioned that in the photoelectric observation programme took part ... V. Kourganoff and Y. Atanacievic, Lille).

1963

74. ***: 1963, Katedra za astronomiju, U: Sto godina Filozofskog fakulteta, redakcija Dr T. Andjelić, D. Vučenov, R. Samardžić odgovorni urednik (u prilogu O ovoj knjizi, na str. 883 piše da je autor I. Atanasijević; on page 883 is mentioned that the author is I. Atanasijević), Narodna knjiga, Beograd, 519-528.
75. Atanasijević Ivan: 1963, Radioteleskop i radiointerferometar astrofizičke laboratorije i njegova primena na merenje Sunčevog zračenja na talasnoj dužini od 50 cm, *Vesnik Društva matematičara i fizičara Narodne republike Srbije*, **XV**, No 1-4, 151.
76. Atanasijević Ivan, Milogradov Jelena: 1963, Sunčeva korona prilikom potpunog Sunčevog pomračenja od 15 februara 1961. godine, *Vesnik Društva matematičara i fizičara Narodne republike Srbije*, **XV**, No 1-4, 161-169.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..147D

77. Atanasijević, I.: 1963, Nastava astrofizike na Prirodno - Matematičkom fakultetu u Beogradu, *Nastava matematike i fizike*, No 3-4, 69-73.

1964

78. ***: 1964, Astronomske nauke i njihov savremeni značaj (po izjavi J. Milogradov-Turin autor je I. Atanasijević; according to the statement of J. Milogradov-Turin, the author is I. Atanasijević), Prirodno-matematički fakultet, Katedra astronomije, Beograd, 1-16.
79. Atanasijević, I.: 1964, Travaux pratiques d'Astronomie en laboratoire, Proceedings of the XII General Assembly of the Int. Astronomical Union, Hamburg 1964, *Transactions of the IAU*, **XII B**, 641.
80. Atanasijević, I.: Predavanja iz praktične astrofizike, skripta.

1964-1965

81. Атанасијевић, И.: 1964-1965, О студентским практичним радовима из астрономије, *Настава математике и физике*, **XIII-XIV**, 29-34.

1968

82. Atanasijević, I., Milogradov, J.: Izabrana poglavlja zvezdane astronomije, skripta.
83. Atanasijević, I.: 1968, O prvim radioastronomskim radovima u našoj zemlji, *Publ. Obs. Astron. Belgrade*, No **12**, 187-192.
84. Atanasijević, I., Milogradov, J.: 1968, Struktura Sunčeve korone 15 februara 1961 godine, *Publ. Obs. Astron. Belgrade*, No **12**, 143-156.

1971

85. Atanasijević, I.: 1971, Selected Exercises in Galactic Astronomy, D. Reidel Publ. Co., Dordrecht, 1-144.

    Prethodni rad se citira u; This article is cited in:

    1. Fischel, D., Feibelman, W. A.: 1973, Kinematics of the Huyghenian Region of the Orion Nebula, *Astrophysical Journal*, **180**, 801.
    2. Upgren, A. R.: 1978, The motions of K and M dwarf stars of different ages, *Astronomical Journal*, **83**, 626.
    3. Oja, H.: 1975, Perihelion Distribution of Near - parabolic - comets, *Astronomy and Astrophysics*, **43**, 317.
    4. Bord, D. J.: 1976, Instructional use of the computer: Stellar orbits in the galactic plane, *American Journal of Physics*, **44**, 589.
    5. Khanna, M., Sharma, S. D.: 1983, Perihelion distribution of long-period comets and Solar apex, *Publications of the Astronomical Society of Japan*, **35**, 559.
    6. Oblak, E.: 1983, The gradients of the velocity elipsoid for nearby stars, *Astronomy and Astrophysics*, **123**, 238.
    7. Sharma, S. D., Khanna, M., Chhabra, J. G.: 1988, Perihelion distribution of long period "new" comets, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **235**, 1467.

1974

86. Atanasijević, I., Milogradov, J.: Izabrana poglavlja zvezdane astronomije, skripta, drugo izdanje (second edition).

1987

87. Atanasijević, I.: 1987, Photospheric and H-Alpha observations of the region 4474 in the period between 20 April and 4 May 1984 at Nijmegen, U: World Data Center A for Solar-Terrestrial Physics, Solar Geophysical Activity Reports for Strip Interval XV, National Geophysical Data Center, U.S. Department of Commerece, July 1987, NOAA, 24.
88. Atanasijević, I., Balster, H. A. M.: 1987, Sudden Ionospheric Disturbances associated with the region 4474 as recorded at Nijmegen, U: World Data Center A for Solar-Terrestrial Physics, Solar Geophysical Activity Reports for Strip Interval XV, National Geophysical Data Center, U.S. Department of Commerece, July 1987, NOAA, 303.
89. Atanasijević, I.: 1987, Milankovićeva astronomska teorija klimatskih promena, *Dijalektika*, **XXII**, 41-72

1989

90. Atanasijević, I., Balster, H.A.M., Hoevers, H.F.C.: 1989, De verhoogde Zonneaktiviteit in maart 1989, *Zenit*, **9**, 326.

1997

91. Atanasijević, I., Milogradov, J.: 1997, Izabrana poglavlja zvezdane astronomije, Skripta, treće izdanje (third edition).

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..147D

APPENDIX

PREDAVANJA IZ PRAKTIČNE ASTROFIZIKE

Sadržaj

Beograd, 1964, rukopis

Predgovor 1
Uvod 5

I. Oko i vidjenje

I.1 Uvod 9
I.2 Sklop oka 9
I.3 Akomodacija i adaptacija 10
I.4 Ekstrafovealno vidjenje; paralaktička greška 11
I.5 Razdvojna moć oka; iradijacija 13
I.6 Spektralna osetljivost oka; Purkinje-ov efekat 14
I.7 Pojam skale prividnih veličina 16

II. Astronomski durbini

II.1 Istorijski podaci 19
II.2 Osnovne funkcije durbina 21
II.3 Povećanje durbina 21
II.4 Razdvojna moć durbina 23
II.5 Granična prividna veličina 25
II.6 Posmatranje difuznih izvora 27
II.7 Refraktori i reflektori 28
II.8 Glavni tipovi okulara 30
II.9 Numeričke karakteristike durbina 32
II.10 Paralaktički način postavljanja 33
II.11 Gubici svetlosti u durbinima 34
II.12 Aberacija optičkih sistema 35

III. Astrofotografija

III.1 Istorijski podaci 39
III.2 Odlike fotografske metode 42
III.3 Fotografska emulzija; fotografski proces 43
III.4 Struktura fotografske slike dotfill 44
III.5 Spektralna osetljivost fotografske emulzije 45
III.6 Fotometrijska svojstva fotografske emulzije 46
III.7 Astrografi 49
III.8 Nedostaci astrografskih objektiva 51
III.9 Svetlosna moć objektiva 52
III.10 Numerički podaci 53
III.11 Schmidt-ov i Maksutovljev teleskop 55
III.12 Fotografske karte neba 56
III.13 Pretvarači slike; elektronski teleskop 58

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..147D

IV. Astrofotometrija

IV.1 Istorijski podaci 62
IV.2 Uvod: apsolutna i diferencijalna merenja; subjektivne i objektivne metode 67

Vizualna fotometrija

IV.3 Argelanderova metoda 68
IV.4 Fotometar sa klinom 72
IV.5 Zöllner-ov fotometar 76
IV.6 Katalozi vizualnih prividnih veličina 78
IV.7 Veze izmedju astrofizičkih i fizičkih fotometrijskih jedinica 80

Fotoelektrična fotometrija

IV.8 Objektivne fotometrijske metode uopšte 84
IV.9 Fotoelektrične pojave primenjene u fotometriji 85
IV.10 Osnovne karakteristike fotoelektričnih ćelija 86
IV.11 Proračun primarne fotostruje 90
IV.12 Pojačavanje primarne fotostruje; gasne ćelije i fotomultiplikatori 92
IV.13 Merenje fotostruja; pojačavači 97
IV.14 Optički deo fotoelektričnog fotometra 103
IV.15 Izvodjenje i svodjenje fotoelektričnih merenja; Pitanje granične osetljivosti fotoelektričnih fotometara 105
IV.16 Uporedna analiza fotometra sa gasnom ćelijom i fotometra sa fotomultiplikatorom 108
IV.17 Električne fluktuacije pri fotoelektričnim merenjima; odnos signal/šum 113
IV.18 Granična osetljivost fotomultiplikatora 121

Fotografska fotometrija

IV.19 Opšte osnove fotografske fotometrije; fotografsko dejstvo; fotometrijska greška polja 123
IV.20 Tehnika fotografske fotometrije; snimanje u žiži i van nje: Schwarzschild-ova kaseta 127
IV.21 Subjektivno odredjivanje fotografskog dejstva; ocenjivanje; metoda poredne skale 128
IV.22 Objektivne metode odredjivanja fotografskog dejstva; mikrofotometri 132
IV.23 Apsolutna merenja u fotografskoj fotometriji 140

V. Opšte osnove fotometrijskih metoda

V.1 Uvod; prijemnik zračenja i njegova reakcija 144
V.2 Energetska osvetljenost 145
V.3 Uticaji atmosfere i optike instrumenta 146
V.4 Analitički izraz za reakciju prijemnika 147
V.5 Pojam fotometrijskog sistema 150
V.6 Izofotna talasna dužina 152
V.7 Odnos raznih fotometrijskih sistema; indeks boje 154
V.8 Veza izmedju indeksa boje i temperature zvezde 156
V.9 Svodjenje sa jednog fotometrijskog sistema na drugi; standardi prividnih veličina 159

VI Astrospektroskopija

VI.1 Istorijski podaci 163
VI.2 Sklop spektrografa; osnovni tipovi spektrografa 168
VI.3 Uglovna i linearna disperzija 171
VI.4 Razdvojna moć spektrografa 174

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..147D

VI.5 Astronomski spektrografi; tehnika snimanja ... 176
VI.6 Objektiv-prizma; spektrograf bez proreza ... 179

Spektrofotometrijske metode

VI.7 Uvod ... 183
VI.8 Spektrofotometrijsko odredjivanje zvezdanih temperatura; temperatura po boji ... 184
VI.9 Relativni i apsolutni spektrofotometrijski gradijenti ... 186
VI.10 Fotoelektrični spektrofotometar ... 190
VI.11 Fotografska spektrofotometrija; registrujući mikrofotometar ... 193
VI.12 Širi značaj spektrofotometrijskih merenja; spektrofotometrijski gradijenti zvezda ... 197

Spektralna klasifikacija zvezda

VI.13 Uvod ... 199
VI.14 Harvardska klasifikacija; opis tipičnih spektara ... 200
VI.15 Proširena Harvardska klasifikacija; efekat apsolutnog sjaja ... 204
VI.16 Jerkska dvodimenzionalna spektralna klasifikacija (Morgan, Keenan) ... 207
VI.17 Kvantitativne spektralne klasifikacije ... 210

VII Uticaj atmosfere na fotometrijska i spektrofotometrijska merenja

VII.1 Jednačina problema i njeno rešavanje; atmosferska masa ... 212
VII.2 Koeficijenti transmisije i ekstinkcije; Bouger-ova prava ... 215
VII.3 Svodjenje spektrofotometrijskih merenja ... 220

VIII Opšte radioastronomske metode

VIII.1 Istorijski podaci ... 222
VIII.2 Osnovne jedinice i veličine ... 226
VIII.3 Glavni zadaci praktične radioastronomije; radioteleskopi ... 230
VIII.4 Paraboličkі reflektori radioteleskopa; načini postavljanja ... 232
VIII.5 Glavne karakteristike Hercovog dipola ... 236
VIII.6 Glavne karakteristike polutalasnog dipola ... 241
VIII.7 Antenski sistemi sa paraboličkim reflektorom ... 246
VIII.8 Veza izmedju fluksa, sjaja i raspoložive snage u anteni ... 249
VIII.9 Visokofrekventni vod u sklopu radioteleskopa ... 253
VIII.10 Prijemnički deo radioteleskopa ... 255
VIII.11 Šum prijemnika; faktor šuma; pitanje granične osetljivosti ... 262
VIII.12 Kalibrisanje prijemnika; generatori šuma ... 267
VIII.13 Odredjivanje fluksa i sjaja izvora ... 271
VIII.14 Permutacioni i Dikeov prijemnik ... 272
VIII.15 Prosti interferometri; Merenja sfernih koordinata radioizvora; merenja cirkularne polarizacije radiozračenja; odredjivanje prečnika radioizvora ... 273
VIII.16 Merenje talasnih dužina i odredjivanja profila linija u spektru radiozračenja ... 283
VIII.17 Noviji antenski sistemi i prijemnici ... 286

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158..147D

ЖИВОТ И НАУЧНА АКТИВНОСТ ПРОФЕСОРА ИВАНА АТАНАСИЈЕВИЋА (1919-1998)

М. С. Димитријевић

Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд-74, Југославија

УДК 929(497,11)"19/19"А.:52(092)
Стручни рад

У раду су приказани живот, научни и стручни рад, као и друге активности професора Ивана Атанасијевића (1919-1998), оснивача радио-астрономије у Србији, професора Универзитета у Београду и Нимегену. На крају је дата библиографија његових радова.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158...81D

Serb. Astron. J. № 158 (1998), 81 – 91

UDC 52–355.3
Preliminary report

STARK BROADENING PARAMETER TABLES FOR In III, Tl III AND Pb IV

M. S. Dimitrijević[1] and S. Sahal–Bréchot[2]

[1] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade-74, Yugoslavia*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris–Meudon, 92190 Meudon, France

(Received: July 22, 1998)

SUMMARY: Using a semiclassical approach, we have calculated electron-, proton-, and ionized helium-impact line widths and shifts for 20 In III multiplets for perturber densities $10^{14} - 10^{20}$ cm^{-3} and 2 Tl III multiplets for perturber densities $10^{17} - 10^{20}$ cm^{-3}, and temperatures T = 20,000 – 500,000 K, in both cases. We have calculated as well, electron-, proton-, and He III-impact line widths and shifts for 2 Pb IV multiplets, for perturber densities $10^{17} - 10^{20}$ cm^{-3} and temperatures T = 50,000 – 1,000,000 K.

1. INTRODUCTION

In astrophysics, as well as in physics and plasma technology, a number of problems depend on very extensive list of elements and line transitions with their atomic and line broadening parameters. One may mention as examples calculation of stellar opacities, stellar atmospheres modelling and investigations, abundance determinations, interpretation and modelling of stellar spectra, laboratory plasma diagnostic, research and modelling, radiative transfer calculations and investigation of laser produced plasmas (not only in laboratory but as well in industry during the laser welding, melting and evaporation of different targets), and plasmas created in fusion research (particularly inertial confinement and pellet compression fusion), development and modelling of lasers, as well as of light sources.

As a continuation of our project to provide an as much as possible large set of reliable Stark broadening data needed for the consideration and modeling of astrophysical, laboratory, laser produced and fusion plasmas, we have calculated within the semiclassical-perturbation formalism (Sahal–Bréchot 1969ab, see also Sahal–Bréchot, 1974, Fleurier *et al.* 1977, Dimitrijević and Sahal–Bréchot, 1984, Dimitrijević *et al.* 1991, Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1996) electron-, proton-, and ionized helium-impact line widths and shifts for 20 In III and 2 Tl III as well as electron-, proton-, and He III-impact line widths and shifts for 2 Pb IV multiplets.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158...81D

Table 1. This table shows electron-, proton-, and ionized helium-impact broadening parameters for In III for perturber densities of $10^{14} - 10^{16}$ cm^{-3} and $10^{18} - 10^{20}$ cm^{-3} and temperatures from 20,000 up to 500,000 K. The complete list of transitions is for the electron density of 10^{16} cm^{-3}. For lower electron densities, only transitions where Stark broadening parameters deviate from the linear dependence with the electron density, are listed. The data for the electron density of 10^{17} cm^{-3}, will be published in Dimitrijević and Sahal−Bréchot (1998). Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given in the Table. By dividing C by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević *et al.* 1991), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for validity of the impact approximation) lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBER DENSITY = 1.E+14cm^{-3}							
PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
In III 5D 7F	20000.	0.108E-02	0.302E-03	0.326E-03	0.288E-03	0.259E-03	0.237E-03
1295.2 Å	50000.	0.920E-03	0.215E-03	0.397E-03	0.345E-03	0.335E-03	0.276E-03
C = 0.22E+15	100000.	0.810E-03	0.170E-03	0.437E-03	0.392E-03	0.371E-03	0.306E-03
	200000.	0.695E-03	0.126E-03	0.608E-03	0.452E-03	0.408E-03	0.341E-03
	300000.	0.629E-03	0.103E-03	0.601E-03	0.462E-03	0.527E-03	0.379E-03
	500000.	0.549E-03	0.785E-04	0.713E-03	0.473E-03	0.515E-03	0.437E-03
In III 5G 7F	20000.	0.183E-01	0.523E-02	0.522E-02	0.464E-02	0.421E-02	0.382E-02
5178.3 Å	50000.	0.155E-01	0.377E-02	0.633E-02	0.557E-02	0.533E-02	0.441E-02
C = 0.34E+16	100000.	0.136E-01	0.299E-02	0.708E-02	0.638E-02	0.594E-02	0.490E-02
	200000.	0.116E-01	0.223E-02	0.968E-02	0.726E-02	0.668E-02	0.550E-02
	300000.	0.105E-01	0.184E-02	0.971E-02	0.747E-02	0.854E-02	0.607E-02
	500000.	0.918E-02	0.142E-02	0.113E-01	0.765E-02	0.845E-02	0.703E-02
PERTURBER DENSITY = 1.E+15cm^{-3}							
In III 5S 5P	20000.	0.287E-03	-0.261E-05	0.670E-05	-0.811E-06	0.977E-05	-0.801E-06
1664.5 Å	50000.	0.186E-03	-0.264E-05	0.126E-04	-0.182E-05	0.156E-04	-0.168E-05
C = 0.17E+19	100000.	0.139E-03	-0.267E-05	0.168E-04	-0.280E-05	0.182E-04	-0.243E-05
	200000.	0.110E-03	-0.282E-05	0.190E-04	-0.385E-05	0.204E-04	-0.315E-05
	300000.	0.993E-04	-0.267E-05	0.203E-04	-0.427E-05	0.215E-04	-0.351E-05
	500000.	0.888E-04	-0.254E-05	0.217E-04	-0.492E-05	0.222E-04	-0.400E-05
In III 5S 6P	20000.	0.124E-03	-0.108E-06	0.107E-04	-0.538E-06	0.129E-04	-0.514E-06
687.4 Å	50000.	0.923E-04	-0.608E-06	0.142E-04	-0.104E-05	0.154E-04	-0.892E-06
C = 0.80E+17	100000.	0.782E-04	0.400E-06	0.160E-04	-0.144E-05	0.170E-04	-0.121E-05
	200000.	0.685E-04	-0.301E-07	0.173E-04	-0.177E-05	0.178E-04	-0.144E-05
	300000.	0.639E-04	0.755E-07	0.178E-04	-0.196E-05	0.182E-04	-0.160E-05
	500000.	0.590E-04	0.182E-06	0.182E-04	-0.222E-05	0.185E-04	-0.181E-05
In III 5D 6F	20000.	0.679E-02	0.158E-02	0.197E-02	0.179E-02	0.163E-02	0.143E-02
1431.3 Å	50000.	0.560E-02	0.116E-02	0.256E-02	0.214E-02	0.208E-02	0.173E-02
C = 0.32E+16	100000.	0.486E-02	0.936E-03	0.313E-02	0.243E-02	0.239E-02	0.191E-02
	200000.	0.414E-02	0.709E-03	0.365E-02	0.272E-02	0.251E-02	0.210E-02
	300000.	0.374E-02	0.591E-03	0.434E-02	0.302E-02	0.288E-02	0.229E-02
	500000.	0.327E-02	0.454E-03	0.492E-02	0.355E-02	0.348E-02	0.241E-02
In III 5D 7F	20000.	0.108E-01	0.292E-02	0.326E-02	0.286E-02	*0.259E-02	*0.235E-02
1295.2 Å	50000.	0.920E-02	0.214E-02	0.397E-02	0.345E-02	*0.335E-02	*0.276E-02
C = 0.22E+16	100000.	0.810E-02	0.169E-02	0.437E-02	0.392E-02	0.371E-02	0.306E-02
	200000.	0.695E-02	0.126E-02	0.608E-02	0.452E-02	0.408E-02	0.341E-02
	300000.	0.629E-02	0.103E-02	0.601E-02	0.462E-02	0.527E-02	0.379E-02
	500000.	0.549E-02	0.785E-03	0.713E-02	0.473E-02	0.515E-02	0.437E-02
In III 5F 5G	20000.	5.14	-1.30	0.615	-0.513	0.576	-0.418
63439.3 Å	50000.	4.21	-1.02	0.798	-0.648	0.726	-0.525
C = 0.63E+20	100000.	3.68	-0.857	0.940	-0.744	0.797	-0.591
	200000.	3.20	-0.677	1.14	-0.850	0.893	-0.674
	300000.	2.94	-0.582	1.22	-0.909	0.989	-0.716
	500000.	2.62	-0.484	1.40	-1.000	1.04	-0.799
In III 5G 6F	20000.	0.259	0.649E-01	0.678E-01	0.617E-01	0.564E-01	0.493E-01
8352.3 Å	50000.	0.212	0.492E-01	0.878E-01	0.737E-01	0.718E-01	0.596E-01
C = 0.11E+18	100000.	0.183	0.394E-01	0.109	0.830E-01	0.830E-01	0.653E-01
	200000.	0.155	0.302E-01	0.131	0.955E-01	0.856E-01	0.742E-01
	300000.	0.140	0.253E-01	0.148	0.105	0.988E-01	0.782E-01
	500000.	0.122	0.197E-01	0.176	0.121	0.122	0.835E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158...81D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
In III 5G 7F	20000.	0.183	0.506E-01	0.522E-01	0.461E-01	*0.421E-01	*0.379E-01
5178.3 Å	50000.	0.155	0.375E-01	0.633E-01	0.557E-01	*0.533E-01	*0.441E-01
C = 0.34E+17	100000.	0.136	0.298E-01	0.708E-01	0.638E-01	0.594E-01	0.490E-01
	200000.	0.116	0.223E-01	0.968E-01	0.726E-01	0.668E-01	0.550E-01
	300000.	0.105	0.184E-01	0.971E-01	0.747E-01	0.854E-01	0.607E-01
	500000.	0.918E-01	0.142E-01	0.113	0.765E-01	0.845E-01	0.703E-01
PERTURBER DENSITY = 1.E+16cm^{-3}							
In III 5S 5P	20000.	0.288E-02	-0.209E-04	0.670E-04	-0.806E-05	0.977E-04	-0.796E-05
1664.5 Å	50000.	0.186E-02	-0.284E-04	0.126E-03	-0.182E-04	0.156E-03	-0.168E-04
C = 0.17E+20	100000.	0.139E-02	-0.267E-04	0.168E-03	-0.280E-04	0.182E-03	-0.243E-04
	200000.	0.110E-02	-0.282E-04	0.190E-03	-0.385E-04	0.204E-03	-0.315E-04
	300000.	0.993E-03	-0.267E-04	0.203E-03	-0.427E-04	0.215E-03	-0.351E-04
	500000.	0.888E-03	-0.254E-04	0.217E-03	-0.492E-04	0.222E-03	-0.400E-04
In III 5S 6P	20000.	0.124E-02	-0.756E-06	0.107E-03	-0.534E-05	0.129E-03	-0.511E-05
687.4 Å	50000.	0.923E-03	-0.658E-05	0.142E-03	-0.104E-04	0.154E-03	-0.891E-05
C = 0.80E+18	100000.	0.782E-03	0.400E-05	0.160E-03	-0.144E-04	0.170E-03	-0.121E-04
	200000.	0.685E-03	-0.301E-06	0.173E-03	-0.177E-04	0.178E-03	-0.144E-04
	300000.	0.639E-03	0.755E-06	0.178E-03	-0.196E-04	0.182E-03	-0.160E-04
	500000.	0.590E-03	0.182E-05	0.182E-03	-0.222E-04	0.185E-03	-0.181E-04
In III 5S 7P	20000.	0.188E-02	-0.427E-04	0.264E-03	-0.574E-04	0.286E-03	-0.498E-04
562.8 Å	50000.	0.156E-02	-0.730E-04	0.311E-03	-0.805E-04	0.329E-03	-0.661E-04
C = 0.22E+18	100000.	0.144E-02	-0.567E-04	0.339E-03	-0.963E-04	0.344E-03	-0.789E-04
	200000.	0.133E-02	-0.545E-04	0.358E-03	-0.114E-03	0.359E-03	-0.909E-04
	300000.	0.126E-02	-0.435E-04	0.360E-03	-0.123E-03	0.364E-03	-0.985E-04
	500000.	0.118E-02	-0.326E-04	0.377E-03	-0.133E-03	0.370E-03	-0.110E-03
In III 6S 6P	20000.	0.998E-01	-0.827E-02	0.675E-02	-0.264E-02	0.806E-02	-0.225E-02
5376.2 Å	50000.	0.758E-01	-0.715E-02	0.913E-02	-0.397E-02	0.967E-02	-0.321E-02
C = 0.49E+20	100000.	0.657E-01	-0.694E-02	0.105E-01	-0.475E-02	0.108E-01	-0.387E-02
	200000.	0.583E-01	-0.618E-02	0.116E-01	-0.565E-02	0.114E-01	-0.460E-02
	300000.	0.547E-01	-0.575E-02	0.123E-01	-0.615E-02	0.118E-01	-0.498E-02
	500000.	0.504E-01	-0.534E-02	0.130E-01	-0.687E-02	0.122E-01	-0.550E-02
In III 6S 7P	20000.	0.256E-01	-0.163E-02	0.326E-02	-0.909E-03	0.351E-02	-0.776E-03
1969.0 Å	50000.	0.215E-01	-0.179E-02	0.386E-02	-0.124E-02	0.405E-02	-0.101E-02
C = 0.27E+19	100000.	0.198E-01	-0.164E-02	0.421E-02	-0.148E-02	0.426E-02	-0.120E-02
	200000.	0.184E-01	-0.149E-02	0.445E-02	-0.171E-02	0.437E-02	-0.139E-02
	300000.	0.175E-01	-0.132E-02	0.465E-02	-0.189E-02	0.447E-02	-0.152E-02
	500000.	0.163E-01	-0.113E-02	0.471E-02	-0.205E-02	0.461E-02	-0.162E-02
In III 7S 7P	20000.	1.21	-0.342	0.134	-0.713E-01	0.140	-0.578E-01
12146.8 Å	50000.	1.08	-0.262	0.165	-0.917E-01	0.165	-0.747E-01
C = 0.10E+21	100000.	1.02	-0.203	0.185	-0.109	0.178	-0.879E-01
	200000.	0.952	-0.160	0.199	-0.124	0.188	-0.993E-01
	300000.	0.906	-0.144	0.208	-0.133	0.199	-0.110
	500000.	0.841	-0.117	0.233	-0.150	0.207	-0.116
In III 5P 6S	20000.	0.480E-02	0.112E-02	0.129E-03	0.193E-03	0.137E-03	0.165E-03
1497.0 Å	50000.	0.328E-02	0.722E-03	0.268E-03	0.292E-03	0.247E-03	0.237E-03
C = 0.42E+19	100000.	0.266E-02	0.659E-03	0.359E-03	0.350E-03	0.315E-03	0.286E-03
	200000.	0.225E-02	0.550E-03	0.447E-03	0.415E-03	0.382E-03	0.338E-03
	300000.	0.205E-02	0.481E-03	0.508E-03	0.456E-03	0.421E-03	0.365E-03
	500000.	0.185E-02	0.446E-03	0.573E-03	0.509E-03	0.470E-03	0.410E-03
In III 5P 7S	20000.	0.348E-02	0.173E-02	0.242E-03	0.318E-03	0.233E-03	0.262E-03
914.5 Å	50000.	0.289E-02	0.130E-02	0.401E-03	0.415E-03	0.336E-03	0.338E-03
C = 0.69E+18	100000.	0.260E-02	0.101E-02	0.505E-03	0.498E-03	0.426E-03	0.395E-03
	200000.	0.232E-02	0.798E-03	0.616E-03	0.569E-03	0.495E-03	0.451E-03
	300000.	0.216E-02	0.713E-03	0.669E-03	0.610E-03	0.573E-03	0.489E-03
	500000.	0.196E-02	0.588E-03	0.765E-03	0.662E-03	0.590E-03	0.545E-03
In III 6P 7S	20000.	0.912E-01	0.355E-01	0.680E-02	0.668E-02	0.677E-02	0.551E-02
4174.6 Å	50000.	0.777E-01	0.264E-01	0.984E-02	0.870E-02	0.885E-02	0.710E-02
C = 0.14E+20	100000.	0.715E-01	0.205E-01	0.122E-01	0.104E-01	0.106E-01	0.832E-02
	200000.	0.653E-01	0.160E-01	0.142E-01	0.120E-01	0.119E-01	0.951E-02
	300000.	0.615E-01	0.145E-01	0.151E-01	0.128E-01	0.134E-01	0.102E-01
	500000.	0.566E-01	0.120E-01	0.170E-01	0.139E-01	0.137E-01	0.115E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158...81D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
In III 5P 5D	20000.	0.396E-02	0.248E-03	0.195E-03	0.846E-04	0.242E-03	0.775E-04
1458.7 Å	50000.	0.269E-02	0.222E-03	0.308E-03	0.140E-03	0.327E-03	0.120E-03
C = 0.36E+19	100000.	0.215E-02	0.251E-03	0.359E-03	0.175E-03	0.373E-03	0.144E-03
	200000.	0.180E-02	0.219E-03	0.413E-03	0.210E-03	0.415E-03	0.171E-03
	300000.	0.165E-02	0.213E-03	0.440E-03	0.233E-03	0.425E-03	0.189E-03
	500000.	0.151E-02	0.198E-03	0.472E-03	0.260E-03	0.444E-03	0.205E-03
In III 5D 6P	20000.	0.111	-0.311E-02	0.955E-02	-0.163E-02	0.113E-01	-0.148E-02
5935.2 Å	50000.	0.837E-01	-0.343E-02	0.124E-01	-0.264E-02	0.133E-01	-0.224E-02
C = 0.59E+20	100000.	0.717E-01	-0.337E-02	0.139E-01	-0.329E-02	0.147E-01	-0.269E-02
	200000.	0.635E-01	-0.318E-02	0.150E-01	-0.393E-02	0.153E-01	-0.319E-02
	300000.	0.595E-01	-0.308E-02	0.155E-01	-0.433E-02	0.156E-01	-0.353E-02
	500000.	0.551E-01	-0.281E-02	0.158E-01	-0.479E-02	0.159E-01	-0.388E-02
In III 5D 7P	20000.	0.264E-01	-0.887E-03	0.360E-02	-0.844E-03	0.389E-02	-0.727E-03
2039.3 Å	50000.	0.220E-01	-0.130E-02	0.424E-02	-0.117E-02	0.448E-02	-0.955E-03
C = 0.29E+19	100000.	0.202E-01	-0.117E-02	0.462E-02	-0.140E-02	0.471E-02	-0.114E-02
	200000.	0.188E-01	-0.109E-02	0.483E-02	-0.163E-02	0.484E-02	-0.132E-02
	300000.	0.179E-01	-0.943E-03	0.500E-02	-0.175E-02	0.496E-02	-0.142E-02
	500000.	0.167E-01	-0.776E-03	0.519E-02	-0.195E-02	0.496E-02	-0.153E-02
In III 5D 5F	20000.	0.270E-01	0.393E-02	0.331E-02	0.270E-02	0.318E-02	0.221E-02
1775.6 Å	50000.	0.228E-01	0.359E-02	0.438E-02	0.352E-02	0.395E-02	0.283E-02
C = 0.50E+18	100000.	0.204E-01	0.322E-02	0.514E-02	0.405E-02	0.459E-02	0.332E-02
	200000.	0.182E-01	0.267E-02	0.620E-02	0.469E-02	0.502E-02	0.369E-02
	300000.	0.168E-01	0.230E-02	0.653E-02	0.498E-02	0.505E-02	0.390E-02
	500000.	0.152E-01	0.191E-02	0.744E-02	0.533E-02	0.610E-02	0.444E-02
In III 5D 6F	20000.	0.678E-01	0.143E-01	*0.198E-01	*0.171E-01		
1431.3 Å	50000.	0.560E-01	0.111E-01	*0.256E-01	*0.212E-01	*0.207E-01	*0.172E-01
C = 0.32E+17	100000.	0.485E-01	0.929E-02	*0.313E-01	*0.243E-01	*0.239E-01	*0.191E-01
	200000.	0.414E-01	0.709E-02	*0.365E-01	*0.272E-01	*0.251E-01	*0.210E-01
	300000.	0.374E-01	0.591E-02	*0.434E-01	*0.302E-01	*0.288E-01	*0.229E-01
	500000.	0.327E-01	0.454E-02	0.492E-01	0.355E-01	*0.348E-01	*0.241E-01
In III 5D 7F	20000.	0.107	0.260E-01				
1295.2 Å	50000.	0.917E-01	0.202E-01				
C = 0.22E+17	100000.	0.808E-01	0.167E-01	*0.437E-01	*0.392E-01		
	200000.	0.694E-01	0.124E-01	*0.608E-01	*0.452E-01		
	300000.	0.628E-01	0.103E-01	*0.601E-01	*0.462E-01		
	500000.	0.548E-01	0.785E-02	*0.713E-01	*0.473E-01	*0.515E-01	*0.437E-01
In III 4F 5D	20000.	0.271E-01	-0.654E-03	0.184E-02	-0.468E-03	0.225E-02	-0.418E-03
2998.8 Å	50000.	0.200E-01	-0.672E-03	0.251E-02	-0.749E-03	0.270E-02	-0.629E-03
C = 0.78E+19	100000.	0.169E-01	-0.633E-03	0.285E-02	-0.924E-03	0.301E-02	-0.752E-03
	200000.	0.148E-01	-0.572E-03	0.314E-02	-0.110E-02	0.317E-02	-0.892E-03
	300000.	0.139E-01	-0.525E-03	0.327E-02	-0.122E-02	0.323E-02	-0.977E-03
	500000.	0.128E-01	-0.449E-03	0.341E-02	-0.134E-02	0.331E-02	-0.109E-02
In III 4F 5G	20000.	0.129	-0.277E-01	0.143E-01	-0.113E-01	0.140E-01	-0.928E-02
4073.7 Å	50000.	0.968E-01	-0.215E-01	0.188E-01	-0.146E-01	0.175E-01	-0.119E-01
C = 0.26E+19	100000.	0.805E-01	-0.183E-01	0.224E-01	-0.172E-01	0.196E-01	-0.138E-01
	200000.	0.680E-01	-0.145E-01	0.261E-01	-0.196E-01	0.216E-01	-0.159E-01
	300000.	0.620E-01	-0.126E-01	0.284E-01	-0.210E-01	0.235E-01	-0.169E-01
	500000.	0.553E-01	-0.106E-01	0.327E-01	-0.236E-01	0.255E-01	-0.195E-01
In III 5G 6F	20000.	2.59	0.599	*0.684	*0.587		
8352.3 Å	50000.	2.12	0.472	*0.877	*0.732	*0.718	*0.591
C = 0.11E+19	100000.	1.83	0.391	*1.09	*0.830	*0.830	*0.653
	200000.	1.55	0.299	*1.31	*0.955	*0.856	*0.742
	300000.	1.40	0.253	*1.48	*1.05	*0.988	*0.782
	500000.	1.22	0.197	1.76	1.21	*1.22	*0.835
In III 5G 7F	20000.	1.82	0.454				
5178.3 Å	50000.	1.55	0.355				
C = 0.34E+18	100000.	1.36	0.296	*0.708	*0.638		
	200000.	1.16	0.220	*0.968	*0.726		
	300000.	1.05	0.184	*0.971	*0.747		
	500000.	0.916	0.142	*1.13	*0.765	*0.845	*0.703

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158...81D

PERTURBERS ARE: TRANSITION	T(K)	ELECTRONS WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	PROTONS WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	IONIZED HELIUM WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
PERTURBER DENSITY = 1.E+18cm^{-3}							
In III 5S 5P	20000.	0.288	-0.200E-02	0.662E-02	-0.707E-03	0.960E-02	-0.698E-03
1664.5 Å	50000.	0.186	-0.260E-02	0.126E-01	-0.176E-02	0.156E-01	-0.162E-02
C = 0.17E+22	100000.	0.139	-0.256E-02	0.168E-01	-0.278E-02	0.182E-01	-0.241E-02
	200000.	0.110	-0.280E-02	0.190E-01	-0.385E-02	0.204E-01	-0.314E-02
	300000.	0.993E-01	-0.266E-02	0.203E-01	-0.427E-02	0.215E-01	-0.350E-02
	500000.	0.888E-01	-0.254E-02	0.217E-01	-0.492E-02	0.222E-01	-0.400E-02
In III 5S 6P	20000.	0.124	0.110E-03	0.103E-01	-0.466E-03	*0.123E-01	-0.442E-03
687.4 Å	50000.	0.923E-01	-0.596E-03	0.141E-01	-0.999E-03	*0.152E-01	-0.852E-03
C = 0.80E+20	100000.	0.782E-01	0.450E-03	0.159E-01	-0.143E-02	*0.169E-01	-0.119E-02
	200000.	0.685E-01	-0.149E-04	0.173E-01	-0.177E-02	0.178E-01	-0.144E-02
	300000.	0.639E-01	0.815E-04	0.178E-01	-0.195E-02	0.182E-01	-0.159E-02
	500000.	0.590E-01	0.184E-03	0.182E-01	-0.222E-02	0.185E-01	-0.181E-02
In III 5S 7P	20000.	0.188	-0.302E-02				
562.8 Å	50000.	0.156	-0.633E-02	*0.307E-01	-0.738E-02		
C = 0.22E+20	100000.	0.144	-0.496E-02	*0.339E-01	-0.933E-02		
	200000.	0.133	-0.524E-02	*0.358E-01	-0.114E-01		
	300000.	0.126	-0.418E-02	*0.360E-01	-0.123E-01	*0.364E-01	-0.981E-02
	500000.	0.118	-0.323E-02	*0.377E-01	-0.133E-01	*0.370E-01	-0.110E-01
In III 6S 6P	20000.	9.99	-0.771	0.655	-0.219	*0.768	-0.181
5376.2 Å	50000.	7.58	-0.690	0.909	-0.371	*0.956	-0.296
C = 0.49E+22	100000.	6.57	-0.673	1.05	-0.463	*1.08	-0.375
	200000.	5.83	-0.610	1.16	-0.563	*1.14	-0.458
	300000.	5.47	-0.568	1.23	-0.613	1.18	-0.496
	500000.	5.04	-0.533	1.30	-0.687	1.22	-0.550
In III 6S 7P	20000.	2.56	-0.141				
1969.0 Å	50000.	2.15	-0.164	*0.382	-0.112		
C = 0.27E+21	100000.	1.98	-0.153	*0.421	-0.143		
	200000.	1.84	-0.145	*0.445	-0.170		
	300000.	1.75	-0.129	*0.465	-0.189	*0.446	-0.151
	500000.	1.63	-0.112	*0.471	-0.205	*0.461	-0.162
In III 5P 6S	20000.	0.480	0.109	0.129E-01	0.161E-01	0.136E-01	0.133E-01
1497.0 Å	50000.	0.328	0.703E-01	0.268E-01	0.273E-01	0.247E-01	0.218E-01
C = 0.42E+21	100000.	0.266	0.643E-01	0.360E-01	0.342E-01	0.315E-01	0.278E-01
	200000.	0.225	0.544E-01	0.447E-01	0.414E-01	0.382E-01	0.337E-01
	300000.	0.205	0.476E-01	0.508E-01	0.455E-01	0.421E-01	0.364E-01
	500000.	0.185	0.445E-01	0.573E-01	0.509E-01	0.470E-01	0.410E-01
In III 5P 7S	20000.	0.348	0.165	*0.241E-01	*0.239E-01	*0.231E-01	*0.184E-01
914.5 Å	50000.	0.289	0.124	*0.399E-01	*0.369E-01	*0.335E-01	*0.291E-01
C = 0.69E+20	100000.	0.260	0.969E-01	*0.507E-01	*0.477E-01	*0.421E-01	*0.373E-01
	200000.	0.232	0.784E-01	0.616E-01	0.565E-01	*0.495E-01	*0.448E-01
	300000.	0.216	0.701E-01	0.669E-01	0.607E-01	*0.573E-01	*0.486E-01
	500000.	0.196	0.586E-01	0.765E-01	0.662E-01	*0.590E-01	*0.545E-01
In III 6P 7S	20000.	9.13	3.38	*0.668	*0.502		
4174.6 Å	50000.	7.77	2.53	*0.980	*0.775	*0.881	*0.612
C = 0.14E+22	100000.	7.15	1.97	*1.22	*0.999	*1.06	*0.789
	200000.	6.53	1.57	*1.42	*1.19	*1.19	*0.943
	300000.	6.15	1.43	1.51	1.27	*1.34	*1.02
	500000.	5.66	1.19	1.70	1.39	*1.37	*1.15
In III 5P 5D	20000.	0.396	0.238E-01	0.192E-01	0.724E-02	0.235E-01	0.652E-02
1458.7 Å	50000.	0.269	0.214E-01	0.307E-01	0.132E-01	0.325E-01	0.113E-01
C = 0.36E+21	100000.	0.215	0.244E-01	0.359E-01	0.172E-01	0.373E-01	0.141E-01
	200000.	0.180	0.217E-01	0.413E-01	0.210E-01	0.415E-01	0.171E-01
	300000.	0.165	0.211E-01	0.440E-01	0.233E-01	0.425E-01	0.188E-01
	500000.	0.151	0.198E-01	0.472E-01	0.260E-01	0.444E-01	0.205E-01
In III 5D 6P	20000.	11.1	-0.279	*0.925	-0.139	*1.07	-0.123
5935.2 Å	50000.	8.37	-0.326	1.23	-0.251	*1.31	-0.210
C = 0.59E+22	100000.	7.17	-0.324	1.39	-0.323	*1.46	-0.263
	200000.	6.35	-0.314	1.50	-0.392	*1.53	-0.318
	300000.	5.95	-0.304	1.55	-0.432	1.56	-0.352
	500000.	5.51	-0.280	1.58	-0.479	1.59	-0.388

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158...81D

PERTURBERS ARE: TRANSITION	T(K)	ELECTRONS WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	PROTONS WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	IONIZED HELIUM WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
In III 5D 7P	20000.	2.64	-0.701E-01				
2039.3 Å	50000.	2.20	-0.116	*0.418	-0.106		
C = 0.29E+21	100000.	2.02	-0.107	*0.459	-0.135		
	200000.	1.88	-0.106	*0.483	-0.162		
	300000.	1.79	-0.918E-01	*0.500	-0.175	*0.495	-0.142
	500000.	1.67	-0.771E-01	*0.519	-0.195	*0.496	-0.153
In III 5D 5F	20000.	2.69	0.285				
1775.6 Å	50000.	2.28	0.289				
C = 0.50E+20	100000.	2.04	0.274				
	200000.	1.81	0.249	*0.620	*0.464		
	300000.	1.68	0.216	*0.653	*0.495		
	500000.	1.52	0.188	*0.744	*0.533		
In III 5D 6F	20000.	*5.09	*0.447				
1431.3 Å	50000.	*4.58	*0.434				
C = 0.32E+19	100000.	4.14	0.425				
	200000.	3.63	0.474				
	300000.	3.33	0.399				
	500000.	2.95	0.405				
In III 5D 7F	20000.						
1295.2 Å	50000.	*6.95	*0.683				
C = 0.22E+19	100000.	*6.52	*0.669				
	200000.	*5.84	*0.787				
	300000.	5.38	0.642				
	500000.	4.79	0.681				
In III 4F 5D	20000.	2.71	-0.564E-01	0.179	-0.398E-01	*0.215	-0.348E-01
2998.8 Å	50000.	2.00	-0.634E-01	0.249	-0.709E-01	*0.268	-0.588E-01
C = 0.78E+21	100000.	1.69	-0.601E-01	0.285	-0.906E-01	*0.300	-0.734E-01
	200000.	1.48	-0.559E-01	0.314	-0.110	0.317	-0.889E-01
	300000.	1.39	-0.513E-01	0.326	-0.121	0.323	-0.975E-01
	500000.	1.28	-0.447E-01	0.341	-0.134	0.331	-0.109
In III 4F 5G	20000.	12.9	-2.37				
4073.7 Å	50000.	9.66	-1.89				
C = 0.26E+21	100000.	8.04	-1.65	*2.25	-1.62		
	200000.	6.80	-1.39	*2.61	-1.94		
	300000.	6.19	-1.20	*2.84	-2.09		
	500000.	5.53	-1.05	*3.27	-2.36	*2.55	-1.95
PERTURBER DENSITY = 1.E+19cm^{-3}							
In III 5S 5P	20000.	2.88	-0.175E-01	0.599E-01	-0.517E-02	*0.837E-01	-0.508E-02
1664.5 Å	50000.	1.86	-0.243E-01	0.124	-0.161E-01	*0.151	-0.147E-01
C = 0.17E+23	100000.	1.39	-0.248E-01	0.167	-0.267E-01	*0.181	-0.230E-01
	200000.	1.10	-0.270E-01	0.190	-0.379E-01	0.204	-0.309E-01
	300000.	0.993	-0.259E-01	0.203	-0.426E-01	0.215	-0.350E-01
	500000.	0.888	-0.251E-01	0.217	-0.491E-01	0.222	-0.400E-01
In III 5S 6P	20000.	*1.24	*0.303E-02				
687.4 Å	50000.	0.923	-0.492E-02				
C = 0.80E+21	100000.	0.782	0.539E-02	*0.157	-0.135E-01		
	200000.	0.685	0.452E-03	*0.173	-0.173E-01		
	300000.	0.639	0.130E-02	*0.177	-0.195E-01		
	500000.	0.590	0.205E-02	*0.182	-0.222E-01		
In III 5S 7P	20000.	*1.87	*0.586E-02				
562.8 Å	50000.	*1.56	-0.428E-01				
C = 0.22E+21	100000.	1.44	-0.367E-01				
	200000.	1.33	-0.411E-01				
	300000.	1.26	-0.342E-01				
	500000.	1.18	-0.283E-01				
In III 5P 6S	20000.	4.80	0.996	0.122	0.996E-01	0.122	0.719E-01
1497.0 Å	50000.	3.28	0.652	0.265	0.223	0.242	0.168
C = 0.42E+22	100000.	2.66	0.608	0.356	0.309	0.312	0.243
	200000.	2.25	0.516	0.449	0.399	0.380	0.320
	300000.	2.05	0.457	0.508	0.452	0.421	0.361
	500000.	1.85	0.435	0.573	0.506	0.470	0.407

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158...81D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
In III 5P 7S	20000.	*3.47	*1.41				
914.5 Å	50000.	*2.89	*1.11				
C = 0.69E+21	100000.	2.60	0.878				
	200000.	2.32	0.711				
	300000.	2.16	0.651				
	500000.	1.96	0.558				
In III 5P 5D	20000.	3.96	0.204	*0.166	*0.487E-01		
1458.7 Å	50000.	2.69	0.193	*0.297	*0.113		
C = 0.36E+22	100000.	2.15	0.232	*0.356	*0.159		
	200000.	1.80	0.206	*0.412	*0.203	*0.414	*0.164
	300000.	1.65	0.204	*0.440	*0.232	*0.424	*0.187
	500000.	1.51	0.194	0.472	0.259	*0.443	*0.204
PERTURBER DENSITY = 1.E+20cm^{-3}							
In III 5S 5P	20000.	*28.7	-0.627E-01	*0.237	-0.173E-01		
1664.5 Å	50000.	18.6	-0.191	*1.09	-0.122		
C = 0.17E+24	100000.	13.9	-0.212	*1.60	-0.233		
	200000.	11.0	-0.245	*1.88	-0.356		
	300000.	9.93	-0.237	*2.02	-0.413		
	500000.	8.88	-0.233	*2.17	-0.490	*2.22	-0.398
In III 5S 6P	20000.						
687.4 Å	50000.	*9.19	-0.147E-02				
C = 0.80E+22	100000.	7.81	0.838E-01				
	200000.	6.84	0.258E-01				
	300000.	6.39	0.289E-01				
	500000.	5.89	0.350E-01				
In III 5S 7P	20000.						
562.8 Å	50000.						
C = 0.22E+22	100000.						
	200000.	*12.9	-0.103				
	300000.	*12.3	-0.689E-01				
	500000.	*11.5	-0.455E-01				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158...81D

Table 2. This table shows electron-, proton-, and ionized helium-impact broadening parameters for Tl III for perturber densities of $10^{18} - 10^{20}$ cm^{-3} and temperatures from 20,000 up to 500,000 K. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given in the Table. By dividing C by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević *et al.* 1991), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for validity of the impact approximation) lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
PERTURBER DENSITY = 1.E+18cm^{-3}							
Tl III 6S 6P	20000.	0.170	-0.341E-03	0.431E-02	-0.962E-04	0.627E-02	-0.961E-04
1350.7 Å	50000.	0.110	-0.554E-03	0.821E-02	-0.263E-03	0.102E-01	-0.256E-03
C = 0.12E+22	100000.	0.820E-01	-0.533E-03	0.109E-01	-0.480E-03	0.119E-01	-0.443E-03
	200000.	0.650E-01	-0.724E-03	0.123E-01	-0.730E-03	0.133E-01	-0.637E-03
	300000.	0.584E-01	-0.658E-03	0.132E-01	-0.887E-03	0.140E-01	-0.755E-03
	500000.	0.523E-01	-0.656E-03	0.141E-01	-0.105E-02	0.145E-01	-0.867E-03
Tl III 6S 7P	20000.	0.999E-01	0.629E-03	0.889E-02	-0.760E-04	*0.105E-01	-0.753E-04
618.6 Å	50000.	0.746E-01	0.226E-03	0.120E-01	-0.194E-03	*0.129E-01	-0.179E-03
C = 0.59E+20	100000.	0.634E-01	0.102E-02	0.135E-01	-0.315E-03	*0.144E-01	-0.269E-03
	200000.	0.556E-01	0.654E-03	0.147E-01	-0.438E-03	*0.151E-01	-0.364E-03
	300000.	0.520E-01	0.662E-03	0.151E-01	-0.493E-03	0.154E-01	-0.406E-03
	500000.	0.481E-01	0.745E-03	0.154E-01	-0.566E-03	0.156E- 01	-0.460E-03
PERTURBER DENSITY = 1.E+19cm^{-3}							
Tl III 6S 6P	20000.	1.70	-0.301E-02	0.390E-01	-0.704E-03	*0.547E-01	-0.703E-03
1350.7 Å	50000.	1.10	-0.522E-02	0.806E-01	-0.242E-02	*0.988E-01	-0.234E-02
C = 0.12E+23	100000.	0.820	-0.519E-02	0.109	-0.465E-02	*0.118	-0.429E-02
	200000.	0.650	-0.722E-02	0.123	-0.723E-02	0.133	-0.630E-02
	300000.	0.584	-0.649E-02	0.132	-0.886E-02	0.140	-0.754E-02
	500000.	0.523	-0.654E-02	0.141	-0.105E-01	0.145	-0.866E-02
Tl III 6S 7P	20000.	*0.999	*0.654E-02				
618.6 Å	50000.	0.746	0.244E-02				
C = 0.59E+21	100000.	0.634	0.105E-01				
	200000.	0.556	0.660E-02	*0.146	-0.433E-02		
	300000.	0.520	0.673E-02	*0.150	-0.492E-02		
	500000.	0.481	0.749E-02	*0.154	-0.565E-02		
PERTURBER DENSITY = 1.E+20cm^{-3}							
Tl III 6S 6P	20000.	*17.0	-0.179E-01	*0.154	-0.240E-02		
1350.7 Å	50000.	11.0	-0.437E-01	*0.710	-0.189E-01		
C = 0.12E+24	100000.	8.19	-0.470E-01	*1.04	-0.420E-01		
	200000.	6.49	-0.679E-01	*1.22	-0.691E-01		
	300000.	5.84	-0.621E-01	*1.31	-0.868E-01		
	500000.	5.23	-0.627E-01	*1.40	-0.105	*1.44	-0.863E-01
Tl III 6S 7P	20000.						
618.6 Å	50000.	*7.43	*0.370E-01				
C = 0.59E+22	100000.	*6.32	*0.111				
	200000.	5.55	0.719E-01				
	300000.	5.20	0.706E-01				
	500000.	4.80	0.782E-01				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158...81D

Table 3. This table shows electron-, proton-, and ionized helium-impact broadening parameters for Pb IV for perturber densities of 10^{18} – 10^{20} cm^{-3} and temperatures from 50,000 up to 1,000,000 K. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given in the Table. By dividing C by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević *et al.* 1991), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for validity of the impact approximation) lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBER DENSITY = 1.E+18cm^{-3}							
PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Pb IV 6S 6P	50000.	0.737E-01	-0.526E-03	0.290E-02	-0.263E-03	0.573E-02	-0.494E-03
1108.7 Å	100000.	0.534E-01	-0.625E-03	0.449E-02	-0.503E-03	0.894E-02	-0.983E-03
C = 0.11E+22	200000.	0.404E-01	-0.737E-03	0.595E-02	-0.807E-03	0.119E-01	-0.160E-02
	300000.	0.352E-01	-0.787E-03	0.641E-02	-0.977E-03	0.128E-01	-0.196E-02
	500000.	0.304E-01	-0.722E-03	0.699E-02	-0.120E-02	0.140E-01	-0.241E-02
	1000000.	0.259E-01	-0.687E-03	0.768E-02	-0.144E-02	0.154E-01	-0.289E-02
Pb IV 6S 7P	50000.	0.347E-01	0.364E-03	0.388E-02	0.119E-03	*0.761E-02	*0.224E-03
464.8 Å	100000.	0.276E-01	0.169E-03	0.469E-02	0.211E-03	*0.933E-02	*0.410E-03
C = 0.63E+20	200000.	0.228E-01	0.360E-03	0.530E-02	0.307E-03	*0.106E-01	*0.609E-03
	300000.	0.208E-01	0.258E-03	0.562E-02	0.367E-03	*0.112E-01	*0.735E-03
	500000.	0.188E-01	0.269E-03	0.586E-02	0.423E-03	0.117E-01	0.846E-03
	1000000.	0.166E-01	0.272E-03	0.610E-02	0.503E-03	0.122E-01	0.101E-02
PERTURBER DENSITY = 1.E+19cm^{-3}							
Pb IV 6S 6P	50000.	0.737	-0.474E-02	0.285E-01	-0.233E-02	*0.540E-01	-0.393E-02
1108.7 Å	100000.	0.534	-0.601E-02	0.447E-01	-0.478E-02	*0.877E-01	-0.895E-02
C = 0.11E+23	200000.	0.404	-0.725E-02	0.595E-01	-0.796E-02	*0.118	-0.154E-01
	300000.	0.352	-0.770E-02	0.641E-01	-0.976E-02	*0.128	-0.192E-01
	500000.	0.304	-0.717E-02	0.699E-01	-0.120E-01	0.140	-0.241E-01
	1000000.	0.259	-0.686E-02	0.768E-01	-0.144E-01	0.154	-0.288E-01
Pb IV 6S 7P	50000.	0.347	0.349E-02	*0.372E-01	*0.105E-02		
464.8 Å	100000.	0.276	0.155E-02	*0.463E-01	*0.199E-02		
C = 0.63E+21	200000.	0.228	0.351E-02	*0.528E-01	*0.302E-02		
	300000.	0.208	0.251E-02	*0.562E-01	*0.366E-02		
	500000.	0.188	0.266E-02	*0.586E-01	*0.422E-02		
	1000000.	0.166	0.271E-02	*0.610E-01	*0.503E-02		
PERTURBER DENSITY = 1.E+20cm^{-3}							
Pb IV 6S 6P	50000.	7.37	-0.362E-01	*0.236	-0.157E-01		
1108.7 Å	100000.	5.34	-0.526E-01	*0.430	-0.416E-01		
C = 0.11E+24	200000.	4.04	-0.677E-01	*0.587	-0.740E-01		
	300000.	3.52	-0.721E-01	*0.638	-0.929E-01		
	500000.	3.04	-0.679E-01	*0.698	-0.118		
	1000000.	2.59	-0.661E-01	*0.768	-0.144		
Pb IV 6S 7P	50000.	*3.47	*0.296E-01				
464.8 Å	100000.	*2.75	*0.123E-01				
C = 0.63E+22	200000.	2.28	0.326E-01				
	300000.	2.08	0.237E-01				
	500000.	1.88	0.244E-01				
	1000000.	1.66	0.259E-01				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158...81D

2. RESULTS AND DISCUSSION

The complete discussion of the obtained results and the details of calculation procedure will be published in Dimitrijević and Sahal−Bréchot (1998). Here, we present only tables of the corresponding Stark broadening parameters.

Energy levels have been taken from Bhatia (1978) for In III and from Gutmann and Crooker (1973) for Tl III and Pb IV.

Our results for electron-, proton-, and ionized helium-impact line widths and shifts for tventy In III multiplets for perturber densities of $10^{14}-10^{16}$ cm^{-3} and $10^{18}-10^{20}$ cm^{-3}, and for two Tl III multiplets, for perturber densities $10^{18}-10^{20}$ cm^{-3}, are shown in Tables 1 and 2 respectively. In both cases T = 20,000 − 500,000 K. Data for electron-, proton-, and He III-impact line widths and shifts for two Pb IV multiplets, for perturber densities $10^{18}-10^{20}$ cm^{-3} and temperatures T = 50,000 − 1,000,000 K, are presented in Table 3. Data for perturber density of 10^{17} cm^{-3} will be published in Dimitrijević and Sahal−Bréchot (1998). For In III, the complete list of transitions is for the electron density of 10^{16} cm^{-3}. For lower electron densities, only transitions where Stark broadening parameters deviate from the linear dependence with the electron density, are listed. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density.

We also specify a parameter C (Dimitrijević and Sahal−Bréchot 1984), which gives an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated when it is divided by the corresponding full width at half maximum. For each value given in Table 1, the collision volume (V) multiplied by the perturber density (N) is much less than one and the impact approximation is valid (Sahal−Bréchot, 1969ab). Values for NV $>$ 0.5 are not given and values for $0.1 <$ NV ≤ 0.5 are denoted by an asterisk. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. When the impact approximation is not valid, the ion broadening contribution may be estimated by using quasistatic approach (Sahal−Bréchot 1991 or Griem 1974). In the region between where neither of these two approximations is valid, a unified type theory should be used. For example in Barnard *et al.* (1974), a simple analytical formulas for such a case are given. The accuracy of the results obtained decreases when broadening by ion interactions becomes important.

There is not experimental results concerning In III, Tl III and Pb IV. There are however theoretical results (Purić *et al.* 1978) for In III $5s^2S$-$5p^2P^o$ and Tl III $6s^2S$-$6p^2P^o$ multiplets, obtained within the semiempirical approach (Griem, 1968). We will compare our results with them in Dimitrijević and Sahal−Bréchot (1998).

The present data contribute to the creation of a large set of reliable semiclassical Stark broadening data of significance for astrophysical and laboratory plasma research.

Acknowledgements – This work is a part of the project "Astrometrical, Astrodynamical and Astrophysical Investigations", supported by Ministry of Science and Technology of Serbia.

REFERENCES

Barnard, A.J., Cooper, J., Smith, E.W.: 1974, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **14**, 1025.
Bhatia, K.S.: 1978, *J. Phys. B*, **11**, 2421.
Dimitrijević, M.S., and Sahal−Bréchot, S.: 1984, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **31**, 301.
Dimitrijević, M.S., and Sahal−Bréchot, S.: 1996, *Physica Scripta*, **54**, 50.
Dimitrijević, M.S., and Sahal−Bréchot, S.: 1998, *Zh. Prikl. Spektrosk.*, in press.
Dimitrijević, M.S., Sahal−Bréchot, S., Bommier, V.: 1991, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **89**, 581.
Fleurier, C., Sahal−Bréchot,S., Chapelle, J.: 1977, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **17**, 595.
Griem, H.R.: 1968, *Phys. Rev.*, **165**, 258.
Griem, H.R.: 1974, Spectral Line Broadening by Plasmas, Academic Press, New York.
Gutmann, F., Crooker, A. M.: 1973, *Can. J. Phys.* **51**, 1823.
Purić, J., Dimitrijević, M.S., Lakićević, I.S.: 1978, *Phys. Lett.*, **67A**, 189.
Sahal−Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.*, **1**, 91.
Sahal−Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.*, **2**, 322.
Sahal−Bréchot, S.: 1974, *Astron. Astrophys.*, **35**, 321.
Sahal−Bréchot, S.: 1991, *Astron. Astrophys.*, **245**, 322.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158...81D

ТАБЕЛЕ ПАРАМЕТАРА ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА In III, Tl III И Pb IV

М. С. Димитријевић[1] и S. Sahal–Bréchot[2]

[1] *Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд-74, Југославија*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris-Meudon, 92190 Meudon, France

УДК 52–355.3
Претходно саопштење

Користећи семикласичан прилаз, израчунате су ширине и помераји спектралних линија, проузроковани сударима са електронима, протонима и јонима хелијума за 20 мултиплета In III и 2 мултиплета Tl III, као и ширине и помераји спектралних линија, проузроковани сударима са електронима, протонима и двоструко наелектрисаним јонима хелијума, за 2 мултиплета Pb IV. Резултати су дати у функцији температуре и концентрације пертурбера.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158...93D

Serb. Astron. J. № 158 (1998), 93 – 101

UDC 52–355.3
Preliminary report

STARK BROADENING PARAMETER TABLES FOR F VI AND Cl VII

M. S. Dimitrijević[1] and S. Sahal–Bréchot[2]

[1] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade-74, Yugoslavia*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris–Meudon, 92190 Meudon, France

(Received: June 1, 1998)

SUMMARY: Using a semiclassical approach, we have calculated electron–, proton–, and He III–impact line widths and shifts for 2 F VI and 10 Cl VII multiplets as a function of temperature and perturber density.

1. INTRODUCTION

Spectral lines of chlorine and fluorine are present in Solar (Moore *et al.* 1966), as well as in stellar spectra (Merrill, 1956). Trimble (1991) reports, that chlorine and fluorine have been found in the ejecta of SN 1987 A supernova. Fluorine is a product of hydrogen burning in stellar interiors and envelopes, and chlorine a product of alpha processes - neutron capture on slow time scale. In accordance with this, the corresponding data on the spectral line broadening parameters of fluorine and chlorine in various ionization stages are of significance for the investigation and modelling of stellar plasma, particularly for subphotospheric layers research (Seaton, 1987) and radiative transfer in stellar interiors. For the investigation and developing of soft X-ray lasers, such data may be useful as well (see e.g. Griem and Moreno, 1990; Fill and Schöning, 1994). Line broadening data for multiply charged ions are as well of importance for the investigation of Stark broadening parameter systematic trends along isoelectronic sequences.

In order to continue our project to provide an as much as possible large set of reliable Stark broadening data needed for the consideration and modeling of astrophysical, laboratory, laser produced and fusion plasmas, we have calculated within the semiclassical-perturbation formalism (Sahal–Bréchot 1969ab, see also Sahal–Bréchot, 1974, Fleurier *et al.* 1977, Dimitrijević and Sahal–Bréchot, 1984, Dimitrijević *et al.* 1991, Dimitrijević and Sahal–Bréchot, 1995) electron-, proton-, and He III-impact line widths and shifts for 2 F VI and 10 Cl VII multiplets. The used formalism has been reviewed briefly in Dimitrijević and Sahal–Bréchot, 1995.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158...93D

Table 1. This table shows electron-, proton-, and He III-impact broadening parameters for F VI for perturber densities of 10^{18} – 10^{22} cm^{-3} and temperatures from 100,000 up to 2,000,000 K. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given in the Table. By dividing C by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević *et al.* 1991), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for validity of the impact approximation) lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
PERTURBER DENSITY = 1.E+18cm^{-3}							
F VI 2S 2P	100000.	0.322E-02	-0.307E-04	0.117E-04	-0.187E-04	0.219E-04	-0.362E-04
535.2 Å	200000.	0.229E-02	-0.545E-04	0.322E-04	-0.376E-04	0.610E-04	-0.747E-04
C = 0.54E+21	500000.	0.149E-02	-0.600E-04	0.899E-04	-0.781E-04	0.174E-03	-0.157E-03
	1000000,	0.111E-02	-0.608E-04	0.142E-03	-0.112E-03	0.280E-03	-0.227E-03
	1500000,	0.953E-03	-0.574E-04	0.175E-03	-0.133E-03	0.349E-03	-0.271E-03
	2000000,	0.859E-03	-0.568E-04	0.190E-03	-0.142E-03	0.379E-03	-0.291E-03
F VI 2P 3S	100000.	0.927E-03	0.662E-04	0.280E-04	0.715E-04	0.550E-04	0.138E-03
173.1 Å	200000.	0.699E-03	0.840E-04	0.667E-04	0.107E-03	0.135E-03	0.213E-03
C = 0.70E+19	500000.	0.500E-03	0.786E-04	0.136E-03	0.149E-03	0.274E-03	0.304E-03
	1000000,	0.397E-03	0.749E-04	0.185E-03	0.180E-03	0.360E-03	0.366E-03
	1500000,	0.349E-03	0.671E-04	0.218E-03	0.199E-03	0.412E-03	0.405E-03
	2000000,	0.319E-03	0.619E-04	0.238E-03	0.210E-03	0.460E-03	0.427E-03
PERTURBER DENSITY = 1.E+19cm^{-3}							
F VI 2S 2P	100000.	0.322E-01	-0.329E-03	0.117E-03	-0.174E-03	0.216E-03	-0.318E-03
535.2 Å	200000.	0.229E-01	-0.549E-03	0.322E-03	-0.366E-03	0.608E-03	-0.705E-03
C = 0.54E+22	500000.	0.149E-01	-0.586E-03	0.899E-03	-0.780E-03	0.174E-02	-0.156E-02
	1000000,	0.111E-01	-0.608E-03	0.142E-02	-0.112E-02	0.280E-02	-0.226E-02
	1500000,	0.953E-02	-0.574E-03	0.175E-02	-0.133E-02	0.349E-02	-0.270E-02
	2000000,	0.859E-02	-0.567E-03	0.190E-02	-0.142E-02	0.379E-02	-0.291E-02
F VI 2P 3S	100000.	0.928E-02	0.613E-03	0.279E-03	0.655E-03	0.551E-03	0.118E-02
173.1 Å	200000.	0.699E-02	0.795E-03	0.667E-03	0.102E-02	0.134E-02	0.195E-02
C = 0.70E+20	500000.	0.500E-02	0.760E-03	0.136E-02	0.149E-02	0.274E-02	0.297E-02
	1000000,	0.397E-02	0.736E-03	0.185E-02	0.180E-02	0.360E-02	0.364E-02
	1500000,	0.349E-02	0.670E-03	0.218E-02	0.199E-02	0.412E-02	0.404E-02
	2000000,	0.319E-02	0.617E-03	0.238E-02	0.210E-02	0.460E-02	0.427E-02
PERTURBER DENSITY = 1.E+20cm^{-3}							
F VI 2S 2P	100000.	0.322	-0.319E-02	0.113E-02	-0.141E-02	0.184E-02	-0.200E-02
535.2 Å	200000.	0.229	-0.516E-02	0.320E-02	-0.337E-02	0.598E-02	-0.606E-02
C = 0.54E+23	500000.	0.149	-0.571E-02	0.899E-02	-0.768E-02	0.174E-01	-0.148E-01
	1000000,	0.111	-0.596E-02	0.142E-01	-0.112E-01	0.280E-01	-0.223E-01
	1500000,	0.953E-01	-0.567E-02	0.175E-01	-0.133E-01	0.349E-01	-0.270E-01
	2000000,	0.859E-01	-0.562E-02	0.190E-01	-0.142E-01	0.379E-01	-0.290E-01
F VI 2P 3S	100000.	0.927E-01	0.408E-02	0.278E-02	0.504E-02		
173.1 Å	200000.	0.699E-01	0.652E-02	0.667E-02	0.891E-02		
C = 0.70E+21	500000.	0.500E-01	0.666E-02	0.136E-01	0.143E-01		
	1000000,	0.397E-01	0.678E-02	0.185E-01	0.179E-01	*0.359E-01	*0.349E-01
	1500000,	0.349E-01	0.636E-02	0.218E-01	0.198E-01	*0.412E-01	*0.401E-01
	2000000,	0.319E-01	0.588E-02	0.238E-01	0.209E-01	*0.460E-01	*0.424E-01
PERTURBER DENSITY = 1.E+21cm^{-3}							
F VI 2S 2P	100000.	3.22	-0.162E-01	0.867E-02	-0.713E-02	*0.831E-02	-0.495E-02
535.2 Å	200000.	2.29	-0.416E-01	0.307E-01	-0.264E-01	*0.500E-01	-0.362E-01
C = 0.54E+24	500000.	1.49	-0.510E-01	0.894E-01	-0.703E-01	*0.171	-0.127
	1000000,	1.11	-0.551E-01	0.141	-0.107	*0.279	-0.204
	1500000,	0.953	-0.525E-01	0.175	-0.130	*0.348	-0.255
	2000000,	0.859	-0.533E-01	0.190	-0.142	*0.379	-0.283
F VI 2P 3S	100000.	*0.882	-0.410E-01				
173.1 Å	200000.	0.677	0.148E-01				
C = 0.70E+22	500000.	0.488	0.369E-01				
	1000000,	0.389	0.460E-01				
	1500000,	0.342	0.443E-01				
	2000000,	0.313	0.445E-01				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158...93D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
PERTURBER DENSITY = 1.E+22cm^{-3}							
F VI 2S 2P	100000.						
535.2 Å	200000.	*22.9	-0.124E-01	*0.219	-0.117		
C = 0.54E+25	500000.	14.9	-0.302	*0.861	-0.552		
	1000000,	11.1	-0.410	*1.40	-0.941		
	1500000,	9.53	-0.414	*1.74	-1.20		
	2000000,	8.59	-0.428	1.89	-1.31		
F VI 2P 3S	100000.						
173.1 Å	200000.	*4.68	-0.664				
C = 0.70E+23	500000.	*3.84	-0.165				
	1000000,	3.21	0.770E-01				
	1500000,	2.88	0.125				
	2000000,	2.67	0.148				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158...93D

Table 2. Same as in the Table 1 but for Cl VII.

PERTURBER DENSITY = 1.E+18cm^{-3}

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Cl VII 3S 3P	100000.	0.183E-01	-0.168E-03	0.150E-03	-0.936E-04	0.290E-03	-0.180E-03
804.8 AA	200000.	0.131E-01	-0.217E-03	0.351E-03	-0.185E-03	0.683E-03	-0.368E-03
C = 0.80E+21	500000.	0.879E-02	-0.265E-03	0.711E-03	-0.367E-03	0.141E-02	-0.739E-03
	1000000.	0.674E-02	-0.237E-03	0.997E-03	-0.510E-03	0.198E-02	-0.103E-02
	1500000.	0.586E-02	-0.234E-03	0.110E-02	-0.585E-03	0.218E-02	-0.119E-02
	2000000.	0.534E-02	-0.227E-03	0.117E-02	-0.633E-03	0.234E-02	-0.128E-02
Cl VII 3S 4P	100000.	0.277E-02	0.273E-04	0.103E-03	0.141E-04	0.200E-03	0.271E-04
196.2 AA	200000.	0.204E-02	0.218E-04	0.165E-03	0.264E-04	0.326E-03	0.527E-04
C = 0.18E+20	500000.	0.143E-02	0.302E-04	0.235E-03	0.456E-04	0.468E-03	0.918E-04
	1000000.	0.114E-02	0.283E-04	0.267E-03	0.609E-04	0.531E-03	0.123E-03
	1500000.	0.102E-02	0.268E-04	0.286E-03	0.678E-04	0.567E-03	0.137E-03
	2000000.	0.942E-03	0.272E-04	0.299E-03	0.727E-04	0.589E-03	0.147E-03
Cl VII 4S 4P	100000.	0.435	-0.900E-02	0.133E-01	-0.706E-02	0.261E-01	-0.136E-01
2190.4 AA	200000.	0.324	-0.103E-01	0.217E-01	-0.116E-01	0.430E-01	-0.232E-01
C = 0.22E+22	500000.	0.233	-0.995E-02	0.320E-01	-0.176E-01	0.639E-01	-0.356E-01
	1000000.	0.188	-0.962E-02	0.377E-01	-0.212E-01	0.750E-01	-0.428E-01
	1500000.	0.168	-0.940E-02	0.413E-01	-0.234E-01	0.820E-01	-0.474E-01
	2000000.	0.156	-0.863E-02	0.441E-01	-0.251E-01	0.862E-01	-0.507E-01
Cl VII 3P 4S	100000.	0.416E-02	0.250E-03	0.638E-04	0.164E-03	0.125E-03	0.316E-03
294.3 AA	200000.	0.308E-02	0.265E-03	0.170E-03	0.262E-03	0.338E-03	0.524E-03
C = 0.40E+20	500000.	0.218E-02	0.284E-03	0.352E-03	0.388E-03	0.706E-03	0.785E-03
	1000000.	0.174E-02	0.269E-03	0.466E-03	0.464E-03	0.942E-03	0.939E-03
	1500000.	0.154E-02	0.262E-03	0.536E-03	0.515E-03	0.108E-02	0.104E-02
	2000000.	0.141E-02	0.248E-03	0.598E-03	0.549E-03	0.119E-02	0.112E-02
Cl VII 3P 3D	100000.	0.114E-01	-0.446E-04	0.172E-03	-0.160E-04	0.333E-03	-0.308E-04
602.6 AA	200000.	0.814E-02	-0.453E-04	0.359E-03	-0.326E-04	0.703E-03	-0.649E-04
C = 0.45E+21	500000.	0.543E-02	-0.484E-04	0.641E-03	-0.732E-04	0.126E-02	-0.147E-03
	1000000.	0.416E-02	-0.383E-04	0.807E-03	-0.112E-03	0.161E-02	-0.225E-03
	1500000.	0.363E-02	-0.405E-04	0.872E-03	-0.136E-03	0.174E-02	-0.274E-03
	2000000.	0.332E-02	-0.396E-04	0.915E-03	-0.153E-03	0.182E-02	-0.310E-03
Cl VII 3P 4D	100000.	0.403E-02	0.807E-04	0.159E-03	0.124E-03	0.312E-03	0.237E-03
224.8 AA	200000.	0.302E-02	0.962E-04	0.263E-03	0.190E-03	0.519E-03	0.381E-03
C = 0.75E+19	500000.	0.214E-02	0.858E-04	0.402E-03	0.276E-03	0.791E-03	0.558E-03
	1000000.	0.172E-02	0.775E-04	0.499E-03	0.333E-03	0.960E-03	0.673E-03
	1500000.	0.153E-02	0.664E-04	0.564E-03	0.369E-03	0.105E-02	0.742E-03
	2000000.	0.141E-02	0.581E-04	0.620E-03	0.395E-03	0.112E-02	0.797E-03
Cl VII 4P 4D	100000.	0.311	0.178E-02	0.145E-01	0.579E-02	0.283E-01	0.111E-01
1680.4 AA	200000.	0.234	0.283E-02	0.217E-01	0.912E-02	0.428E-01	0.182E-01
C = 0.42E+21	500000.	0.169	0.143E-02	0.293E-01	0.134E-01	0.576E-01	0.272E-01
	1000000.	0.137	0.122E-02	0.345E-01	0.162E-01	0.665E-01	0.326E-01
	1500000.	0.123	0.723E-03	0.379E-01	0.179E-01	0.715E-01	0.363E-01
	2000000.	0.114	0.262E-03	0.404E-01	0.192E-01	0.743E-01	0.387E-01
Cl VII 3D 4P	100000.	0.149E-01	0.228E-03	0.610E-03	0.114E-03	0.119E-02	0.218E-03
455.7 AA	200000.	0.110E-01	0.214E-03	0.966E-03	0.205E-03	0.191E-02	0.408E-03
C = 0.95E+20	500000.	0.772E-02	0.276E-03	0.136E-02	0.344E-03	0.271E-02	0.693E-03
	1000000.	0.617E-02	0.251E-03	0.155E-02	0.436E-03	0.309E-02	0.881E-03
	1500000.	0.550E-02	0.243E-03	0.166E-02	0.487E-03	0.330E-02	0.988E-03
	2000000.	0.510E-02	0.242E-03	0.173E-02	0.526E-03	0.342E-02	0.106E-02
Cl VII 3D 4F	100000.	0.717E-02	-0.893E-04	0.243E-03	-0.203E-03	0.476E-03	-0.389E-03
340.3 AA	200000.	0.529E-02	-0.813E-04	0.429E-03	-0.327E-03	0.851E-03	-0.653E-03
C = 0.17E+20	500000.	0.371E-02	-0.504E-04	0.696E-03	-0.487E-03	0.137E-02	-0.985E-03
	1000000.	0.295E-02	-0.496E-04	0.876E-03	-0.584E-03	0.165E-02	-0.118E-02
	1500000.	0.262E-02	-0.305E-04	0.997E-03	-0.646E-03	0.183E-02	-0.131E-02
	2000000.	0.242E-02	-0.189E-04	0.111E-02	-0.700E-03	0.196E-02	-0.140E-02
Cl VII 4D 4F	100000.	4.61	-0.112	0.213	-0.175	0.418	-0.334
6699.3 AA	200000.	3.47	-0.123	0.339	-0.259	0.670	-0.516
C = 0.67E+22	500000.	2.50	-0.102	0.499	-0.359	0.978	-0.725
	1000000.	2.03	-0.928E-01	0.621	-0.429	1.17	-0.864
	1500000.	1.81	-0.758E-01	0.714	-0.476	1.29	-0.957
	2000000.	1.68	-0.638E-01	0.771	-0.501	1.37	-1.01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158...93D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
PERTURBER DENSITY = 1.E+19m^{-3}							
Cl VII 3S 3P	100000.	0.183	-0.160E-02	0.149E-02	-0.859E-03	0.284E-02	-0.153E-02
804.8 AA	200000.	0.131	-0.211E-02	0.350E-02	-0.180E-02	0.680E-02	-0.343E-02
C = 0.80E+22	500000.	0.879E-01	-0.262E-02	0.711E-02	-0.366E-02	0.141E-01	-0.729E-02
	1000000.	0.674E-01	-0.236E-02	0.997E-02	-0.510E-02	0.198E-01	-0.103E-01
	1500000.	0.586E-01	-0.234E-02	0.110E-01	-0.585E-02	0.218E-01	-0.118E-01
	2000000.	0.534E-01	-0.227E-02	0.117E-01	-0.633E-02	0.234E-01	-0.128E-01
Cl VII 3S 4P	100000.	0.277E-01	0.264E-03	0.102E-02	0.129E-03	0.195E-02	0.231E-03
196.2 AA	200000.	0.204E-01	0.211E-03	0.165E-02	0.256E-03	0.323E-02	0.489E-03
C = 0.18E+21	500000.	0.143E-01	0.297E-03	0.235E-02	0.455E-03	0.468E-02	0.904E-03
	1000000.	0.114E-01	0.280E-03	0.267E-02	0.608E-03	0.531E-02	0.123E-02
	1500000.	0.102E-01	0.268E-03	0.286E-02	0.678E-03	0.567E-02	0.137E-02
	2000000.	0.942E-02	0.271E-03	0.299E-02	0.727E-03	0.589E-02	0.147E-02
Cl VII 4S 4P	100000.	4.35	-0.842E-01	0.132	-0.643E-01	*0.254	-0.114
2190.4 AA	200000.	3.24	-0.983E-01	0.217	-0.112	0.427	-0.212
C = 0.22E+23	500000.	2.33	-0.966E-01	0.320	-0.176	0.639	-0.349
	1000000.	1.88	-0.949E-01	0.377	-0.211	0.750	-0.427
	1500000.	1.68	-0.938E-01	0.413	-0.234	0.820	-0.473
	2000000.	1.56	-0.861E-01	0.441	-0.251	0.862	-0.506
Cl VII 3P 4S	100000.	0.416E-01	0.236E-02	0.637E-03	0.149E-02	0.125E-02	0.264E-02
294.3 AA	200000.	0.308E-01	0.255E-02	0.170E-02	0.252E-02	0.338E-02	0.476E-02
C = 0.40E+21	500000.	0.218E-01	0.277E-02	0.352E-02	0.387E-02	0.705E-02	0.766E-02
	1000000.	0.174E-01	0.266E-02	0.466E-02	0.463E-02	0.942E-02	0.937E-02
	1500000.	0.154E-01	0.261E-02	0.536E-02	0.515E-02	0.108E-01	0.104E-01
	2000000.	0.141E-01	0.247E-02	0.598E-02	0.549E-02	0.119E-01	0.112E-01
Cl VII 3P 3D	100000.	0.114	-0.447E-03	0.171E-02	-0.147E-03	0.326E-02	-0.263E-03
602.6 AA	200000.	0.814E-01	-0.418E-03	0.359E-02	-0.317E-03	0.699E-02	-0.606E-03
C = 0.45E+22	500000.	0.543E-01	-0.484E-03	0.641E-02	-0.731E-03	0.126E-01	-0.145E-02
	1000000.	0.416E-01	-0.380E-03	0.807E-02	-0.111E-02	0.161E-01	-0.225E-02
	1500000.	0.363E-01	-0.405E-03	0.872E-02	-0.136E-02	0.174E-01	-0.273E-02
	2000000.	0.332E-01	-0.395E-03	0.915E-02	-0.153E-02	0.182E-01	-0.309E-02
Cl VII 3P 4D	100000.	0.403E-01	0.685E-03	0.158E-02	0.112E-02	*0.304E-02	*0.197E-02
224.8 AA	200000.	0.302E-01	0.870E-03	0.262E-02	0.182E-02	*0.515E-02	*0.343E-02
C = 0.75E+20	500000.	0.214E-01	0.809E-03	0.402E-02	0.275E-02	*0.790E-02	*0.544E-02
	1000000.	0.172E-01	0.750E-03	0.499E-02	0.332E-02	*0.960E-02	*0.672E-02
	1500000.	0.153E-01	0.660E-03	0.564E-02	0.369E-02	0.105E-01	0.740E-02
	2000000.	0.141E-01	0.576E-03	0.620E-02	0.395E-02	0.112E-01	0.795E-02
Cl VII 4P 4D	100000.	3.11	0.119E-01	0.143	0.525E-01	*0.274	*0.928E-01
1680.4 AA	200000.	2.34	0.239E-01	0.217	0.875E-01	*0.423	*0.165
C = 0.42E+22	500000.	1.69	0.120E-01	0.293	0.134	*0.575	*0.265
	1000000.	1.37	0.111E-01	0.345	0.161	*0.665	*0.326
	1500000.	1.23	0.706E-02	0.379	0.179	*0.715	*0.362
	2000000.	1.14	0.239E-02	0.404	0.192	0.743	0.386
Cl VII 3D 4P	100000.	0.149	0.221E-02	0.604E-02	0.104E-02	*0.116E-01	*0.186E-02
455.7 AA	200000.	0.110	0.206E-02	0.964E-02	0.198E-02	0.189E-01	0.377E-02
C = 0.95E+21	500000.	0.772E-01	0.272E-02	0.136E-01	0.344E-02	0.271E-01	0.682E-02
	1000000.	0.617E-01	0.248E-02	0.155E-01	0.435E-02	0.309E-01	0.879E-02
	1500000.	0.550E-01	0.243E-02	0.166E-01	0.487E-02	0.330E-01	0.987E-02
	2000000.	0.510E-01	0.242E-02	0.173E-01	0.526E-02	0.342E-01	0.106E-01
Cl VII 3D 4F	100000.	0.717E-01	-0.693E-03	0.241E-02	-0.184E-02	0.465E-02	-0.326E-02
340.3 AA	200000.	0.529E-01	-0.688E-03	0.429E-02	-0.314E-02	0.846E-02	-0.594E-02
C = 0.17E+21	500000.	0.371E-01	-0.423E-03	0.696E-02	-0.486E-02	0.136E-01	-0.962E-02
	1000000.	0.295E-01	-0.456E-03	0.876E-02	-0.583E-02	0.165E-01	-0.117E-01
	1500000.	0.262E-01	-0.299E-03	0.997E-02	-0.646E-02	0.183E-01	-0.130E-01
	2000000.	0.242E-01	-0.181E-03	0.111E-01	-0.700E-02	0.196E- 01	-0.140E-01
PERTURBER DENSITY = 1.E+20cm^{-3}							
Cl VII 3S 3P	100000.	1.83	-0.130E-01	0.142E-01	-0.665E-02	0.232E-01	-0.901E-02
804.8 AA	200000.	1.31	-0.192E-01	0.347E-01	-0.163E-01	0.661E-01	-0.285E-01
C = 0.80E+23	500000.	0.879	-0.249E-01	0.710E-01	-0.354E-01	0.140	-0.679E-01
	1000000.	0.674	-0.227E-01	0.997E-01	-0.504E-01	0.198	-0.100
	1500000.	0.586	-0.226E-01	0.110	-0.584E-01	0.218	-0.117
	2000000.	0.534	-0.224E-01	0.117	-0.632E-01	0.234	-0.127

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158...93D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Cl VII 3S 4P	100000.	0.277	0.221E-02	*0.947E-02	*0.998E-03		
196.2 AA	200000.	0.204	0.183E-02	*0.161E-01	*0.230E-02		
C = 0.18E+22	500000.	0.143	0.278E-02	*0.234E-01	*0.436E-02		
	1000000.	0.114	0.267E-02	0.267E-01	0.600E-02		
	1500000.	0.102	0.257E-02	0.286E-01	0.676E-02		
	2000000.	0.942E-01	0.265E-02	0.299E-01	0.726E-02	*0.589E-01	*0.147E-01
Cl VII 3P 4S	100000.	0.416	0.182E-01	0.626E-02	0.111E-01	*0.115E-01	*0.141E-01
294.3 AA	200000.	0.308	0.219E-01	0.169E-01	0.218E-01	*0.335E-01	*0.362E-01
C = 0.40E+22	500000.	0.218	0.253E-01	0.352E-01	0.363E-01	*0.705E-01	*0.667E-01
	1000000.	0.174	0.249E-01	0.466E-01	0.453E-01	*0.942E-01	*0.896E-01
	1500000.	0.154	0.247E-01	0.536E-01	0.513E-01	*0.107	*0.100
	2000000.	0.141	0.240E-01	0.598E-01	0.547E-01	*0.119	*0.111
Cl VII 3P 3D	100000.	1.14	-0.379E-02	0.162E-01	-0.114E-02	*0.263E-01	-0.155E-02
602.6 AA	200000.	0.814	-0.385E-02	0.355E-01	-0.288E-02	*0.675E-01	-0.507E-02
C = 0.45E+23	500000.	0.543	-0.462E-02	0.640E-01	-0.710E-02	*0.125	-0.137E-01
	1000000.	0.416	-0.366E-02	0.807E-01	-0.111E-01	0.161	-0.221E-01
	1500000.	0.363	-0.393E-02	0.872E-01	-0.135E-01	0.174	-0.270E-01
	2000000.	0.332	-0.391E-02	0.915E-01	-0.153E-01	0.182	-0.309E-01
Cl VII 3P 4D	100000.	0.403	0.230E-02	*0.148E-01	*0.823E-02		
224.8 AA	200000.	0.301	0.573E-02	*0.257E-01	*0.156E-01		
C = 0.75E+21	500000.	0.214	0.614E-02	*0.401E-01	*0.256E-01		
	1000000.	0.171	0.603E-02	*0.498E-01	*0.324E-01		
	1500000.	0.153	0.544E-02	*0.564E-01	*0.367E-01		
	2000000.	0.141	0.517E-02	*0.620E-01	*0.394E-01		
Cl VII 4P 4D	100000.						
1680.4 AA	200000.	23.4	0.103	*2.11	*0.757		
C = 0.42E+23	500000.	16.9	0.304E-01	*2.91	*1.25		
	1000000.	13.7	0.427E-01	*3.44	*1.58		
	1500000.	12.3	0.167E-01	*3.79	*1.79		
	2000000.	11.4	-0.327E-02	*4.04	*1.91		
Cl VII 3D 4P	100000.	1.49	0.184E-01	*0.561E-01	*0.800E-02		
455.7 AA	200000.	1.10	0.183E-01	*0.944E-01	*0.177E-01		
C = 0.95E+22	500000.	0.772	0.256E-01	*0.136	*0.328E-01		
	1000000.	0.617	0.238E-01	0.155	0.429E-01		
	1500000.	0.550	0.234E-01	0.166	0.486E-01		
	2000000.	0.510	0.237E-01	0.173	0.525E-01	*0.342	*0.105
Cl VII 3D 4F	100000.	0.716	-0.452E-04	*0.227E-01	-0.138E-01		
340.3 AA	200000.	0.528	-0.228E-02	*0.422E-01	-0.274E-01		
C = 0.17E+22	500000.	0.370	-0.118E-02	*0.695E-01	-0.457E-01		
	1000000.	0.295	-0.226E-02	0.876E-01	-0.570E-01		
	1500000.	0.262	-0.114E-02	0.997E-01	-0.643E-01		
	2000000.	0.242	-0.828E-03	0.111	-0.698E-01		
PERTURBER DENSITY = 1.E+21cm^{-3}							
Cl VII 3S 3P	100000.	*18.3	-0.278E-01	*0.951E-01	-0.284E-01		
804.8 AA	200000.	13.1	-0.130	*0.321	-0.120		
C = 0.80E+24	500000.	8.79	-0.212	*0.700	-0.319		
	1000000.	6.74	-0.202	0.994	-0.480		
	1500000.	5.86	-0.204	1.10	-0.571		
	2000000.	5.34	-0.203	1.17	-0.621	*2.33	-1.23
Cl VII 3S 4P	100000.						
196.2 AA	200000.	*2.03	*0.883E-02				
C = 0.18E+23	500000.	1.43	0.219E-01				
	1000000.	1.14	0.226E-01				
	1500000.	1.02	0.225E-01				
	2000000.	0.941	0.234E-01				
Cl VII 3P 4S	100000.	*4.13	-0.416E-01				
294.3 AA	200000.	*3.06	*0.887E-01				
C = 0.40E+23	500000.	2.17	0.179				
	1000000.	1.73	0.195				
	1500000.	1.53	0.203				
	2000000.	1.41	0.198	*0.602	*0.525		

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158...93D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Cl VII 3P 3D	100000.	*11.4	-0.197E-01	*0.105	-0.488E-02		
602.6 AA	200000.	8.14	-0.283E-01	*0.322	-0.215E-01		
C = 0.45E+24	500000.	5.42	-0.402E-01	*0.628	-0.650E-01		
	1000000.	4.16	-0.323E-01	*0.804	-0.107		
	1500000.	3.63	-0.355E-01	*0.871	-0.133		
	2000000.	3.32	-0.355E-01	*0.914	-0.151		
Cl VII 3P 4D	100000.						
224.8 AA	200000.	*2.91	-0.327E-01				
C = 0.75E+22	500000.	2.09	0.905E-02				
	1000000.	1.68	0.237E-01				
	1500000.	1.50	0.227E-01				
	2000000.	1.38	0.204E-01				
Cl VII 3D 4P	100000.						
455.7 AA	200000.	*11.0	*0.106				
C = 0.95E+23	500000.	7.71	0.210				
	1000000.	6.17	0.205				
	1500000.	5.50	0.207				
	2000000.	5.10	0.212				
Cl VII 3D 4F	100000.	*6.81	*0.213				
340.3 AA	200000.	*5.11	*0.120				
C = 0.17E+23	500000.	3.61	0.706E-01				
	1000000.	2.89	0.358E-01				
	1500000.	2.57	0.381E-01				
	2000000.	2.38	0.408E-01				
PERTURBER DENSITY = 1.E+22cm^{-3}							
Cl VII 3S 4P	100000.						
196.2 AA	200000.						
C = 0.18E+24	500000.						
	1000000.	*10.9	*0.790E-01				
	1500000.	*9.79	*0.110				
	2000000.	*9.09	*0.134				
Cl VII 3P 4S	100000.						
294.3 AA	200000.						
C = 0.40E+24	500000.	*19.6	-0.493				
	1000000.	*16.0	*0.445				
	1500000.	14.3	0.818				
	2000000.	13.2	0.920				
Cl VII 3P 4D	100000.						
224.8 AA	200000.						
C = 0.75E+23	500000.						
	1000000.	*15.0	-0.871E-01				
	1500000.	*13.6	-0.494E-01				
	2000000.	*12.6	-0.346E-01				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158...93D

2. RESULTS AND DISCUSSION

All relevant details concerning the obtained results and the calculation procedure will be published in Dimitrijević and Sahal−Bréchot (1998). Here, we present only tables of Stark broadening parameters.

Atomic energy levels needed for calculations have been taken from Bashkin and Stoner (1978). Our results for 2 F VI and 10 Cl VII multiplets are shown in Tables 1 and 2, for perturber densities $10^{18} - 10^{22}$ cm^{-3}. Data for perturber density of 10^{17} cm^{-3} will be published in Dimitrijević and Sahal−Bréchot (1998). Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. We also specify a parameter C (Dimitrijević and Sahal−Bréchot 1984), which gives an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated when it is divided by the corresponding full width at half maximum. For each value given in Table 1, the collision volume (V) multiplied by the perturber density (N) is much less than one and the impact approximation is valid (Sahal−Bréchot, 1969ab). Values for NV $>$ 0.5 are not given and values for $0.1 <$ NV ≤ 0.5 are denoted by an asterisk. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. When the impact approximation is not valid, the ion broadening contribution may be estimated by using quasistatic approach (Sahal−Bréchot 1991 or Griem 1974). In the region between where neither of these two approximations is valid, a unified type theory should be used. For example in Barnard et al. (1974), a simple analytical formulas for such a case are given. The accuracy of the results obtained decreases when broadening by ion interactions becomes important.

The discussion of obtained results will be published in Dimitrijević and Sahal−Bréchot (1998). There is not experimental results concerning F VI and Cl VII. However, predictions on the basis of systematic trends along isoelectronic sequences exist for F VI $3s^1S$ - $3p^1P^o$, 2464.8 Å line for T = 45000 K and the electron density of 10^{17}cm^{-3} and for Cl VII $4s^2S$ - $4p^2P^o$, 2178.8 Å line for T = 60000 K and the electron density of 10^{17}cm^{-3} (Purić *et al.* 1988). Electron temperatures in this paper are too low for the comparison with our data.

We hope that the presented results will be of significance for astrophysical and laboratory plasma research, as well as for the theoretical considerations of systematic trends along isoelectronic sequences.

Acknowledgements – This work is a part of the project "Astrometrical, Astrodynamical and Astrophysical Investigations", supported by Ministry of Science and Technology of Serbia.

REFERENCES

Barnard, A.J., Cooper, J., Smith, E.W.: 1974, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **14**, 1025.
Bashkin, S., Stoner, J.O.Jr.: 1978, Atomic Energy Levels and Grotrian Diagrams, Vol. 2, North Holland, Amsterdam.
Dimitrijević, M.S., and Sahal−Bréchot, S.: 1984, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **31**, 301.
Dimitrijević, M.S., and Sahal−Bréchot, S.: 1995, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **109**, 551.
Dimitrijević, M.S., and Sahal−Bréchot, S.: 1998, *Physica Scripta*, in press.
Dimitrijević, M.S., Sahal−Bréchot, S., Bommier, V.: 1991, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **89**, 581.
Fill, E.E., Schöning, T.: 1994, *J. Appl. Phys.*, **76**, 1423.
Fleurier, C., Sahal−Bréchot,S., Chapelle, J.: 1977, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **17**, 595.
Griem, H.R.: 1974, Spectral Line Broadening by Plasmas, Academic Press, New York.
Griem, H.R., Moreno, J.C.: 1990, in: X-Ray Lasers, ed. G. Tallents, Institute of Physics, Bristol, 301.
Merrill, P.W.: 1956, Lines of the Chemical Elements in Astronomical Spectra, Carnegie Inst. of Washington, Publication 610, Washington D. C.
Moore, C.E., Minnaert, M.G.J., Houtgast, J.: 1966, The Solar Spectrum 2935 Å to 8770 Å, NBS Monographs 61, U. S. Department of Commerce, NBS, Washington D.C.
Purić, J., Djeniže, S., Labat, J., Platiša, M., Srećković, A., Ćuk, M.: 1988, *Z. Phys. D* **10**, 431.
Sahal−Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.*, **1**, 91.
Sahal−Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.*, **2**, 322.
Sahal−Bréchot, S.: 1974, *Astron. Astrophys.*, **35**, 321.
Sahal−Bréchot, S.: 1991, *Astron. Astrophys.*, **245**, 322.
Seaton, M. J.: 1987, *J. Phys. B*, **20**, 6363.
Trimble, V.: 1991, The Origin and Abundance of the Chemical Elements Revisited, Astron. Astrophys. Review, No 3, 1.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1998SerAJ.158...93D

ТАБЕЛЕ ПАРАМЕТАРА ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА F VI И Cl VII

М. С. Димитријевић[1] и S. Sahal–Bréchot[2]

[1] *Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд- 74, Југославија*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris-Meudon, 92190 Meudon, France

УДК 52–355.3
Претходно саопштење

Користећи семикласичан прилаз, израчунате су ширине и помераји спектралних линија, проузроковани сударима са електронима, протонима и двоструко наелектрисаним јонима хелијума, за 2 мултиплета F VI и 10 мултиплета Cl VII. Резултати су дати у функцији температуре и концентрације пертурбера.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.159...59P

Serb. Astron. J. № 159 (1999), 59 – 64

UDC 52–355.3
Preliminary report

STARK BROADENING PARAMETER TABLES FOR Au I AND Au II

L. Č. Popović, M. S. Dimitrijević and D. Tankosić

Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade-74, Yugoslavia

(Received: January 18, 1999)

SUMMARY: Using the semiclassical perturbation formalism, we have calculated electron-, proton-, and ionized helium-impact line widths and shifts for six Au I lines as a function of temperature and perturber density. Electron-impact broadening parameters for eight Au II transitions have been calculated within the modified semiempirical approach.

1. INTRODUCTION

Spectral lines of gold have been observed in Hg-Mn and other chemically peculiar stars (see e.g. Fuhrmann 1988, Adelman 1994, Wahlgren *et al.* 1995) and the corresponding Stark broadening data for such lines are of interest for the qualitative and quantitative interpretation of stellar spectra and gold abundance determinations. In order to provide the relevant Stark broadening data needed in astrophysics and for investigation of laboratory plasmas, we have calculated within the semiclassical-perturbation formalism (Sahal–Bréchot, 1969ab) electron-, proton-, and ionized helium-impact line widths and shifts for six Au I lines as a function of temperature and perturber density. Since for Au II lines a sufficiently complete set of reliable atomic data needed for the application of the full semiclassical perturbation approach in an adequate way does not exist, the modified semiempirical method (Dimitrijević and Konjević 1980, Dimitrijević and Kršljanin 1986, Popović and Dimitrijević 1996) has been used. Electron - impact broadening parameters for eight Au II transitions, have been calculated as a function of temperature for an electron density of 10^{17}cm^{-3}, since within the used theoretical formalism, the behaviour of electron-impact broadening parameters with density is linear.

2. RESULTS AND DISCUSSION

The analysis of obtained results, the analysis of the influence of Stark broadening effect in hot star atmospheres, and all details of calculations will be published elsewhere (Popović *et al.* 1999). Here, we present only Tables of obtained Stark broadening parameters, needed for astrophysical and laboratory plasma diagnostic purposes. A summary of the semiclassical perturbation formalism (Sahal–Bréchot, 1969ab) for neutral emitters is given in Dimitrijević and Sahal-Bréchot (1984). We note here only that the inelastic collision contribution is included in the ion-impact line widths. Energy levels for Au I lines have been taken from Moore (1971). The LS-coupling and the Coulomb approximation have been applied for the oscillator strength calculations. In addition to electron-impact full halfwidths and shifts, Stark-broadening parameters due to proton-, and He II- impacts have been calculated. Our results for six Au I lines are shown in Table 1, for perturber densities 10^{15}– 10^{19} cm^{-3} and temperatures T = 2,500 – 50,000 K. We also specify a parameter C (Dimitrijević and Sahal–Bréchot 1984), which gives an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated when it is divided by the corresponding full width at half maximum. For each value given in Tables 1 and 2, the collision

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.159...59P

Table 1. This table shows electron-, proton-, and He II-impact broadening parameters for Au I transitions, calculated within the full semiclassical perturbation approach (Sahal-Bréchot 1969ab) for perturber densities of $10^{15} - 10^{19}$ cm^{-3} and temperatures from 2,500 up to 50,000 K. Transitions and wavelengths (in nm) are also given. By dividing C by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević et *al.*, 1991), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for validity of the impact approximation) lies between 0.1 and 0.5. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density.

PERTURBER DENSITY = 1.E+15cm^{-3}

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
6s2S-6p2Po1/2	2500.	0.144E-03	0.602E-04	0.957E-04	0.166E-04	0.955E-04	0.132E-04
Au I 2676.7 Å	5000.	0.167E-03	0.690E-04	0.959E-04	0.186E-04	0.956E-04	0.148E-04
C=0.12E+19	10000.	0.175E-03	0.701E-04	0.961E-04	0.210E-04	0.957E-04	0.167E-04
	20000.	0.191E-03	0.627E-04	0.964E-04	0.236E-04	0.959E-04	0.188E-04
	30000.	0.213E-03	0.496E-04	0.966E-04	0.252E-04	0.960E-04	0.201E-04
	50000.	0.259E-03	0.360E-04	0.970E-04	0.275E-04	0.962E-04	0.219E-04
6s2S-6p2Po3/2	2500.	0.164E-03	0.101E-03	0.104E-03	0.278E-04	0.103E-03	0.221E-04
Au I 2428.7 Å	5000.	0.192E-03	0.120E-03	0.105E-03	0.313E-04	0.104E-03	0.249E-04
C=0.79E+18	10000.	0.209E-03	0.132E-03	0.106E-03	0.352E-04	0.104E-03	0.280E-04
	20000.	0.230E-03	0.133E-03	0.107E-03	0.396E-04	0.105E-03	0.315E-04
	30000.	0.254E-03	0.134E-03	0.108E-03	0.424E-04	0.105E-03	0.338E-04
	50000.	0.295E-03	0.109E-03	0.109E-03	0.462E-04	0.106E-03	0.368E-04
6s2S-7p2Po1/2	2500.	0.117E-02	0.844E-03	0.381E-03	0.217E-03	0.356E-03	0.171E-03
Au I 1665.8 Å	5000.	0.131E-02	0.965E-03	0.400E-03	0.248E-03	0.368E-03	0.196E-03
C=0.53E+17	10000.	0.145E-02	0.100E-02	0.422E-03	0.282E-03	0.382E-03	0.223E-03
	20000.	0.160E-02	0.917E-03	0.448E-03	0.319E-03	0.400E-03	0.253E-03
	30000.	0.171E-02	0.805E-03	0.466E-03	0.342E-03	0.413E-03	0.272E-03
	50000.	0.184E-02	0.672E-03	0.491E-03	0.373E-03	0.430E-03	0.297E-03
6s2S-7p2Po3/2	2500.	0.154E-02	0.114E-02	0.454E-03	0.290E-03	0.412E-03	0.228E-03
Au I 1646.7 Å	5000.	0.172E-02	0.127E-02	0.483E-03	0.333E-03	0.432E-03	0.263E-03
C=0.33E+17	10000.	0.187E-02	0.127E-02	0.517E-03	0.379E-03	0.456E-03	0.300E-03
	20000.	0.202E-02	0.113E-02	0.558E-03	0.430E-03	0.484E-03	0.341E-03
	30000.	0.212E-02	0.990E-03	0.586E-03	0.461E-03	0.503E-03	0.366E-03
	50000.	0.222E-02	0.825E-03	0.626E-03	0.503E-03	0.530E-03	0.400E-03
6s2S-8p2Po1/2	2500.	0.403E-02	0.288E-02	0.119E-02	0.699E-03	*0.108E-02	*0.542E-03
Au I 1501.4 Å	5000.	0.453E-02	0.326E-02	0.126E-02	0.817E-03	0.114E-02	0.640E-03
C=0.19E+17	10000.	0.501E-02	0.327E-02	0.134E-02	0.939E-03	0.119E-02	0.740E-03
	20000.	0.558E-02	0.279E-02	0.144E-02	0.107E-02	0.126E-02	0.847E-03
	30000.	0.600E-02	0.242E-02	0.150E-02	0.115E-02	0.131E-02	0.913E-03
	50000.	0.642E-02	0.201E-02	0.160E-02	0.126E-02	0.137E-02	0.100E-02
6s2S-8p2Po1/2	2500.	0.550E-02	0.396E-02	0.146E-02	0.949E-03	*0.129E-02	*0.731E-03
Au I 1494.5 Å	5000.	0.605E-02	0.432E-02	0.157E-02	0.112E-02	*0.137E-02	*0.872E-03
C=0.12E+17	10000.	0.651E-02	0.419E-02	0.170E-02	0.129E-02	0.146E-02	0.102E-02
	20000.	0.705E-02	0.346E-02	0.185E-02	0.147E-02	0.157E-02	0.117E-02
	30000.	0.741E-02	0.297E-02	0.196E-02	0.159E-02	0.164E-02	0.126E-02
	50000.	0.770E-02	0.246E-02	0.210E-02	0.174E-02	0.175E-02	0.138E-02

PERTURBER DENSITY = 1.E+16cm^{-3}

6s2S-6p2Po1/2	2500.	0.144E-02	0.600E-03	0.956E-03	0.163E-03	0.952E-03	0.129E-03
Au I 2676.7 Å	5000.	0.167E-02	0.688E-03	0.958E-03	0.185E-03	0.955E-03	0.146E-03
C=0.12E+20	10000.	0.175E-02	0.700E-03	0.961E-03	0.209E-03	0.957E-03	0.166E-03
	20000.	0.191E-02	0.627E-03	0.964E-03	0.235E-03	0.959E-03	0.187E-03
	30000.	0.213E-02	0.496E-03	0.966E-03	0.251E-03	0.960E-03	0.200E-03
	50000.	0.259E-02	0.360E-03	0.970E-03	0.274E-03	0.962E-03	0.218E-03
6s2S-6p2Po3/2	2500.	0.164E-02	0.101E-02	0.104E-02	0.271E-03	0.103E-02	0.214E-03
Au I 2428.7 Å	5000.	0.192E-02	0.119E-02	0.105E-02	0.308E-03	0.104E-02	0.244E-03
C=0.79E+19	10000.	0.209E-02	0.132E-02	0.106E-02	0.349E-03	0.104E-02	0.277E-03
	20000.	0.230E-02	0.133E-02	0.107E-02	0.394E-03	0.105E-02	0.313E-03
	30000.	0.254E-02	0.134E-02	0.108E-02	0.422E-03	0.105E-02	0.336E-03
	50000.	0.295E-02	0.109E-02	0.109E-02	0.461E-03	0.106E-02	0.367E-03

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.159...59P

Table 1. (continued)

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
6s2S-7p2Po1/2	2500.	0.117E-01	0.820E-02	0.377E-02	0.193E-02	*0.348E-02	*0.147E-02
Au I 1665.8 Å	5000.	0.131E-01	0.949E-02	0.398E-02	0.231E-02	*0.365E-02	*0.179E-02
C=0.53E+18	10000.	0.145E-01	0.993E-02	0.421E-02	0.270E-02	0.381E-02	0.212E-02
	20000.	0.160E-01	0.916E-02	0.448E-02	0.310E-02	0.400E-02	0.245E-02
	30000.	0.171E-01	0.804E-02	0.466E-02	0.335E-02	0.412E-02	0.265E-02
	50000.	0.184E-01	0.671E-02	0.491E-02	0.368E-02	0.430E-02	0.292E-02
6s2S-7p2Po3/2	2500.	0.154E-01	0.111E-01	0.449E-02	0.253E-02	*0.403E-02	*0.190E-02
Au I 1646.7 Å	5000.	0.172E-01	0.124E-01	0.481E-02	0.306E-02	*0.429E-02	*0.236E-02
C=0.33E+18	10000.	0.187E-01	0.126E-01	0.516E-02	0.360E-02	0.454E-02	0.281E-02
	20000.	0.202E-01	0.113E-01	0.558E-02	0.416E-02	0.483E-02	0.327E-02
	30000.	0.212E-01	0.989E-02	0.586E-02	0.450E-02	0.503E-02	0.355E-02
	50000.	0.222E-01	0.824E-02	0.626E-02	0.494E-02	0.530E-02	0.391E-02
6s2S-8p2Po1/2	2500.	0.403E-01	0.272E-01	*0.114E-01	*0.534E-02		
Au I 1501.4 Å	5000.	0.453E-01	0.317E-01	*0.124E-01	*0.700E-02		
C=0.19E+18	10000.	0.501E-01	0.326E-01	*0.134E-01	*0.857E-02	*0.118E-01	*0.658E-02
	20000.	0.558E-01	0.277E-01	*0.144E-01	*0.101E-01	*0.126E-01	*0.789E-02
	30000.	0.600E-01	0.241E-01	*0.150E-01	*0.110E-01	*0.131E-01	*0.865E-02
	50000.	0.642E-01	0.200E-01	0.159E-01	0.122E-01	*0.137E-01	*0.964E-02
6s2S-8p2Po1/2	2500.	0.550E-01	0.369E-01				
Au I 1494.5 Å	5000.	0.604E-01	0.414E-01	*0.155E-01	*0.926E-02		
C=0.12E+18	10000.	0.651E-01	0.418E-01	*0.169E-01	*0.116E-01		
	20000.	0.705E-01	0.345E-01	*0.185E-01	*0.138E-01	*0.157E-01	*0.107E-01
	30000.	0.741E-01	0.296E-01	*0.195E-01	*0.151E-01	*0.164E-01	*0.118E-01
	50000.	0.770E-01	0.246E-01	*0.210E-01	*0.168E-01	*0.174E-01	*0.132E-01
PERTURBER DENSITY = 1.E+17cm^{-3}							
6s2S-6p2Po1/2	2500.	0.144E-01	0.590E-02	0.942E-02	0.153E-02	0.926E-02	0.119E-02
Au I 2676.7 Å	5000.	0.167E-01	0.681E-02	0.953E-02	0.178E-02	0.946E-02	0.140E-02
C=0.12E+21	10000.	0.175E-01	0.696E-02	0.959E-02	0.204E-02	0.953E-02	0.161E-02
	20000.	0.191E-01	0.625E-02	0.963E-02	0.231E-02	0.957E-02	0.183E-02
	30000.	0.213E-01	0.495E-02	0.966E-02	0.249E-02	0.959E-02	0.197E-02
	50000.	0.259E-01	0.360E-02	0.970E-02	0.272E-02	0.961E-02	0.216E-02
6s2S-6p2Po3/2	2500.	0.164E-01	0.984E-02	0.102E-01	0.248E-02	0.993E-02	0.191E-02
Au I 2428.7 Å	5000.	0.192E-01	0.118E-01	0.104E-01	0.292E-02	0.102E-01	0.228E-02
C=0.79E+20	10000.	0.209E-01	0.131E-01	0.105E-01	0.338E-02	0.104E-01	0.266E-02
	20000.	0.230E-01	0.132E-01	0.107E-01	0.386E-02	0.105E-01	0.305E-02
	30000.	0.254E-01	0.134E-01	0.108E-01	0.416E-02	0.105E-01	0.329E-02
	50000.	0.295E-01	0.109E-01	0.109E-01	0.456E-02	0.106E-01	0.362E-02
6s2S-7p2Po1/2	2500.	0.117	0.745E-01				
Au I 1665.8 Å	5000.	0.131	0.896E-01	*0.383E-01	*0.178E-01		
C=0.53E+19	10000.	0.145	0.954E-01	*0.416E-01	*0.232E-01		
	20000.	0.160	0.895E-01	*0.446E-01	*0.284E-01	*0.396E-01	*0.218E-01
	30000.	0.171	0.794E-01	*0.465E-01	*0.313E-01	*0.411E-01	*0.243E-01
	50000.	0.184	0.669E-01	*0.491E-01	*0.351E-01	*0.429E-01	*0.275E-01
6s2S-7p2Po3/2	2500.	0.153	0.986E-01				
Au I 1646.7 Å	5000.	0.172	0.116				
C=0.33E+19	10000.	0.187	0.120	*0.510E-01	*0.301E-01		
	20000.	0.202	0.109	*0.556E-01	*0.374E-01		
	30000.	0.212	0.973E-01	*0.585E-01	*0.415E-01	*0.500E-01	*0.321E-01
	50000.	0.222	0.821E-01	*0.625E-01	*0.468E-01	*0.529E-01	*0.365E-01
6s2S-8p2Po1/2	2500.	*0.401	*0.219				
Au I 1501.4 Å	5000.	0.452	0.279				
C=0.19E+19	10000.	0.501	0.297				
	20000.	0.558	0.259				
	30000.	0.600	0.230				
	50000.	0.642	0.196				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.159...59P

Table 1. (continued)

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
6s2S-8p2Po1/2	2500.	*0.545	*0.279				
Au I 1494.5 Å	5000.	*0.602	*0.350				
C=0.12E+19	10000.	0.649	0.369				
	20000.	0.704	0.315				
	30000.	0.740	0.278				
	50000.	0.769	0.239				
PERTURBER DENSITY = 1.E+18cm^{-3}							
6s2S-6p2Po1/2	2500.	0.144	0.561E-01	*0.810E-01	*0.124E-01	*0.676E-01	*0.903E-02
Au I 2676.7 Å	5000.	0.167	0.661E-01	*0.906E-01	*0.157E-01	*0.852E-01	*0.119E-01
C=0.12E+22	10000.	0.175	0.681E-01	0.942E-01	0.189E-01	*0.920E-01	*0.146E-01
	20000.	0.191	0.614E-01	0.957E-01	0.221E-01	*0.946E-01	*0.173E-01
	30000.	0.213	0.487E-01	0.963E-01	0.240E-01	0.953E-01	0.189E-01
	50000.	0.259	0.356E-01	0.968E-01	0.266E-01	0.958E-01	0.210E-01
6s2S-6p2Po3/2	2500.	0.163	0.913E-01	*0.835E-01	*0.178E-01	*0.657E-01	*0.121E-01
Au I 2428.7 Å	5000.	0.192	0.113	*0.974E-01	*0.243E-01	*0.892E-01	*0.179E-01
C=0.79E+21	10000.	0.209	0.128	*0.103	*0.303E-01	*0.990E-01	*0.231E-01
	20000.	0.230	0.130	0.106	0.361E-01	*0.103	*0.280E-01
	30000.	0.254	0.132	0.107	0.395E-01	*0.104	*0.309E-01
	50000.	0.295	0.108	0.109	0.440E-01	0.106	0.346E-01
6s2S-7p2Po1/2	2500.	*1.14	*0.497				
Au I 1665.8 Å	5000.	1.30	0.721				
C=0.53E+20	10000.	1.44	0.830				
	20000.	1.59	0.807				
	30000.	1.70	0.729				
	50000.	1.84	0.616				
6s2S-7p2Po3/2	2500.	*1.47	*0.581				
Au I 1646.7 Å	5000.	*1.69	*0.872				
C=0.33E+20	10000.	1.85	0.994				
	20000.	2.01	0.949				
	30000.	2.11	0.847				
	50000.	2.21	0.734				
6s2S-8p2Po1/2	2500.						
Au I 1501.4 Å	5000.						
C=0.19E+20	10000.	*4.69	*2.05				
	20000.	*5.37	*1.94				
	30000.	*5.82	*1.76				
	50000.	*6.29	*1.59				
6s2S-8p2Po1/2	2500.						
Au I 1494.5 Å	5000.						
C=0.12E+20	10000.						
	20000.	*6.45	*2.12				
	30000.	*6.92	*1.93				
	50000.	*7.32	*1.80				
PERTURBER DENSITY = 1.E+19cm^{-3}							
6s2S-6p2Po1/2	2500.	1.40	0.468				
Au I 2676.7 Å	5000.	1.66	0.595				
C=0.12E+23	10000.	1.75	0.634				
	20000.	1.91	0.581	*0.898	*0.188		
	30000.	2.13	0.459	*0.930	*0.214		
	50000.	2.59	0.336	*0.953	*0.245		
6s2S-6p2Po3/2	2500.	1.59	0.688				
Au I 2428.7 Å	5000.	1.90	0.966				
C=0.79E+22	10000.	2.09	1.16				
	20000.	2.30	1.22				
	30000.	2.54	1.25	*1.03	*0.331		
	50000.	2.95	1.03	*1.07	*0.390		
6s2S-7p2Po1/2	2500.						
Au I 1665.8 Å	5000.						
C=0.53E+21	10000.	*12.1	*4.30				
	20000.	*14.4	*5.20				
	30000.	*15.8	*4.90				
	50000.	*17.4	*4.60				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.159...59P

Table 2. This table shows electron-impact broadening parameters for Au II transitions, calculated within the modified semiempirical approach (Dimitrijević and Konjević 1980, Dimitrijević and Kršljanin 1986, Popović and Dimitrijević 1996) for a perturber density of 10^{16} cm^{-3} and temperatures from 5,000 up to 100,000 K. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet ($\overline{\lambda}$ in nm) are also given. Stark broadening parameters for other perturber densities may be obtained by linear scaling, taking into account that for sufficiently higher densities a correction for Debye shielding effect (Griem 1974) should be applied.

Transition	T (K)	W (nm)	d (nm)
6s(3/2,1/2)-6p(3/2,1/2) $\overline{\lambda} = 201.58$ nm	5000.	0.410E-02	-0.912E-03
	10000.	0.285E-02	-0.643E-03
	20000.	0.197E-02	-0.452E-03
	30000.	0.159E-02	-0.365E-03
	40000.	0.137E-02	-0.313E-03
	50000.	0.123E-02	-0.276E-03
6s(3/2,1/2)-6p(3/2,3/2) $\overline{\lambda} = 175.89$ nm	5000.	0.330E-02	-0.623E-03
	10000.	0.229E-02	-0.435E-03
	20000.	0.159E-02	-0.300E-03
	30000.	0.128E-02	-0.237E-03
	40000.	0.111E-02	-0.198E-03
	50000.	0.100E-02	-0.169E-03
6s(5/2,1/2)-6p(5/2,1/2) $\overline{\lambda} = 208.04$ nm	5000.	0.404E-02	-0.106E-02
	10000.	0.282E-02	-0.754E-03
	20000.	0.195E-02	-0.536E-03
	30000.	0.157E-02	-0.441E-03
	40000.	0.135E-02	-0.385E-03
	50000.	0.121E-02	-0.346E-03
6s(5/2,1/2)-6p(5/2,3/2) $\overline{\lambda} = 174.53$ nm	5000.	0.308E-02	-0.658E-03
	10000.	0.215E-02	-0.464E-03
	20000.	0.149E-02	-0.326E-03
	30000.	0.120E-02	-0.264E-03
	40000.	0.103E-02	-0.226E-03
	50000.	0.927E-03	-0.199E-03
6p(3/2,1/2)-7s(3/2,1/2) $\overline{\lambda} = 235.45$ nm	5000.	0.191E-01	0.816E-02
	10000.	0.133E-01	0.607E-02
	20000.	0.939E-02	0.478E-02
	30000.	0.792E-02	0.449E-02
	40000.	0.720E-02	0.451E-02
	50000.	0.679E-02	0.452E-02
6p(3/2,3/2)-7s(3/2,1/2) $\overline{\lambda} = 283.87$ nm	5000.	0.282E-01	0.116E-01
	10000.	0.196E-01	0.860E-02
	20000.	0.139E-01	0.677E-02
	30000.	0.117E-01	0.638E-02
	40000.	0.106E-01	0.642E-02
	50000.	0.100E-01	0.642E-02
6p(5/2,1/2)-7s(5/2,1/2) $\overline{\lambda} = 226.38$ nm	5000.	0.147E-01	0.387E-02
	10000.	0.103E-01	0.284E-02
	20000.	0.719E-02	0.218E-02
	30000.	0.594E-02	0.200E-02
	40000.	0.528E-02	0.197E-02
	50000.	0.487E-02	0.194E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.159...59P

Table 2. (continued)

Transition	T (K)	W (nm)	d (nm)
6p(5/2,3/2)-7s(5/2,1/2) $\overline{\lambda} = 286.18$ nm	5000.	0.241E-01	0.585E-02
	10000.	0.168E-01	0.430E-02
	20000.	0.118E-01	0.330E-02
	30000.	0.974E-02	0.304E-02
	40000.	0.865E-02	0.299E-02
	50000.	0.798E-02	0.295E-02

volume (V) multiplied by the perturber density (N) is much less than one and the impact approximation is valid (Sahal-Bréchot, 1969ab). Values for NV $>$ 0.5 are not given and values for $0.1 <$ NV ≤ 0.5 are denoted by an asterisk. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. When the impact approximation is not valid, the ion broadening contribution may be estimated by using quasistatic approach (Sahal−Bréchot 1991 and Griem 1974). In the region between where neither of these two approximations is valid, a unified type theory should be used. For example in Barnard et al. (1974), a simple analytical formula for such a case is given. The accuracy of the results obtained decreases when broadening by ion interactions becomes important.

The analysis of present results will be published elsewhere (Popović *et al.* 1999).

Acknowledgements – This work is a part of the project "Astrometrical, Astrodynamical and Astrophysical Investigations", supported by Ministry of Science and Technology of Serbia.

REFERENCES

Adelman, S.J.: 1994, *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **266**, 97.
Barnard, A.J., Cooper, J., Smith, E.W.: 1974, *J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer*, **14**, 1025.
Dimitrijević, M.S. and Konjević, N.: 1980, *J. Quant Spectrosc. Radiative Transfer*, **24**, 454.
Dimitrijević, M.S. and Kršljanin, V.: 1986, *Astron. Astrophys.* **165**, 269.
Dimitrijević, M.S., Sahal−Bréchot,S., Bommier, V.: 1991, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **89**, 581.
Dimitrijević, M.S. and Sahal−Bréchot, S.: 1984, *J. Quant Spectrosc. Radiative Transfer*, **31**, 301.
Griem, H.R.: 1974, Spectral Line Broadening by Plasmas, Academic Press, New York.
Fuhrmann, K.: 1988, *ESA Spec. Publ*, 281, 1, 405.
Moore, C.E.: 1971, Atomic Energy Levels III, NSR-DSNBS 35, Washington.
Popović, L.Č. and Dimitrijević, M.S.: 1996, *Phys. Scr.* **53**, 325.
Sahal−Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.* **1**, 91.
Sahal−Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.* **2**, 322.
Sahal−Bréchot, S.: 1991, *Astron. Astrophys.* **245**, 322.
Wahlgren, G.M., Leckrone, D.S., Johansson, S.G., Rosberg, M. and Brage, T.: 1995, *Astrophys. J.* **444**, 438.

ТАБЕЛЕ ПАРАМЕТАРА ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА Au I И Au II

Л. Ч. Поповић, М. С. Димитријевић и Д. Танкосић

Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд-74, Југославија

УДК 52−355.3
Претходно саопштење

Користећи семикласичан прилаз, израчунате су ширине и помераји спектралних линија, проузроковани сударима са електронима, протонима и јонизованим хелијумом, за шест линија Au I. Резултати су дати у функцији температуре и концентрације пертурбера. Поред тога, користећи модификовани семиемпиријски прилаз, израчунате су ширине и помераји спектралних линија, проузроковани сударима са електронима, за осам прелаза у спектру Au II.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.159...65D

Serb. Astron. J. № 159 (1999), 65 – 72

UDC 52–355.3
Preliminary report

STARK BROADENING DATA TABLES FOR SOME ANALOGOUS SPECTRAL LINES ALONG Li AND Be ISOELECTRONIC SEQUENCES

M. S. Dimitrijević

Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade-74, Yugoslavia

(Received: February 8, 1999)

SUMMARY: By using the semiclassical perturbation approach, Stark broadening parameters due to the interaction with a selection of perturbers of interest for recently published experimental results for Li - like B III, C IV, N V and O VI $3s^2S$-$3p^2P^o$, and for Be - like B II, C III, N IV and O V $3s^3S$-$3p^3P^o$ multiplets, have been calculated. The results are presented as a function of temperature for a perturber density of $10^{17}cm^{-3}$.

The influence of resonance contribution for B II, differences in Stark broadening parameters if we take oscillator strengths calculated within the Coulomb approximation or taken from TOP Database, and the influence of transitions with different parent terms, have been discussed as well.

1. INTRODUCTION

Recently (Blagojević *et al.*, 1999), a study of plasma broadening and shifting of analogous spectral lines along Li and Be isoelectronic sequences has been performed. The aim of this paper is to test for such real experimental conditions, the influence of ion perturber mass and charge, the influence of the oscillator strength values difference, the influence of transitions with different parent terms, and the influence of the contribution of Feshbach resonances. Obtained data may be of interest as well for experimental and theoretical studies of such plasmas of interest for laboratory research and astrophysics.

2. RESULTS AND DISCUSSION

By using the semiclassical-perturbation formalism (Sahal–Bréchot, 1969ab), Stark broadening parameters due to the influence of a selection of ion perturbers of interest for recently published experimental results (Blagojević *et al.*, 1999) for Li - like B III, C IV, N V and O VI $3s^2S$-$3p^2P^o$ and for Be - like B II, C III, N IV and O V $3s^3S$-$3p^3P^o$ multiplets have been investigated. Electron-, proton-, and ionized helium-impact full widths at half maximum (FWHM) and shifts have been published previously for Li - like B III (Dimitrijević and Sahal–Bréchot, 1996ab), C IV (Dimitrijević, Sahal–Bréchot and Bo-

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.159...65D

Table 1. This table shows Stark broadening parameters (Full widths at half maximum and shifts) for $3s^2S$ - $3p^2P^o$ Li - like B III, C IV, N V and O VI multiplets for a perturber density of 10^{17} cm^{-3} and temperatures from 20,000 up to 300,000 K. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in $\AA$) are also given. If one divides C value with the Stark width value, we obtain an estimate for the maximum perturber density (in cm^{-3}) for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for validity of the impact approximation) lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBER DENSITY = 1. E+17cm^{-3}

TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Perturbers are:		He III		Cl II	
B III 3 S 3P	20000.	0.112	0.740E-01	0.793E-01	0.304E-01
7839.5 Å	50000.	0.190	0.127	0.101	0.455E-01
C = 0.19E+21	100000.	0.231	0.158	0.115	0.550E-01
	150000.	0.257	0.175	0.122	0.607E-01
	200000.	0.274	0.188	0.127	0.654E-01
	300000.	0.301	0.208	0.133	0.706E-01
Perturbers are:		Cl III		Cl IV	
B III 3 S 3P	20000.	0.129	0.671E-01	0.173	0.103
7839.5 Å	50000.	0.194	0.110	0.288	0.178
C = 0.19E+21	100000.	0.229	0.135	0.347	0.224
	150000.	0.249	0.149	0.382	0.253
	200000.	0.264	0.161	0.410	0.273
	300000.	0.280	0.176	0.437	0.298
Perturbers are:		Cl V		B II	
B III 3 S 3P	20000.	*0.207	*0.136	0.753E-01	0.320E-01
7839.5 Å	50000.	*0.372	*0.250	0.999E-01	0.486E-01
C = 0.19E+21	100000.	0.467	0.325	0.115	0.586E-01
	150000.	0.519	0.368	0.124	0.646E-01
	200000.	0.554	0.395	0.129	0.694E-01
	300000.	0.612	0.438	0.135	0.753E-01
Perturbers are:		B III		B IV	
B III 3 S 3P	20000.	0.123	0.701E-01	0.161	0.106
7839.5 Å	50000.	0.193	0.117	0.281	0.188
C = 0.19E+21	100000.	0.229	0.143	0.348	0.240
	150000.	0.251	0.159	0.385	0.269
	200000.	0.267	0.171	0.414	0.290
	300000.	0.286	0.187	0.456	0.320
Perturbers are:		B V			
B III 3 S 3P	20000.	0.187	0.140		
7839.5 Å	50000.	0.358	0.262		
C = 0.19E+21	100000.	0.470	0.344		
	150000.	0.525	0.391		
	200000.	0.564	0.421		
	300000.	0.624	0.467		
Perturbers are:		He III		C II	
CIV 3S 3P	20000.	0.133E-01	0.731E-02	0.132E-01	0.375E-02
5801.0 Å	50000.	0.331E-01	0.172E-01	0.231E-01	0.751E-02
C = 0.16E+21	100000.	0.491E-01	0.257E-01	0.285E-01	0.104E-01
	150000.	0.578E-01	0.315E-01	0.309E-01	0.117E-01
	200000.	0.615E-01	0.345E-01	0.327E-01	0.127E-01
	300000.	0.680E-01	0.384E-01	0.353E-01	0.141E-01
Perturbers are:		C III		C IV	
CIV 3S 3P	20000.	0.171E-01	0.724E-02	0.188E-01	0.103E-01
5801.0 Å	50000.	0.372E-01	0.165E-01	0.483E-01	0.255E-01
C = 0.16E+21	100000.	0.530E-01	0.242E-01	0.726E-01	0.388E-01
	150000.	0.586E-01	0.289E-01	0.862E-01	0.480E-01
	200000.	0.629E-01	0.309E-01	0.919E-01	0.527E-01
	300000.	0.682E-01	0.347E-01	0.102	0.587E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.159...65D

TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Perturbers are:		C V		C VI	
CIV 3S 3P	20000.	0.196E-01	0.129E-01	0.199E-01	0.151E-01
5801.0 Å	50000.	0.558E-01	0.344E-01	0.620E-01	0.435E-01
C = 0.16E+21	100000.	0.888E-01	0.550E-01	0.105	0.712E-01
	150000.	0.111	0.673E-01	0.133	0.884E-01
	200000.	0.122	0.764E-01	0.152	0.101
	300000.	0.136	0.848E-01	0.170	0.113
Perturbers are:		He III		N III	
N V 3S 3P	50000.	0.711E-02	0.261E-02	0.924E-02	0.258E-02
4610.9 Å	100000.	0.132E-01	0.483E-02	0.153E-01	0.459E-02
C = 0.14E+21	150000.	0.165E-01	0.644E-02	0.189E-01	0.597E-02
	200000.	0.193E-01	0.739E-02	0.212E-01	0.677E-02
	300000.	0.224E-01	0.898E-02	0.231E-01	0.822E-02
Perturbers are:		N IV		N V	
N V 3S 3P	50000.	0.107E-01	0.382E-02	0.115E-01	0.501E-02
4610.9 Å	100000.	0.198E-01	0.721E-02	0.230E-01	0.978E-02
C = 0.14E+21	150000.	0.247E-01	0.960E-02	0.303E-01	0.133E-01
	200000.	0.290E-01	0.111E-01	0.352E-01	0.158E-01
	300000.	0.335E-01	0.135E-01	0.430E-01	0.192E-01
Perturbers are:		N VI		N VII	
N V 3S 3P	50000.	0.120E-01	0.612E-02	0.123E-01	0.722E-02
4610.9 Å	100000.	0.255E-01	0.124E-01	0.277E-01	0.149E-01
C = 0.14E+21	150000.	0.353E-01	0.170E-01	0.394E-01	0.208E-01
	200000.	0.411E-01	0.205E-01	0.470E-01	0.254E-01
	300000.	0.512E-01	0.250E-01	0.590E-01	0.309E-01
Perturbers are:		He III		O IV	
O VI 3S 3P	50000.	0.178E-02	0.377E-03	0.279E-02	0.549E-03
3820.0 Å	100000.	0.400E-02	0.777E-03	0.619E-02	0.115E-02
C = 0.12E+21	150000.	0.567E-02	0.114E-02	0.873E-02	0.169E-02
	200000.	0.688E-02	0.144E-02	0.105E-01	0.215E-02
	300000.	0.846E-02	0.193E-02	0.129E-01	0.287E-02
Perturbers are:		O V		O VI	
O VI 3S 3P	50000.	0.287E-02	0.710E-03	0.291E-02	0.866E-03
3820.0 Å	100000.	0.681E-02	0.152E-02	0.723E-02	0.190E-02
C = 0.12E+21	150000.	0.999E-02	0.228E-02	0.110E-01	0.286E-02
	200000.	0.125E-01	0.293E-02	0.140E-01	0.370E-02
	300000.	0.156E-01	0.395E-02	0.182E-01	0.506E-02
Perturbers are:		O VII		O VIII	
O VI 3S 3P	50000.	0.293E-02	0.101E-02	0.294E-02	0.115E-02
3820.0 Å	100000.	0.752E-02	0.224E-02	0.773E-02	0.259E-02
C = 0.12E+21	150000.	0.118E-01	0.341E-02	0.124E-01	0.397E-02
	200000.	0.153E-01	0.448E-02	0.164E-01	0.526E-02
	300000.	0.206E-01	0.621E-02	0.227E-01	0.734E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.159...65D

Table 2. Same as in Table 1 but for Stark broadening parameters for $3s^3S$ - $3p^3P^o$ Be - like B II, C III, N IV and O V multiplets.

PERTURBER DENSITY = 1. E+17 cm^{-3}

TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Perturbers are:		Electrons	Without		He II
B II 3S 3P	20000.	1.05	Resonance	0.121	0.195E-01
7033.0 Å	50000.	1.08	Contrib.	0.140	0.264E-01
C = 0.33E+21	100000.	1.07		0.147	0.316E-01
	150000.	1.03		0.150	0.349E-01
	200000.	1.00		0.152	0.367E-01
	300000.	0.949		0.154	0.391E-01
Perturbers are:		Cl II		Cl III	
B II 3S-3P	20000.	0.128	0.173E-01	*0.236	*0.389E-01
7033.0 Å	50000.	0.143	0.226E-01	0.276	0.555E-01
C = 0.33E+21	100000.	0.149	0.268E-01	0.293	0.665E-01
	150000.	0.151	0.290E-01	0.299	0.730E-01
	200000.	0.152	0.313E-01	0.303	0.764E-01
	300000.	0.155	0.341E-01	0.308	0.852E-01
Perturbers are:		Cl IV		B II	
B II 3S 3P	20000.	*0.335	*0.605E-01	0.125	0.183E-01
7033.0 Å	50000.	*0.399	*0.916E-01	0.142	0.242E-01
C = 0.33E+21	100000.	*0.434	*0.113	0.148	0.289E-01
	150000.	0.446	0.125	0.151	0.314E-01
	200000.	0.455	0.131	0.152	0.332E-01
	300000.	0.458	0.144	0.152	0.361E-01
Perturbers are:		B III		B IV	
B II 3S 3P	20000.	0.230	0.408E-01	*0.328	*0.633E-01
7033.0 Å	50000.	0.271	0.592E-01	*0.391	*0.974E-01
C = 0.33E+21	100000.	0.291	0.709E-01	*0.433	*0.120
	150000.	0.298	0.787E-01	0.446	0.132
	200000.	0.301	0.828E-01	0.451	0.142
	300000.	0.310	0.890E-01	0.461	0.153
Perturbers are:		B V			
B II 3S 3P	20000	*0.416	*0.879E-01		
7033.0 Å	50000.	*0.508	*0.141		
C = 0.33E+21	100000.	*0.568	*0.174		
	150000.	0.591	0.192		
	200000.	0.604	0.207		
	300000.	0.615	0.226		
Perturbers are:		PROTONS		He II	
C III 3S 3P	20000.	0.129E-01	-0.229E-03	0.164E-01	-0.229E-03
4650.1 Å	50000.	0.213E-01	-0.571E-03	0.238E-01	-0.552E-03
C = 0.22E+21	100000.	0.252E-01	-0.975E-03	0.270E-01	-0.894E-03
	150000.	0.272E-01	-0.123E-02	0.287E-01	-0.108E-02
	200000.	0.285E-01	-0.141E-02	0.299E-01	-0.124E-02
	300000.	0.305E-01	-0.169E-02	0.309E-01	-0.142E-02
Perturbers are:		C II		C III	
C III 3S 3P	20000.	0.184E-01	-0.228E-03	0.288E-01	-0.436E-03
4650.1 Å	50000.	0.248E-01	-0.535E-03	0.451E-01	-0.112E-02
C = 0.22E+21	100000.	0.280E-01	-0.832E-03	0.519E-01	-0.190E-02
	150000.	0.297E-01	-0.101E-02	0.554E-01	-0.231E-02
	200000.	0.305E-01	-0.114E-02	0.579E-01	-0.268E-02
	300000.	0.313E-01	-0.127E-02	0.607E-01	-0.316E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.159...65D

TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Perturbers are:		C IV		C V	
C III 3S 3P	20000.	0.350E-01	-0.627E-03	0.394E-01	-0.801E-03
4650.1 Å	50000.	0.608E-01	-0.168E-02	0.733E-01	-0.224E-02
C = 0.22E+21	100000.	0.738E-01	-0.296E-02	0.953E-01	-0.408E-02
	150000.	0.795E-01	-0.382E-02	0.103	-0.538E-02
	200000.	0.834E-01	-0.434E-02	0.108	-0.613E-02
	300000.	0.885E-01	-0.525E-02	0.115	-0.749E-02
Perturbers are:		C VI			
C III 3S-3P	20000.	0.425E-01	-0.959E-03		
4650.1 Å	50000.	0.850E-01	-0.278E-02		
C = 0.22E+21	100000.	0.116	-0.523E-02		
	150000.	0.125	-0.701E-02		
	200000.	0.131	-0.807E-02		
	300000.	0.140	-0.982E-02		
Perturbers are:		He II		N II	
N IV 3S 3P	20000.	0.283E-02	-0.307E-03	0.363E-02	-0.306E-03
3481.8 Å	50000.	0.564E-02	-0.751E-03	0.646E-02	-0.719E-03
C = 0.17E+21	100000.	0.770E-02	-0.121E-02	0.811E-02	-0.110E-02
	150000.	0.832E-02	-0.146E-02	0.875E-02	-0.134E-02
	200000.	0.880E-02	-0.168E-02	0.918E-02	-0.152E-02
	300000.	0.943E-02	-0.189E-02	0.977E-02	-0.168E-02
Perturbers are:		N III		N IV	
N IV 3S 3P	20000.	0.457E-02	-0.576E-03	0.494E-02	-0.812E-03
3481.8 Å	50000.	0.102E-01	-0.150E-02	0.127E-01	-0.227E-02
C = 0.17E+21	100000.	0.144E-01	-0.254E-02	0.191E-01	-0.400E-02
	150000.	0.161E-01	-0.308E-02	0.228E-01	-0.507E-02
	200000.	0.170E-01	-0.356E-02	0.244E-01	-0.583E-02
	300000.	0.183E-01	-0.415E-02	0.264E-01	-0.697E-02
Perturbers are:		N V		N VI	
N IV 3S 3P	20000.	0.508E-02	-0.101E-02	0.511E-02	-0.119E-02
3481.8 Å	50000.	0.145E-01	-0.300E-02	0.159E-01	-0.371E-02
C = 0.17E+21	100000.	0.231E-01	-0.549E-02	0.269E-01	-0.696E-02
	150000.	0.284E-01	-0.716E-02	0.332E-01	-0.931E-02
	200000.	0.314E-01	-0.817E-02	0.377E-01	-0.107E-01
	300000.	0.340E-01	-0.997E-02	0.415E-01	-0.131E-01
Perturbers are:		N VII			
N IV 3S 3P	20000.	0.508E-02	-0.132E-02		
3481.8 Å	50000.	0.169E-01	-0.439E-02		
C = 0.17E+21	100000.	0.303E-01	-0.849E-02		
	150000.	0.374E-01	-0.115E-01		
	200000.	0.433E-01	-0.133E-01		
	300000.	0.490E-01	-0.163E-01		
Perturbers are:		He II		O III	
O V 3S 3P	50000.	0.156E-02	-0.321E-03	0.271E-02	-0.630E-03
2784.8 Å	100000.	0.247E-02	-0.567E-03	0.458E-02	-0.116E-02
C = 0.14E+21	150000.	0.303E-02	-0.737E-03	0.565E-02	-0.154E-02
	200000.	0.335E-02	-0.836E-03	0.641E-02	-0.176E-02
	300000.	0.362E-02	-0.102E-02	0.705E-02	-0.214E-02
Perturbers are:		O IV		O V	
O V 3S 3P	50000.	0.308E-02	-0.928E-03	0.330E-02	-0.122E-02
2784.8 Å	100000.	0.585E-02	-0.181E-02	0.672E-02	-0.243E-02
C = 0.14E+21	150000.	0.741E-02	-0.243E-02	0.903E-02	-0.333E-02
	200000.	0.864E-02	-0.290E-02	0.105E-01	-0.408E-02
	300000.	0.102E-01	-0.352E-02	0.128E-01	-0.493E-02
Perturbers are:		O VI		O VII	
O V 3S 3P	50000.	0.343E-02	-0.148E-02	0.351E-02	-0.175E-02
2784.8 Å	100000.	0.743E-02	-0.305E-02	0.801E-02	-0.368E-02
C = 0.14E+21	150000.	0.104E-01	-0.428E-02	0.115E-01	-0.523E-02
	200000.	0.122E-01	-0.526E-02	0.139E-01	-0.644E-02
	300000.	0.152E-01	-0.645E-02	0.173E-01	-0.808E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.159...65D

Table 3. Electron - impact broadening parameters calculated by using the oscillator strengths evaluated with help of the Coulomb approximation, with the oscillator strengths taken from TOP Data Base without and with the inclusion of the transitions with different parent terms. Plasma conditions and notation are the same as in Table 1.

PERTURBER DENSITY = 1. E+17 cm^{-3}

TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å) Coulomb	SHIFT(Å)	WIDTH(Å) TOP Data	SHIFT(Å)	WIDTH(Å) TOP Data with forbidden trans.	SHIFT(Å)
B II 3S 3P	20000.	1.32	-.113	1.28	-0.927E-01	1.29	-0.134
7033.0 Å	50000.	1.17	-.934E-01	1.13	-0.758E-01	1.14	-0.110
C=.33E+21	100000.	1.10	-.714E-01	1.06	-0.568E-01	1.07	-0.849E-01
	150000.	1.05	-.569E-01	1.01	-0.467E-01	1.02	-0.698E-01
	200000.	1.02	-.570E-01	0.978	-0.484E-01	0.987	-0.684E-01
	300000.	.957	-.548E-01	0.920	-0.487E-01	0.930	-0.639E-01
CIII 3S 3P	20000.	0.524	-0.117E-01	0.606	-0.376E-02	0.611	-0.416E-02
4650.1 Å	50000.	0.369	-0.747E-02	0.406	-0.497E-02	0.409	-0.555E-02
C=0.22E+21	100000.	0.298	-0.129E-01	0.315	-0.930E-02	0.317	-0.979E-02
	150000.	0.266	-0.108E-01	0.276	-0.935E-02	0.279	-0.988E-02
	200000.	0.247	-0.108E-01	0.254	-0.840E-02	0.257	-0.899E-02
	300000.	0.222	-0.103E-01	0.228	-0.829E-02	0.231	-0.887E-02
N IV 3S 3P	20000.	0.236	-0.172E-02	0.220	-0.159E-02	0.228	-0.125E-02
3481.8 Å	50000.	0.155	-0.306E-02	0.143	-0.309E-02	0.149	-0.272E-02
C=0.17E+21	100000.	0.117	-0.310E-02	0.108	-0.320E-02	0.112	-0.284E-02
	150000.	0.101	-0.421E-02	0.934E-01	-0.420E-02	0.968E-01	-0.386E-02
	200000.	0.916E-01	-0.375E-02	0.848E-01	-0.380E-02	0.880E-01	-0.341E-02
	300000.	0.807E-01	-0.360E-02	0.746E-01	-0.366E-02	0.776E-01	-0.325E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.159...65D

mmier, 1991ab), N V (Dimitrijević and Sahal−Bréchot, 1992a), and O VI (Dimitrijević and Sahal−Bréchot, 1992b), and will not be repeated here. The data for electron- and He III-impact broadening exist for Be II, C III and N IV (Blagojević *et al.*, 1999), as well as for electron-, proton-, and He III-impact broadening for Be-like O V (Dimitrijević and Sahal−Bréchot, 1995ab). Proton-, He II-, and He III-impact parameters have been calculated for all emitters if not available. The corresponding data for B II when perturbers are Cl II - Cl IV and B II - B V, for B III when perturbers are Cl II - Cl IV and B II - B V, for C III and C IV when perturbers are C II - C VI, for N IV when perturbers are N II - N VI, for N V when perturbers are N II - N VII, for O V when perturbers are O III - O VII, and for O VI when perturbers are O IV - O VIII are calculated as well. The formalism used here, has been updated several times (Dimitrijević, Sahal−Bréchot, Bommier, 1991a; Sahal−Bréchot, 1974; Fleurier *et al.*, 1977; (Dimitrijević and Sahal−Bréchot, 1984, 1995c). A summary of the formalism is given in Dimitrijević, Sahal−Bréchot, Bommier (1991a).

Energy levels needed for calculations have been taken from Moore (1980). for O V and from Bashkin and Stoner (1975) for other emitters. Oscillator strengths have been calculated by using the method of Bates and Damgaard (1949) and the corresponding tables of Oertel and Shomo (1968). For higher levels, the method described in Van Regemorter *et al.* (1979) has been used. Our results for Li-like isoelectronic sequence are shown in Table 1 for a perturber density of 10^{17}cm^{-3} and temperatures T = 20,000 - 300,000 K for B III, and C IV, and T = 50,000 - 300,000 K for N V and O VI. We also specify a parameter C (Dimitrijević *et al.*, 1991a) which, when it is divided by the corresponding electron-impact full width at half maximum, gives an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated. Stark broadening data for Be-like isoelectronic sequence are shown in Table 2 for the same perturber density as in Table 1 and temperatures T = 20,000 - 300,000 K for B II, C III and N IV, and T = 50,000 - 300,000 K for O V. For each value given in Tables 1 and 2, the collision volume (V) multiplied by the perturber density (N) is much less than one and consequently, the impact approximation is valid (Sahal−Bréchot, 1969ab). Values for $0.1 \leq$ NV ≤ 0.5 are denoted by an asterisk. At high densities, the results are no longer linear with density due to Debye screening. This effect is more important for the shift than for the width. One can see from Table 1 that perturber charge is more critical than perturber mass, which is particularly important for higher temperatures, when several ionization stages may be present in the same time.

Since there are two ways to include the resonance contribution (Fleurier *et al.*, 1977), it might be of interest to discuss them here, on the B II example. These two ways are the following. First of all, the increase of the collision strength at the excitation energy threshold due to resonances, may be calculated by using the semiclassical limit of Gailitis (1963) formula (see also Petrini, 1970). Then in the first method, this increase of the collision strength at the threshold is kept constant below the threshold. Such extrapolation is good when the emitter has numerous doubly excited states below the considered threshold, with the energy greater than the ionization energy of the lower ionization stage, like for multiply charged ions or highly excited states. Ii is assumed in the second method, that the corresponding increase at the threshold, of the cross section and not of the collision strength is constant below the threshold. Such extrapolation is more accurate where there are few resonances and gives a smaller value of the electron-impact width. The analysis in Fleurier *et al.*, (1977) shows that for low lying transitions of Mg II, Ca II, Sr II and Ba II, the agreement with experimental values is better if we take the second method, i.e. to keep constant below threshold, the corresponding increase of the cross section. Moreover, this analysis shows that the difference between values obtained without the resonance correction, and values obtained with the resonance correction according to the second method is only a few percents. The first method to include the resonance contribution is better for multiply charged ions. For B II however, it is not quite clear, and according to the analysis in Fleurier *et al.* (1977), the second method may be in better accordance with the experiment. Consequently, in Table 2 are presented as well electron-impact widths for B II, without the resonance correction. They may be compared with electron - impact widths, calculated with the inclusion of resonance contribution calculated by Blagojević *et al.* (1999) and shown in Table 2. One can see that the difference is not negligible for $T \leq$50.000 K, and increases toward the lower temperatures.

In order to test the influence of the differences in oscillator strength values, the oscillator strengths from the TOP base (the complete package of the opacity project (OP) data with the database management system is usually referred to as TOP base (Butler *et al.*, 1993; Cunto *et al.*, 1993)) have been taken for the Be-like isoelectronic sequence, where the expected differences are larger than for Li-like isoelectronic sequence. These oscillator strengths have been calculated in Tully *et al.* (1990). Such calculations have been performed for B II, C III and N IV, and corresponding results are shown in Table 3. In order to study the influence of the transitions with different parent terms, calculations with and without the inclusion of such transitions are performed. Such transitions are $2s3s^3S$ - $2p3s^3P^o$ for B II, $2s3s^3S$ - $2p3s^3P^o$, $2s3s^3S$ - $2p3d^3P^o$, $2s3p^3P^o$ - $2p3p^3D^o$, $2s3p^3P^o$ - $2p3p^3S^o$, $2s3p^3P^o$ - $2p3p^3P^o$ for C III, and $2s3s^3S$ - $2p3s^3P^o$, $2s3s^3S$ - $2p3d^3P^o$, $2s3s^3S$ - $2p3d^3P^o$, $2s3p^3P^o$ - $2p3p^3D^o$, $2s3p^3P^o$ - $2p3p^3S^o$, $2s3p^3P^o$ - $2p3p^3P^o$ for N IV. One can see in Table 3 that the influence of the transitions with different parent terms is not significant for widths but it is larger for shifts. One can see as well that the differences between widths calculated with oscillator strengths with TOP base values and with calculated within the Coulomb approximation are not of importance, while for shifts the differences are larger.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.159...65D

Presented data will equally be of interest, for a precise study of the influence of the composition of experimentally investigated plasma, on the Stark broadening parameters.

Acknowledgements – This work is a part of the project "Astrometrical, Astrodynamical and Astrophysical Investigations", supported by Ministry of Science and Technology of Serbia.

REFERENCES

Barnard, A.J., Cooper, J., Smith, E.W.: 1974, *J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer*, **14**, 1025.
Bashkin, S. and Stoner, Jr. J.J.: 1975, Atomic Energy Levels and Grotrian Diagrams, Vol. 1, North Holland, Amsterdam.
Bates, D.R. and Damgaard, A.: 1949, *Trans. Roy. Soc. London A* **242**, 101.
Blagojević, B., Popović, M.V., Konjević, N., Dimitrijević, M.S.: 1999, *J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer*, **61**, 361.
Butler, K., Mendoza, C., Zeippen, Z.J.: 1993, *J. Phys. B* **26**, 4409.
Cunto, W., Mendoza, C., Ochsenbein, F., Zeippen, C.J.: 1993, *Astron. Astrophys.* **275**, L5.
Dimitrijević, M.S. and Sahal–Bréchot, S.: 1984, *J. Quant Spectrosc. Radiative Transfer*, **31**, 301.
Dimitrijević, M.S. and Sahal–Bréchot, S.: 1992a, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **95**, 109.
Dimitrijević, M.S. and Sahal–Bréchot, S.: 1992b, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **93**, 359.
Dimitrijević, M.S. and Sahal–Bréchot, S.: 1995a, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **109**, 551.
Dimitrijević, M.S. and Sahal–Bréchot, S.: 1995b, *Bull. Astron. Belgrade*, **150**, 95.
Dimitrijević, M.S. and Sahal–Bréchot, S.: 1995c, *Physica Scripta*, **52**, 41.
Dimitrijević, M.S. and Sahal–Bréchot, S.: 1996a, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **119**, 369.
Dimitrijević, M.S. and Sahal–Bréchot, S.: 1996b, *Bull. Astron. Belgrade*, **153**, 101.
Dimitrijević, M.S., Bommier, V. and Sahal–Bréchot, S.: 1991a, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **89**, 581.
Dimitrijević, M.S., Bommier, V. and Sahal–Bréchot, S.: 1991b, *Bull. Obs. Astron. Belgrade*, **144**, 65.
Fleurier, C., Sahal–Bréchot, S., Chapelle, J.: 1977, *J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer*, **17**, 595.
Gailitis, M.: 1963, *Sov. Phys. JETP*, **17**, 1328.
Griem, H.R.: 1974, Spectral Line Broadening by Plasmas, Academic Press, New York.
Moore, C.E.: 1980. Selected Tables of Atomic Spectra, Atomic Energy Levels and Multiplet Tables, O V, NSRDS-NBS 3, Section 9, U.S. Dept. of Commerce, Washington.
Oertel, G.K. and Shomo, L.P.: 1968, *Astrophys. J. Suppl. Series*, **16**, 175.
Petrini, D.: 1970, *Astron. Astrophys.* **9**, 392.
Sahal–Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.* **1**, 91.
Sahal–Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.* **2**, 322.
Sahal–Bréchot, S.: 1974, *Astron. Astrophys.* **35**, 321.
Tully, J.A., Seaton, M.J., Berrington, K.A.: 1990, *J. Phys. B* **23**, 3811.
Van Regemorter, H., Hoang Binh Dy and Prud'homme, M.: 1979, *J. Phys. B* **12**, 1073.

ТАБЕЛЕ ПАРАМЕТАРА ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА ЗА НЕКЕ АНАЛОГНЕ СПЕКТРАЛНЕ ЛИНИЈЕ ДУЖ Li И Be ИЗОЕЛЕКТРОНСКОГ НИЗА

М. С. Димитријевић

Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд-74, Југославија

УДК 52–355.3
Претходно саопштење

Користећи семикласичан прилаз, израчунате су параметри Штарковог ширења услед деловања изабраних пертурбера, од значаја за недавно објављене експерименталне резултате, за Li - сличне B III, C IV, N V и O VI $3s^2S$-$3p^2P^o$, и за Be - сличне B II, C III, N IV и O V $3s^3S$-$3p^3P^o$ мултиплете. Резултати су дати у функцији температуре за концентрацију пертурбера од $10^{17}cm^{-3}$.

Такође су разматрани утицај доприноса резонанци у случају B II и разлике у параметрима Штарковог ширења, ако узмезо јачине осцилатора израчунате у оквиру Кулонове апроксимације или узете из TOP базе података. Осим тога, размотрен је и утицај пертурбујућих прелаза са различитим родитељским термовима.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.159...73D

Serb. Astron. J. № 159 (1999), 73 – 77

UDC 52–355.3
Preliminary report

STARK BROADENING PARAMETER TABLES FOR Kr VIII

M. S. Dimitrijević[1] and S. Sahal–Bréchot[2]

[1] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade-74, Yugoslavia*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris–Meudon, 92190 Meudon, France

(Received: February 15, 1999)

SUMMARY: Using a semiclassical approach, we have calculated electron−, proton−, and He III−impact line widths and shifts for 6 Kr VIII multiplets as a function of temperature and perturber density.

1. INTRODUCTION

With the development of space-borne spectroscopy, spectral line parameters even for trace elements become of increasing interest for astrophysics. By using the Goddard High Resolution Spectrograph on Hubble Space Telescope, Cardelli et al. (1991) have for the first time begun detecting elements such as krypton. Recently, Popović and Dimitrijević (1998) calculated Stark widths for 37 Kr II lines from the 5s - 5p transition. Stark broadening data for higher ionization stages, may be of interest for the investigation of subphotospheric layers (Seaton, 1987), as well as for the investigation of regularities and systematic trends along isoelectronic sequences.

In order to enlarge as much as possible the available set of reliable Stark broadening data needed for the investigation and modeling of astrophysical and laboratory plasmas, as well as plasmas in industry, we have calculated within the semiclassical-perturbation formalism (Sahal–Bréchot 1969ab, see also Sahal–Bréchot, 1974, Fleurier et al, 1977, Dimitrijević and Sahal–Bréchot, 1984,Dimitrijević et al. 1991, Dimitrijević and Sahal–Bréchot, 1995) electron-, proton-, and He III-impact line widths and shifts for 6 Kr VIII multiplets. The used formalism has been reviewed briefly in Dimitrijević and Sahal–Bréchot, 1995.

2. RESULTS AND DISCUSSION

All relevant details concerning the obtained results and the calculation procedure will be published in Dimitrijević and Sahal–Bréchot (1999). Here, we present only tables of Stark broadening parameters.

Atomic energy levels needed for calculations have been taken from Sugar and Musgrove (1991). Our results for 6 Kr VIII multiplets are shown in Table 1, for perturber densities $10^{18} - 10^{22}$ cm^{-3}. Data for perturber density of 10^{17} cm^{-3} will be published in Dimitrijević and Sahal–Bréchot (1999). Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. We also specify a parameter C (Dimitrijević and Sahal–Bréchot 1984), which gives an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.159...73D

Table 1. This table shows electron-, proton-, and He III-impact broadening parameters for Kr VIII for perturber densities of $10^{18} - 10^{22}$ cm^{-3} and temperatures from 200,000 up to 3,000,000 K. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given in the table. By dividing C by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević et *al.*, 1991), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for validity of the impact approximation) lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
PERTURBER DENSITY = 1.E+18cm^{-3}							
Kr VIII 4S 4P	200000.	0.992E-02	-0.139E-03	0.240E-03	-0.104E-03	0.474E-03	-0.205E-03
665.7 Å	500000.	0.656E-02	-0.167E-03	0.516E-03	-0.219E-03	0.103E-02	-0.438E-03
C=0.67E+21	1000000.	0.499E-02	-0.155E-03	0.731E-03	-0.315E-03	0.146E-02	-0.632E-03
	1500000.	0.432E-02	-0.156E-03	0.808E-03	-0.376E-03	0.161E-02	-0.756E-03
	2000000.	0.393E-02	-0.152E-03	0.866E-03	-0.405E-03	0.173E-02	-0.814E-03
	3000000.	0.347E-02	-0.145E-03	0.939E-03	-0.451E-03	0.187E-02	-0.907E-03
Kr VIII 4S 5P	200000.	0.175E-02	0.759E-05	0.134E-03	0.318E-05	0.265E-03	0.625E-05
182.1 Å	500000.	0.121E-02	0.115E-04	0.201E-03	0.730E-05	0.401E-03	0.146E-04
C=0.20E+20	1000000.	0.956E-03	0.973E-05	0.228E-03	0.115E-04	0.455E-03	0.230E-04
	1500000.	0.848E-03	0.100E-04	0.243E-03	0.139E-04	0.486E-03	0.279E-04
	2000000.	0.785E-03	0.889E-05	0.254E-03	0.158E-04	0.507E-03	0.317E-04
	3000000.	0.709E-03	0.105E-04	0.265E-03	0.177E-04	0.528E-03	0.355E-04
Kr VIII 5S 5P	200000.	0.185	-0.509E-02	0.121E-01	-0.579E-02	0.240E-01	-0.114E-01
1692.0 Å	500000.	0.131	-0.623E-02	0.187E-01	-0.928E-02	0.373E-01	-0.186E-01
C=0.17E+22	1000000.	0.105	-0.577E-02	0.218E-01	-0.114E-01	0.435E-01	-0.229E-01
	1500000.	0.941E-01	-0.545E-02	0.237E-01	-0.126E-01	0.472E-01	-0.254E-01
	2000000.	0.873E-01	-0.549E-02	0.251E-01	-0.136E-01	0.499E-01	-0.275E-01
	3000000.	0.789E-01	-0.474E-02	0.269E-01	-0.150E-01	0.534E-01	-0.303E-01
Kr VIII 4P 5S	200000.	0.303E-02	0.202E-03	0.112E-03	0.196E-03	0.222E-03	0.384E-03
294.2 Å	500000.	0.211E-02	0.252E-03	0.260E-03	0.309E-03	0.519E-03	0.620E-03
C=0.51E+20	1000000.	0.167E-02	0.230E-03	0.380E-03	0.378E-03	0.761E-03	0.759E-03
	1500000.	0.148E-02	0.222E-03	0.437E-03	0.419E-03	0.876E-03	0.843E-03
	2000000.	0.136E-02	0.219E-03	0.477E-03	0.449E-03	0.956E-03	0.903E-03
	3000000.	0.122E-02	0.199E-03	0.553E-03	0.497E-03	0.109E-02	0.100E-02
Kr VIII 4P 6S	200000.	0.227E-02	0.319E-03	0.195E-03	0.292E-03	0.392E-03	0.568E-03
184.4 Å	500000.	0.166E-02	0.318E-03	0.373E-03	0.400E-03	0.748E-03	0.804E-03
C=0.10E+20	1000000.	0.136E-02	0.297E-03	0.479E-03	0.478E-03	0.956E-03	0.958E-03
	1500000.	0.121E-02	0.285E-03	0.550E-03	0.526E-03	0.110E-02	0.105E-02
	2000000.	0.112E-02	0.263E-03	0.612E-03	0.560E-03	0.121E-02	0.112E-02
	3000000.	0.101E-02	0.231E-03	0.666E-03	0.597E-03	0.131E-02	0.119E-02
Kr VIII 5P 6S	200000.	0.467E-01	0.427E-02	0.358E-02	0.410E-02	0.716E-02	0.799E-02
697.9 Å	500000.	0.341E-01	0.419E-02	0.602E-02	0.565E-02	0.121E-01	0.113E-01
C=0.14E+21	1000000.	0.279E-01	0.394E-02	0.746E-02	0.671E-02	0.150E-01	0.135E-01
	1500000.	0.250E-01	0.377E-02	0.851E-02	0.739E-02	0.171E-01	0.149E-01
	2000000.	0.233E-01	0.346E-02	0.932E-02	0.788E-02	0.184E-01	0.158E-01
	3000000.	0.210E-01	0.299E-02	0.101E-01	0.839E-02	0.198E-01	0.169E-01
PERTURBER DENSITY = 1.E+19cm^{-3}							
Kr VIII 4S 4P	200000.	0.992E-01	-0.141E-02	0.240E-02	-0.101E-02	0.472E-02	-0.191E-02
665.7 Å	500000.	0.656E-01	-0.164E-02	0.516E-02	-0.217E-02	0.103E-01	-0.432E-02
C=0.67E+22	1000000.	0.499E-01	-0.154E-02	0.731E-02	-0.315E-02	0.146E-01	-0.631E-02
	1500000.	0.432E-01	-0.157E-02	0.808E-02	-0.376E-02	0.161E-01	-0.755E-02
	2000000.	0.393E-01	-0.151E-02	0.866E-02	-0.405E-02	0.173E-01	-0.813E-02
	3000000.	0.347E-01	-0.145E-02	0.939E-02	-0.451E-02	0.187E-01	-0.907E-02
Kr VIII 4S 5P	200000.	0.175E-01	0.764E-04	0.133E-02	0.308E-04	0.263E-02	0.582E-04
182.1 Å	500000.	0.121E-01	0.111E-03	0.201E-02	0.726E-04	0.400E-02	0.144E-03
C=0.20E+21	1000000.	0.956E-02	0.970E-04	0.228E-02	0.115E-03	0.454E-02	0.230E-03
	1500000.	0.848E-02	0.996E-04	0.243E-02	0.139E-03	0.486E-02	0.279E-03
	2000000.	0.785E-02	0.889E-04	0.254E-02	0.158E-03	0.507E-02	0.317E-03
	3000000.	0.709E-02	0.105E-03	0.265E-02	0.177E-03	0.528E-02	0.355E-03

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.159...73D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
Kr VIII 5S 5P	200000.	1.85	-0.481E-01	0.120	-0.556E-01	*0.238	-0.104
1692.0 Å	500000.	1.31	-0.604E-01	0.187	-0.918E-01	*0.372	-0.182
C=0.17E+23	1000000.	1.05	-0.571E-01	0.218	-0.114	0.435	-0.229
	1500000.	0.941	-0.543E-01	0.237	-0.126	0.472	-0.254
	2000000.	0.873	-0.548E-01	0.251	-0.136	0.499	-0.274
	3000000.	0.789	-0.473E-01	0.269	-0.150	0.534	-0.303
Kr VIII 4P 5S	200000.	0.303E-01	0.194E-02	0.112E-02	0.188E-02	0.222E-02	0.351E-02
294.2 Å	500000.	0.211E-01	0.244E-02	0.260E-02	0.306E-02	0.519E-02	0.606E-02
C=0.51E+21	1000000.	0.167E-01	0.228E-02	0.380E-02	0.377E-02	0.761E-02	0.757E-02
	1500000.	0.148E-01	0.221E-02	0.437E-02	0.418E-02	0.876E-02	0.841E-02
	2000000.	0.136E-01	0.219E-02	0.477E-02	0.449E-02	0.956E-02	0.901E-02
	3000000.	0.122E-01	0.199E-02	0.553E-02	0.497E-02	0.109E-01	0.100E-01
Kr VIII 4P 6S	200000.	0.227E-01	0.302E-02	0.196E-02	0.275E-02	*0.391E-02	*0.499E-02
184.4 Å	500000.	0.166E-01	0.304E-02	0.373E-02	0.393E-02	*0.748E-02	*0.775E-02
C=0.10E+21	1000000.	0.136E-01	0.293E-02	0.479E-02	0.477E-02	*0.956E-02	*0.954E-02
	1500000.	0.121E-01	0.285E-02	0.550E-02	0.524E-02	*0.110E-01	*0.105E-01
	2000000.	0.112E-01	0.262E-02	0.612E-02	0.560E-02	*0.121E-01	*0.112E-01
	3000000.	0.101E-01	0.230E-02	0.666E-02	0.597E-02	*0.131E-01	*0.119E-01
Kr VIII 5P 6S	200000.	0.467	0.403E-01	0.358E-01	0.388E-01	*0.712E-01	*0.703E-01
697.9 Å	500000.	0.341	0.399E-01	0.602E-01	0.554E-01	*0.121	*0.109
C=0.14E+22	1000000.	0.279	0.387E-01	0.746E-01	0.669E-01	*0.150	*0.134
	1500000.	0.250	0.376E-01	0.851E-01	0.737E-01	*0.171	*0.148
	2000000.	0.233	0.346E-01	0.932E-01	0.788E-01	*0.184	*0.158
	3000000.	0.210	0.298E-01	0.101	0.839E-01	*0.198	*0.169
PERTURBER DENSITY = 1.E+20cm^{-3}							
Kr VIII 4S 4P	200000.	0.992	-0.131E-01	0.237E-01	-0.901E-02	0.454E-01	-0.154E-01
665.7 Å	500000.	0.656	-0.159E-01	0.515E-01	-0.211E-01	0.102	-0.400E-01
C=0.67E+23	1000000.	0.499	-0.148E-01	0.731E-01	-0.312E-01	0.146	-0.618E-01
	1500000.	0.432	-0.152E-01	0.808E-01	-0.376E-01	0.161	-0.744E-01
	2000000.	0.393	-0.149E-01	0.866E-01	-0.404E-01	0.173	-0.811E-01
	3000000.	0.347	-0.144E-01	0.939E-01	-0.450E-01	0.187	-0.905E-01
Kr VIII 4S 5P	200000.	0.175	0.740E-03	*0.130E-01	*0.275E-03		
182.1 Å	500000.	0.121	0.113E-02	*0.200E-01	*0.705E-03		
C=0.20E+22	1000000.	0.956E-01	0.948E-03	0.227E-01	0.114E-02		
	1500000.	0.848E-01	0.988E-03	0.243E-01	0.139E-02		
	2000000.	0.785E-01	0.888E-03	0.254E-01	0.158E-02	*0.506E-01	*0.316E-02
	3000000.	0.709E-01	0.103E-02	0.265E-01	0.176E-02	*0.527E-01	*0.354E-02
Kr VIII 5S 5P	200000.	18.5	-0.400	*1.18	-0.484		
1692.0 Å	500000.	13.1	-0.554	*1.86	-0.872		
C=0.17E+24	1000000.	10.5	-0.533	2.18	-1.12		
	1500000.	9.41	-0.512	2.37	-1.26		
	2000000.	8.73	-0.532	2.51	-1.36		
	3000000.	7.89	-0.460	2.69	-1.50	*5.34	-3.01
Kr VIII 4P 5S	200000.	0.303	0.167E-01	0.111E-01	0.163E-01	*0.217E-01	*0.267E-01
294.2 Å	500000.	0.211	0.229E-01	0.260E-01	0.290E-01	*0.518E-01	*0.531E-01
C=0.51E+22	1000000.	0.167	0.215E-01	0.380E-01	0.369E-01	*0.760E-01	*0.726E-01
	1500000.	0.148	0.210E-01	0.437E-01	0.417E-01	*0.876E-01	*0.815E-01
	2000000.	0.136	0.213E-01	0.477E-01	0.448E-01	*0.956E-01	*0.897E-01
	3000000.	0.122	0.194E-01	0.554E-01	0.496E-01	*0.109	*0.995E-01
Kr VIII 4P 6S	200000.	0.227	0.245E-01	*0.195E-01	*0.224E-01		
184.4 Å	500000.	0.166	0.270E-01	*0.370E-01	*0.360E-01		
C=0.10E+22	1000000.	0.136	0.264E-01	*0.479E-01	*0.460E-01		
	1500000.	0.121	0.262E-01	*0.550E-01	*0.522E-01		
	2000000.	0.112	0.250E-01	*0.612E-01	*0.557E-01		
	3000000.	0.101	0.221E-01	*0.666E-01	*0.595E-01		
Kr VIII 5P 6S	200000.	4.67	0.323	*0.354	*0.315		
697.9 Å	500000.	3.41	0.351	*0.597	*0.507		
C=0.14E+23	1000000.	2.79	0.347	*0.746	*0.647		
	1500000.	2.50	0.343	*0.851	*0.734		
	2000000.	2.32	0.329	*0.932	*0.784		
	3000000.	2.10	0.285	*1.01	*0.835		

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.159...73D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)	WIDTH(Å)	SHIFT(Å)
PERTURBER DENSITY = 1.E+21cm^{-3}							
Kr VIII 4S 4P	200000.	9.92	-0.898E-01	0.212	-0.628E-01		
665.7 Å	500000.	6.56	-0.135	0.507	-0.188		
C=0.67E+24	1000000.	4.99	-0.131	0.729	-0.297		
	1500000.	4.32	-0.138	0.807	-0.367		
	2000000.	3.93	-0.136	0.865	-0.397		
	3000000.	3.47	-0.134	0.939	-0.449	*1.87	-0.880
Kr VIII 4S 5P	200000.	*1.74	*0.654E-02				
182.1 Å	500000.	1.21	0.108E-01				
C=0.20E+23	1000000.	0.956	0.926E-02				
	1500000.	0.848	0.950E-02				
	2000000.	0.785	0.854E-02				
	3000000.	0.709	0.102E-01	*0.265	*0.176E-01		
Kr VIII 4P 5S	200000.	*3.02	*0.690E-01	*0.105	*0.100		
294.2 Å	500000.	2.11	0.171	*0.257	*0.239		
C=0.51E+23	1000000.	1.67	0.175	*0.377	*0.334		
	1500000.	1.48	0.177	*0.437	*0.397		
	2000000.	1.36	0.182	*0.478	*0.430		
	3000000.	1.21	0.173	*0.553	*0.493		
Kr VIII 4P 6S	200000.	*2.20	*0.294E-01				
184.4 Å	500000.	1.63	0.147				
C=0.10E+23	1000000.	1.33	0.180				
	1500000.	1.19	0.190				
	2000000.	1.11	0.182				
	3000000.	0.994	0.173				
PERTURBER DENSITY = 1.E+22cm^{-3}							
Kr VIII 4S 5P	200000.						
182.1 Å	500000.						
C=0.20E+24	1000000.	*9.37	*0.670E-01				
	1500000.	*8.34	*0.694E-01				
	2000000.	*7.73	*0.676E-01				
	3000000.	7.00	0.864E-01				
Kr VIII 4P 5S	200000.						
294.2 Å	500000.						
C=0.51E+24	1000000.	*15.9	*0.493				
	1500000.	14.2	0.768				
	2000000.	13.1	0.944				
	3000000.	11.7	0.981				
Kr VIII 4P 6S	200000.						
184.4 Å	500000.						
C=0.10E+24	1000000.						
	1500000.	*9.74	*0.399				
	2000000.	*9.19	*0.510				
	3000000.	*8.42	0.594				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.159...73D

as isolated when it is divided by the corresponding full width at half maximum. For each value given in Table 1, the collision volume (V) multiplied by the perturber density (N) is much less than one and the impact approximation is valid (Sahal–Bréchot, 1969ab). Values for NV $>$ 0.5 are not given and values for 0.1 $<$ NV $\leq$ 0.5 are denoted by an asterisk. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. When the impact approximation is not valid, the ion broadening contribution may be estimated by using quasistatic approach (Sahal–Bréchot 1991 or Griem 1974). In the region between where neither of these two approximations is valid, a unified type theory should be used. For example in Barnard et al. (1974), a simple analytical formula for such a case is given. The accuracy of the results obtained decreases when broadening by ion interactions becomes important.

The discussion of obtained results will be published in Dimitrijević and Sahal–Bréchot (1999).

Acknowledgements – This work is a part of the project "Astrometrical, Astrodynamical and Astrophysical Investigations", supported by Ministry of Science and Technology of Serbia.

REFERENCES

Barnard, A.J., Cooper, J., Smith, E.W.: 1974, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **14**, 1025.
Cardelli, J.A., Savage, B.D., Ebbets, D.C.: 1991, *Astrophys. J.*, **383**, L23.
Dimitrijević, M.S., and Sahal–Bréchot, S.: 1984, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **31**, 301.
Dimitrijević, M.S., and Sahal–Bréchot, S.: 1995, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **109**, 551.
Dimitrijević, M.S., and Sahal–Bréchot, S.: 1999, *Physica Scripta*, in press.
Dimitrijević, M.S., Sahal–Bréchot, S., Bommier, V.: 1991, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **89**, 581.
Fleurier, C., Sahal–Bréchot,S., Chapelle, J.: 1977, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **17**, 595.
Griem, H.R.: 1974, Spectral Line Broadening by Plasmas, Academic Press, New York.
Popović, L.Č., Dimitrijević, M.S.: 1998, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **127**, 295.
Sahal–Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.*, **1**, 91.
Sahal–Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.*, **2**, 322.
Sahal–Bréchot, S.: 1974, *Astron. Astrophys.*, **35**, 321.
Sahal–Bréchot, S.: 1991, *Astron. Astrophys.*, **245**, 322.
Seaton, M.J.: 1987, *J. Phys. B*, **20**, 6363.
Sugar, J., Musgrove, A.: 1991, *J. Phys. Chem. Ref. Data*, **20**, 875.

ТАБЕЛЕ ПАРАМЕТАРА ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА Kr VIII

М. С. Димитријевић[1] и S. Sahal–Bréchot[2]

[1] *Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд-74, Југославија*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris-Meudon, 92190 Meudon, France

УДК 52–355.3

Претходно саопштење

Користећи семикласичан прилаз, израчунате су ширине и помераји спектралних линија, проузроковани сударима са електронима, протонима и двоструко наелектрисаним јонима хелијума, за 6 мултиплета Kr VIII. Резултати су дати у функцији температуре и концентрације пертурбера.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...15D

Serb. Astron. J. № 160 (1999), 15 – 20

UDC 52–355.3
Preliminary report

STARK BROADENING PARAMETER TABLES FOR Ar VIII

M. S. Dimitrijević[1] and S. Sahal–Bréchot[2]

[1] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade-74, Yugoslavia*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris–Meudon, 92190 Meudon, France

(Received: June 14, 1999)

SUMMARY: Using a semiclassical approach, we have calculated electron–, proton–, and He III–impact line widths and shifts for 9 Ar VIII transitions as a function of temperature and perturber density.

1. INTRODUCTION

Stark broadening data for argon in different ionization stages are of interest for a number of problems in research of astrophysical, laboratory, laser produced and fusion plasmas, like *e.g.* plasma diagnostic and modelling. Stark broadening of Ar VIII spectral lines has been considered experimentaly (Hegazy *et al.* 1997) and theoreticaly (Purić *et al.* 1988, Hegazy *et al.* 1997, Djeniže and Srećković 1998, Konjević and Konjević 1998).

In order to continue our project (see *e.g.* Dimitrijević 1996) to provide an as much as possible large set of reliable Stark broadening data for different applications in astrophysics, physics and technology, we have calculated within the semiclassical-perturbation formalism (Sahal–Bréchot, 1969ab, see also Sahal - Bréchot, 1974, Fleurier *et al.* 1977, Dimitrijević and Sahal - Bréchot, 1984, Dimitrijević *et al.* 1991, Dimitrijević and Sahal - Bréchot, 1995) electron-, proton-, and ionized helium-impact line widths and shifts for 9 Ar VIII transitions.

2. RESULTS AND DISCUSSION

All relevant details concerning the obtained results and the calculation procedure will be published in Dimitrijević and Sahal–Bréchot, 1999. Here, we present only tables of Stark broadening parameters. Atomic energy levels needed for calculations have been taken from Bashkin and Stoner (1978). Our results for electron-, proton-, and He III-impact line widths and shifts for 9 Ar VIII transitions for perturber densities 10^{19}cm^{-3} – 10^{22}cm^{-3}, are shown in Table 1. The temperature range is T = 200,000 – 3,000,000 K. Stark broadening parameters for a perturber density of 10^{18}cm^{-3} will be published in Dimitrijević and Sahal-Bréchot (1999).

We also specify a parameter C (Dimitrijević and Sahal–Bréchot 1984), which gives an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated when it is divided by the corresponding full width at half maximum. For each value given in Table 1, the collision volume (V) multiplied by the perturber density (N) is much less

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...15D

Table 1. This table shows electron-, proton-, and He III-impact broadening parameters for Ar VIII for perturber densities 10^{19} cm^{-3} - 10^{22} cm^{-3} and temperatures from 200,000 up to 3,000,000 K. Transitions and corresponding wavelengths (in $\AA$) are also given in the table. By dividing C by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević *et al.*, 1991), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for validity of the impact approximation) lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBER DENSITY = 1.E+19 cm^{-3}

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (A)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (A)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
Ar VIII 3S 3P	200000.	0.930E-01	-0.135E-02	0.150E-02	-0.941E-03	0.291E-02	-0.178E-02
714.0 Å	500000.	0.614E-01	-0.154E-02	0.374E-02	-0.207E-02	0.737E-02	-0.412E-02
C = 0.71E+22	1000000.	0.464E-01	-0.148E-02	0.557E-02	-0.304E-02	0.110E-01	-0.611E-02
	1500000.	0.400E-01	-0.149E-02	0.656E-02	-0.368E-02	0.131E-01	-0.743E-02
	2000000.	0.362E-01	-0.145E-02	0.701E-02	-0.403E-02	0.140E-01	-0.814E-02
	3000000.	0.317E-01	-0.141E-02	0.780E-02	-0.448E-02	0.154E-01	-0.906E-02
Ar VIII 3S 3P	200000.	0.899E-01	-0.129E-02	0.146E-02	-0.889E-03	0.283E-02	-0.168E-02
700.4 Å	500000.	0.593E-01	-0.146E-02	0.362E-02	-0.195E-02	0.713E-02	-0.390E-02
C = 0.69E+22	1000000.	0.448E-01	-0.141E-02	0.538E-02	-0.288E-02	0.107E-01	-0.578E-02
	1500000.	0.386E-01	-0.142E-02	0.633E-02	-0.349E-02	0.126E-01	-0.704E-02
	2000000.	0.350E-01	-0.138E-02	0.675E-02	-0.382E-02	0.135E-01	-0.773E-02
	3000000.	0.307E-01	-0.134E-02	0.750E-02	-0.425E-02	0.149E-01	-0.862E-02
Ar VIII 3S 4P	200000.	0.119E-01	0.921E-04	0.701E-03	0.972E-04	0.137E-02	0.184E-03
159.0 Å	500000.	0.815E-02	0.144E-03	0.112E-02	0.197E-03	0.222E-02	0.394E-03
C = 0.13E+21	1000000.	0.638E-02	0.124E-03	0.131E-02	0.276E-03	0.260E-02	0.555E-03
	1500000.	0.562E-02	0.118E-03	0.140E-02	0.316E-03	0.279E-02	0.639E-03
	2000000.	0.516E-02	0.119E-03	0.148E-02	0.342E-03	0.292E-02	0.690E-03
	3000000.	0.462E-02	0.113E-03	0.158E-02	0.380E-03	0.309E-02	0.769E-03
Ar VIII 4S 4P	200000.	2.10	-0.477E-01	0.105	-0.563E-01	0.206	-0.106
1887.0 Å	500000.	1.47	-0.540E-01	0.174	-0.950E-01	0.346	-0.189
C = 0.19E+23	1000000.	1.17	-0.541E-01	0.209	-0.120	0.417	-0.242
	1500000.	1.03	-0.525E-01	0.230	-0.134	0.458	-0.270
	2000000.	0.952	-0.511E-01	0.248	-0.145	0.487	-0.291
	3000000.	0.852	-0.446E-01	0.276	-0.161	0.529	-0.323
Ar VIII 3P 4S	200000.	0.161E-01	0.104E-02	0.536E-03	0.106E-02	0.106E-02	0.198E-02
229.4 Å	500000.	0.112E-01	0.126E-02	0.136E-02	0.174E-02	0.270E-02	0.346E-02
C = 0.28E+21	1000000.	0.880E-02	0.121E-02	0.208E-02	0.216E-02	0.415E-02	0.435E-02
	1500000.	0.773E-02	0.118E-02	0.243E-02	0.239E-02	0.486E-02	0.481E-02
	2000000.	0.708E-02	0.115E-02	0.269E-02	0.257E-02	0.538E-02	0.519E-02
	3000000.	0.628E-02	0.104E-02	0.314E-02	0.282E-02	0.614E-02	0.575E-02
Ar VIII 3P 4S	200000.	0.164E-01	0.105E-02	0.543E-03	0.107E-02	0.107E-02	0.200E-02
230.9 Å	500000.	0.114E-01	0.127E-02	0.137E-02	0.176E-02	0.274E-02	0.350E-02
C = 0.28E+21	1000000.	0.893E-02	0.122E-02	0.211E-02	0.218E-02	0.420E-02	0.440E-02
	1500000.	0.784E-02	0.119E-02	0.245E-02	0.241E-02	0.492E-02	0.487E-02
	2000000.	0.718E-02	0.116E-02	0.272E-02	0.260E-02	0.544E-02	0.525E-02
	3000000.	0.637E-02	0.105E-02	0.318E-02	0.285E-02	0.621E-02	0.581E-02
Ar VIII 3P 3D	200000.	0.573E-01	-0.655E-03	0.148E-02	-0.347E-03	0.287E-02	-0.657E-03
519.2 Å	500000.	0.379E-01	-0.605E-03	0.314E-02	-0.793E-03	0.620E-02	-0.158E-02
C = 0.38E+22	1000000.	0.287E-01	-0.815E-03	0.438E-02	-0.120E-02	0.870E-02	-0.242E-02
	1500000.	0.248E-01	-0.696E-03	0.482E-02	-0.146E-02	0.961E-02	-0.295E-02
	2000000.	0.225E-01	-0.710E-03	0.513E-02	-0.165E-02	0.102E-01	-0.332E-02
	3000000.	0.198E-01	-0.682E-03	0.551E-02	-0.183E-02	0.110E-01	-0.368E-02
Ar VIII 3P 3D	200000.	0.591E-01	-0.683E-03	0.153E-02	-0.367E-03	0.297E-02	-0.694E-03
526.6 Å	500000.	0.391E-01	-0.636E-03	0.324E-02	-0.835E-03	0.641E-02	-0.167E-02
C = 0.40E+22	1000000.	0.296E-01	-0.847E-03	0.453E-02	-0.126E-02	0.899E-02	-0.255E-02
	1500000.	0.255E-01	-0.726E-03	0.498E-02	-0.154E-02	0.993E-02	-0.310E-02
	2000000.	0.232E-01	-0.741E-03	0.530E-02	-0.173E-02	0.106E-01	-0.349E-02
	3000000.	0.204E-01	-0.711E-03	0.569E-02	-0.192E-02	0.113E-01	-0.387E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...15D

PERTURBERS ARE: TRANSITION	T(K)	ELECTRONS WIDTH (A)	ELECTRONS SHIFT (Å)	PROTONS WIDTH (Å)	PROTONS SHIFT (A)	He III WIDTH (Å)	He III SHIFT (Å)
Ar VIII 3D 4P	200000.	0.547E-01	0.999E-03	0.345E-02	0.758E-03	0.674E-02	0.143E-02
337.6 Å	500000.	0.376E-01	0.125E-02	0.547E-02	0.140E-02	0.108E-01	0.280E-02
C = 0.60E+21	1000000.	0.295E-01	0.124E-02	0.636E-02	0.193E-02	0.127E-01	0.390E-02
	1500000.	0.260E-01	0.116E-02	0.683E-02	0.214E-02	0.136E-01	0.433E-02
	2000000.	0.239E-01	0.116E-02	0.721E-02	0.233E-02	0.143E-01	0.470E-02
	3000000.	0.214E-01	0.111E-02	0.770E-02	0.258E-02	0.150E-01	0.523E-02
PERTURBER DENSITY = 1.E+20 cm^{-3}							
Ar VIII 3S 3P	200000.	0.930	-0.125E-01	0.149E-01	-0.841E-02	0.281E-01	-0.144E-01
714.0 Å	500000.	0.614	-0.148E-01	0.374E-01	-0.200E-01	0.733E-01	-0.382E-01
C = 0.71E+23	1000000.	0.464	-0.143E-01	0.557E-01	-0.301E-01	0.110	-0.598E-01
	1500000.	0.400	-0.145E-01	0.656E-01	-0.368E-01	0.131	-0.732E-01
	2000000.	0.362	-0.143E-01	0.701E-01	-0.402E-01	0.140	-0.812E-01
	3000000.	0.317	-0.139E-01	0.780E-01	-0.447E-01	0.154	-0.904E-01
Ar VIII 3S 3P	200000.	0.899	-0.119E-01	0.144E-01	-0.794E-02	0.273E-01	-0.136E-01
700.4 Å	500000.	0.593	-0.140E-01	0.361E-01	-0.189E-01	0.709E-01	-0.362E-01
C = 0.69E+23	1000000.	0.448	-0.136E-01	0.538E-01	-0.285E-01	0.107	-0.567E-01
	1500000.	0.386	-0.137E-01	0.633E-01	-0.349E-01	0.126	-0.695E-01
	2000000.	0.350	-0.136E-01	0.675E-01	-0.382E-01	0.135	-0.771E-01
	3000000.	0.307	-0.132E-01	0.750E-01	-0.425E-01	0.149	-0.860E-01
Ar VIII 3S 4P	200000.	0.119	0.812E-03	0.688E-02	0.866E-03		
159.0 Å	500000.	0.815E-01	0.137E-02	0.112E-01	0.191E-02		
C = 0.13E+22	1000000.	0.638E-01	0.118E-02	0.131E-01	0.273E-02	*0.260E-01	*0.542E-02
	1500000.	0.562E-01	0.114E-02	0.140E-01	0.316E-02	*0.279E-01	*0.628E-02
	2000000.	0.516E-01	0.117E-02	0.148E-01	0.342E-02	*0.292E-01	*0.689E-02
	3000000.	0.462E-01	0.111E-02	0.158E-01	0.380E-02	*0.309E-01	*0.767E-02
Ar VIII 4S 4P	200000.	21.0	-0.398	1.04	-0.492		
1887.0 Å	500000.	14.7	-0.495	1.74	-0.905		
C = 0.19E+24	1000000.	11.7	-0.503	2.08	-1.18	*4.16	*-2.33
	1500000.	10.3	-0.495	2.30	-1.34	*4.57	*-2.63
	2000000.	9.52	-0.494	2.48	-1.45	*4.87	*-2.90
	3000000.	8.52	-0.432	2.76	-1.60	*5.28	*-3.22
Ar VIII 3P 4S	200000.	0.161	0.892E-02	0.533E-02	0.919E-02	*0.104E-01	*0.151E-01
229.4 Å	500000.	0.112	0.117E-01	0.135E-01	0.165E-01	*0.270E-01	*0.305E-01
C = 0.28E+22	1000000.	0.880E-01	0.114E-01	0.208E-01	0.211E-01	*0.415E-01	*0.418E-01
	1500000.	0.773E-01	0.112E-01	0.243E-01	0.238E-01	*0.486E-01	*0.467E-01
	2000000.	0.708E-01	0.112E-01	0.269E-01	0.256E-01	*0.538E-01	*0.517E-01
	3000000.	0.628E-01	0.101E-01	0.314E-01	0.281E-01	*0.614E-01	*0.572E-01
Ar VIII 3P 4S	200000.	0.164	0.901E-02	0.540E-02	0.929E-02	*0.106E-01	*0.153E-01
230.9 Å	500000.	0.114	0.118E-01	0.137E-01	0.167E-01	*0.273E-01	*0.308E-01
C = 0.28E+22	1000000.	0.893E-01	0.115E-01	0.211E-01	0.214E-01	*0.420E-01	*0.423E-01
	1500000.	0.784E-01	0.113E-01	0.245E-01	0.241E-01	*0.492E-01	*0.473E-01
	2000000.	0.718E-01	0.113E-01	0.272E-01	0.259E-01	*0.545E-01	*0.523E-01
	3000000.	0.637E-01	0.102E-01	0.318E-01	0.285E-01	*0.621E-01	*0.579E-01
Ar VIII 3P 3D	200000.	0.573	-0.624E-02	0.146E-01	-0.311E-02	0.276E-01	-0.533E-02
519.2 Å	500000.	0.379	-0.585E-02	0.313E-01	-0.769E-02	0.616E-01	-0.147E-01
C = 0.38E+23	1000000.	0.287	-0.793E-02	0.438E-01	-0.119E-01	0.869E-01	-0.238E-01
	1500000.	0.248	-0.679E-02	0.482E-01	-0.146E-01	0.960E-01	-0.291E-01
	2000000.	0.225	-0.702E-02	0.513E-01	-0.164E-01	0.102	-0.332E-01
	3000000.	0.198	-0.678E-02	0.551E-01	-0.183E-01	0.110	-0.368E-01
Ar VIII 3P 3D	200000.	0.591	-0.648E-02	0.151E-01	-0.328E-02	0.286E-01	-0.563E-02
526.6 Å	500000.	0.391	-0.615E-02	0.324E-01	-0.810E-02	0.637E-01	-0.155E-01
C = 0.40E+23	1000000.	0.296	-0.825E-02	0.453E-01	-0.125E-01	0.898E-01	-0.250E-01
	1500000.	0.255	-0.709E-02	0.498E-01	-0.154E-01	0.992E-01	-0.306E-01
	2000000.	0.232	-0.732E-02	0.530E-01	-0.172E-01	0.106	-0.348E-01
	3000000.	0.204	-0.707E-02	0.569E-01	-0.192E-01	0.113	-0.386E-01
Ar VIII 3D 4P	200000.	0.547	0.912E-02	0.339E-01	0.672E-02		
337.6 Å	500000.	0.376	0.120E-01	0.545E-01	0.135E-01		
C = 0.60E+22	1000000.	0.295	0.119E-01	0.636E-01	0.191E-01	*0.126	*0.379E-01
	1500000.	0.260	0.113E-01	0.683E-01	0.214E-01	*0.136	*0.424E-01
	2000000.	0.239	0.114E-01	0.721E-01	0.232E-01	*0.143	*0.468E-01
	3000000.	0.214	0.110E-01	0.770E-01	0.257E-01	*0.150	*0.521E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...15D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (A)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (A)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
PERTURBER DENSITY = 1.E+20 cm^{-3}							
Ar VIII 3S 3P	200000.	0.930	-0.125E-01	0.149E-01	-0.841E-02	0.281E-01	-0.144E-01
714.0 Å	500000.	0.614	-0.148E-01	0.374E-01	-0.200E-01	0.733E-01	-0.382E-01
C = 0.71E+23	1000000.	0.464	-0.143E-01	0.557E-01	-0.301E-01	0.110	-0.598E-01
	1500000.	0.400	-0.145E-01	0.656E-01	-0.368E-01	0.131	-0.732E-01
	2000000.	0.362	-0.143E-01	0.701E-01	-0.402E-01	0.140	-0.812E-01
	3000000.	0.317	-0.139E-01	0.780E-01	-0.447E-01	0.154	-0.904E-01
Ar VIII 3S 3P	200000.	0.899	-0.119E-01	0.144E-01	-0.794E-02	0.273E-01	-0.136E-01
700.4 Å	500000.	0.593	-0.140E-01	0.361E-01	-0.189E-01	0.709E-01	-0.362E-01
C = 0.69E+23	1000000.	0.448	-0.136E-01	0.538E-01	-0.285E-01	0.107	-0.567E-01
	1500000.	0.386	-0.137E-01	0.633E-01	-0.349E-01	0.126	-0.695E-01
	2000000.	0.350	-0.136E-01	0.675E-01	-0.382E-01	0.135	-0.771E-01
	3000000.	0.307	-0.132E-01	0.750E-01	-0.425E-01	0.149	-0.860E-01
Ar VIII 3S 4P	200000.	0.119	0.812E-03	0.688E-02	0.866E-03		
159.0 Å	500000.	0.815E-01	0.137E-02	0.112E-01	0.191E-02		
C = 0.13E+22	1000000.	0.638E-01	0.118E-02	0.131E-01	0.273E-02	*0.260E-01	*0.542E-02
	1500000.	0.562E-01	0.114E-02	0.140E-01	0.316E-02	*0.279E-01	*0.628E-02
	2000000.	0.516E-01	0.117E-02	0.148E-01	0.342E-02	*0.292E-01	*0.689E-02
	3000000.	0.462E-01	0.111E-02	0.158E-01	0.380E-02	*0.309E-01	*0.767E-02
Ar VIII 4S 4P	200000.	21.0	-0.398	1.04	-0.492		
1887.0 Å	500000.	14.7	-0.495	1.74	-0.905		
C = 0.19E+24	1000000.	11.7	-0.503	2.08	-1.18	*4.16	*-2.33
	1500000.	10.3	-0.495	2.30	-1.34	*4.57	*-2.63
	2000000.	9.52	-0.494	2.48	-1.45	*4.87	*-2.90
	3000000.	8.52	-0.432	2.76	-1.60	*5.28	*-3.22
Ar VIII 3P 4S	200000.	0.161	0.892E-02	0.533E-02	0.919E-02	*0.104E-01	*0.151E-01
229.4 Å	500000.	0.112	0.117E-01	0.135E-01	0.165E-01	*0.270E-01	*0.305E-01
C = 0.28E+22	1000000.	0.880E-01	0.114E-01	0.208E-01	0.211E-01	*0.415E-01	*0.418E-01
	1500000.	0.773E-01	0.112E-01	0.243E-01	0.238E-01	*0.486E-01	*0.467E-01
	2000000.	0.708E-01	0.112E-01	0.269E-01	0.256E-01	*0.538E-01	*0.517E-01
	3000000.	0.628E-01	0.101E-01	0.314E-01	0.281E-01	*0.614E-01	*0.572E-01
Ar VIII 3P 4S	200000.	0.164	0.901E-02	0.540E-02	0.929E-02	*0.106E-01	*0.153E-01
230.9 Å	500000.	0.114	0.118E-01	0.137E-01	0.167E-01	*0.273E-01	*0.308E-01
C = 0.28E+22	1000000.	0.893E-01	0.115E-01	0.211E-01	0.214E-01	*0.420E-01	*0.423E-01
	1500000.	0.784E-01	0.113E-01	0.245E-01	0.241E-01	*0.492E-01	*0.473E-01
	2000000.	0.718E-01	0.113E-01	0.272E-01	0.259E-01	*0.545E-01	*0.523E-01
	3000000.	0.637E-01	0.102E-01	0.318E-01	0.285E-01	*0.621E-01	*0.579E-01
Ar VIII 3P 3D	200000.	0.573	-0.624E-02	0.146E-01	-0.311E-02	0.276E-01	-0.533E-02
519.2 Å	500000.	0.379	-0.585E-02	0.313E-01	-0.769E-02	0.616E-01	-0.147E-01
C = 0.38E+23	1000000.	0.287	-0.793E-02	0.438E-01	-0.119E-01	0.869E-01	-0.238E-01
	1500000.	0.248	-0.679E-02	0.482E-01	-0.146E-01	0.960E-01	-0.291E-01
	2000000.	0.225	-0.702E-02	0.513E-01	-0.164E-01	0.102	-0.332E-01
	3000000.	0.198	-0.678E-02	0.551E-01	-0.183E-01	0.110	-0.368E-01
Ar VIII 3P 3D	200000.	0.591	-0.648E-02	0.151E-01	-0.328E-02	0.286E-01	-0.563E-02
526.6 Å	500000.	0.391	-0.615E-02	0.324E-01	-0.810E-02	0.637E-01	-0.155E-01
C = 0.40E+23	1000000.	0.296	-0.825E-02	0.453E-01	-0.125E-01	0.898E-01	-0.250E-01
	1500000.	0.255	-0.709E-02	0.498E-01	-0.154E-01	0.992E-01	-0.306E-01
	2000000.	0.232	-0.732E-02	0.530E-01	-0.172E-01	0.106	-0.348E-01
	3000000.	0.204	-0.707E-02	0.569E-01	-0.192E-01	0.113	-0.386E-01
Ar VIII 3D 4P	200000.	0.547	0.912E-02	0.339E-01	0.672E-02		
337.6 Å	500000.	0.376	0.120E-01	0.545E-01	0.135E-01		
C = 0.60E+22	1000000.	0.295	0.119E-01	0.636E-01	0.191E-01	*0.126	*0.379E-01
	1500000.	0.260	0.113E-01	0.683E-01	0.214E-01	*0.136	*0.424E-01
	2000000.	0.239	0.114E-01	0.721E-01	0.232E-01	*0.143	*0.468E-01
	3000000.	0.214	0.110E-01	0.770E-01	0.257E-01	*0.150	*0.521E-01
PERTURBER DENSITY = 1.E+21 cm^{-3}							
Ar VIII 3S 3P	200000.	9.30	-0.876E-01	0.134	-0.588E-01	*0.208	-0.720E-01
714.0 Å	500000.	6.14	-0.127	0.369	-0.180	*0.707	-0.312
C = 0.71E+24	1000000.	4.64	-0.128	0.555	-0.286	*1.09	-0.532
	1500000.	4.00	-0.132	0.656	-0.360	*1.30	-0.686
	2000000.	3.62	-0.131	0.700	-0.395	*1.39	-0.765
	3000000.	3.17	-0.131	0.780	-0.446	*1.54	-0.881

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...15D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		He III	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (A)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
Ar VIII 3S 3P	200000.	8.99	-0.838E-01	0.130	-0.556E-01	*0.202	-0.680E-01
700.4 Å	500000.	5.93	-0.120	0.357	-0.170	*0.684	-0.295
C = 0.69E+24	1000000.	4.48	-0.122	0.536	-0.271	*1.05	-0.504
	1500000.	3.86	-0.125	0.633	-0.341	*1.26	-0.651
	2000000.	3.50	-0.124	0.675	-0.375	*1.34	-0.726
	3000000.	3.07	-0.124	0.749	-0.424	*1.48	-0.838
Ar VIII 3S 4P	200000.	*1.18	*0.374E-02				
159.0 Å	500000.	0.815	0.112E-01				
C = 0.13E+23	1000000.	0.638	0.102E-01				
	1500000.	0.561	0.100E-01	*0.140	*0.307E-01		
	2000000.	0.516	0.104E-01	*0.147	*0.334E-01		
	3000000.	0.462	0.102E-01	*0.158	*0.379E-01		
Ar VIII 3P 4S	200000.	1.61	0.340E-01	*0.511E-01	*0.570E-01		
229.4 Å	500000.	1.12	0.851E-01	*0.135	*0.137		
C = 0.28E+23	1000000.	0.879	0.913E-01	*0.209	*0.192		
	1500000.	0.772	0.935E-01	*0.243	*0.227		
	2000000.	0.707	0.946E-01	*0.269	*0.246		
	3000000.	0.627	0.895E-01	*0.314	*0.280		
Ar VIII 3P 4S	200000.	1.63	0.344E-01	*0.518E-01	*0.577E-01		
230.9 Å	500000.	1.14	0.860E-01	*0.137	*0.138		
C = 0.28E+23	1000000.	0.892	0.923E-01	*0.212	*0.195		
	1500000.	0.783	0.945E-01	*0.246	*0.230		
	2000000.	0.717	0.957E-01	*0.272	*0.249		
	3000000.	0.636	0.904E-01	*0.318	*0.283		
Ar VIII 3P 3D	200000.	5.73	-0.479E-01	0.130	-0.218E-01		
519.2 Å	500000.	3.79	-0.509E-01	0.308	-0.694E-01		
C = 0.38E+24	1000000.	2.87	-0.736E-01	0.437	-0.114		
	1500000.	2.48	-0.633E-01	0.481	-0.143		
	2000000.	2.25	-0.658E-01	0.512	-0.162		
	3000000.	1.98	-0.645E-01	0.551	-0.182	*1.10	-0.359
Ar VIII 3P 3D	200000.	5.91	-0.495E-01	0.135	-0.230E-01		
526.6 Å	500000.	3.91	-0.534E-01	0.318	-0.731E-01		
C = 0.40E+24	1000000.	2.96	-0.764E-01	0.451	-0.120		
	1500000.	2.55	-0.660E-01	0.497	-0.151		
	2000000.	2.32	-0.686E-01	0.529	-0.170		
	3000000.	2.04	-0.672E-01	0.569	-0.191	*1.13	-0.378
Ar VIII 3D 4P	200000.	*5.46	*0.571E-01				
337.6 Å	500000.	3.76	0.100				
C = 0.60E+23	1000000.	2.95	0.106				
	1500000.	2.60	0.102	*0.681	*0.207		
	2000000.	2.39	0.104	*0.719	*0.226		
	3000000.	2.14	0.102	*0.770	*0.257		
PERTURBER DENSITY = 1.E+22 cm^{-3}							
Ar VIII 3S 4P	200000.						
159.0 Å	500000.	*7.84	*0.179E-01				
C = 0.13E+24	1000000.	*6.20	*0.405E-01				
	1500000.	*5.47	*0.490E-01				
	2000000.	5.04	0.614E-01				
	3000000.	4.52	0.655E-01				
Ar VIII 3P 4S	200000.						
229.4 Å	500000.	*10.4	-0.181				
C = 0.28E+24	1000000.	*8.30	*0.236				
	1500000.	7.33	0.393				
	2000000.	6.73	0.474				
	3000000.	6.00	0.492				
Ar VIII 3P 4S	200000.						
230.9 Å	500000.	*10.5	-0.184				
C = 0.28E+24	1000000.	*8.42	*0.239				
	1500000.	*7.44	*0.398				
	2000000.	6.83	0.479				
	3000000.	6.09	0.497				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...15D

than one and the impact approximation is valid (Sahal−Bréchot, 1969ab). Values for NV $>$ 0.5 are not given and values for 0.1 $<$ NV $\leq$ 0.5 are denoted by an asterisk. Stark broadening parameters for densities lover than tabulated, are linear with perturber density. When the impact approximation is not valid, the ion broadening contribution may be estimated by using quasistatic approach (Sahal−Bréchot 1991 or Griem 1974). In the region between where neither of these two approximations is valid, a unified type theory should be used. For example in Barnard *et al.* (1974), a simple analytical formulas for such a case are given. The accuracy of the results obtained decreases when broadening by ion interactions becomes important.

The discussion of obtained results will be published in Dimitrijević and Sahal−Bréchot (1999).

Acknowledgements – This work is a part of the project "Astrometrical, Astrodynamical and Astrophysical Investigations", supported by Ministry of Science and Technology of Serbia.

REFERENCES

Barnard, A.J., Cooper, J., Smith, E.W.: 1974, *J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer*, **14**, 1025.

Bashkin, S., Stoner, J.O.Jr.: 1978, *Atomic Energy Levels and Grotrian Diagrams*, Vol. 2, North Holland, Amsterdam.

Dimitrijević, M.S.: 1996, *Zh. Prikl. Spektrosk.*, **63**, 810 .

Dimitrijević, M.S. and Sahal−Bréchot,S.: 1984, *J. Quant Spectrosc. Radiative Transfer* **31**, 301.

Dimitrijević, M.S., Sahal-Bréchot, S.: 1995, *Physica Scripta*, **52**, 41.

Dimitrijević, M. S. and Sahal−Bréchot, S.: 1999, *Ž. Prikl. Spektrosk.*, submitted.

Dimitrijević, M.S., Sahal-Bréchot, S., Bommier, V.: 1991, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **89**, 581.

Djeniže, S., Srećković, A.: 1998, *Serb. Astron. J.*, **157**, 25.

Fleurier, C., Sahal-Bréchot, S., Chapelle, J.: 1977, *J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer*, **17**, 595.

Griem, H.R.: 1974, *Spectral Line Broadening by Plasmas*, Academic Press, New York.

Hegazy, H., Büscher, S., Kunze, H.J., Wrubel, Th.: 1997 *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **58**, 627.

Konjević, R., Konjević, N.: 1998, 19th SPIG, Zlatibor 1998, *Contributed papers*, Faculty of Physics, Belgrade, p. 373.

Purić, J., Djeniže, S., Srećković, A., Ćuk, M., Labat, J., Platiša, M.: 1988, *Z. Phys. D*, **8**, 343.

Sahal−Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.* **1**, 91.

Sahal−Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.* **2**, 322.

Sahal−Bréchot, S.: 1974, *Astron. Astrophys.* **35**, 321.

Sahal−Bréchot, S.: 1991, *Astron. Astrophys.* **245**, 322.

ТАБЕЛЕ ПАРАМЕТАРА ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА Ar VIII

М. С. Димитријевић[1] и S. Sahal−Bréchot[2]

[1] *Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд-74, Југославија*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris-Meudon, 92190 Meudon, France

УДК 52−355.3
Претходно саопштење

Користећи семикласичан прилаз, израчунате су ширине и помераји спектралних линија, проузроковани сударима са електронима, протонима и двоструко наелектрисаним јонима хелијума, за 9 прелаза Ar VIII. Резултати су дати у функцији температуре и концентрације пертурбера.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...21D

Serb. Astron. J. № 160 (1999), 21 – 33

UDC 52–355.3
Preliminary report

STARK BROADENING PARAMETER TABLES FOR NEUTRAL ZINC SPECTRAL LINES

M. S. Dimitrijević[1] and S. Sahal–Bréchot[2]

[1] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade-74, Yugoslavia*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris–Meudon, 92190 Meudon, France

(Received: May 10, 1999)

SUMMARY: Using a semiclassical approach, we have calculated electron–, proton– and He II–impact line widths and shifts for 32 Zn I multiplets as a function of temperature and perturber density

1. INTRODUCTION

The neutral zinc spectral lines Stark broadening parameters are of interest for stellar (see *e.g.* Sneden *et al.* 1991) and solar (see *e.g.* Biémont and Godefroid 1980, Grevesse 1984) abundances determination, as well as for plasma analysis modeling and diagnostics. For laboratory plasma diagnostics, modelling and investigation, such data are of interest as well (see Grechikhin 1969, Kusch and Obershelp 1967, Salakhov 1975, Fishman *et al.* 1979, Dimitrijević and Konjević 1983, Lakićević 1983, Rathore *et al.* 1985, Rao *et al.* 1989). Within the semiclassical-perturbation formalism (Sahal–Bréchot 1969ab, see also Sahal - Bréchot 1974, Dimitrijević and Sahal - Bréchot 1984), we have calculated electron-, proton-, and ionized helium-impact line widths and shifts for 32 neutral zinc multiplets, as the continuation of our project to create a large Stark broadening data set for astrophysical and laboratory plasma research purposes.

2. RESULTS AND DISCUSSION

The semiclassical perturbation formalism has been reviewed briefly in Dimitrijević and Sahal - Bréchot (1984). All additional details concerning the calculation procedure will be published in Dimitrijević and Sahal–Bréchot (1999).

Atomic energy levels needed for calculations have been taken from Sugar and Musgrove (1995). In table 1, electron-, proton-, and He II-impact broadening parameters for Zn I for perturber densities of 10^{13}cm^{-3} - 10^{19}cm^{-3} and temperatures from 2,500 up to 50,000 K, are shown. For perturber density of 10^{13}cm^{-3}, only data for three multiplets are shown, since other data are linear with density for densities lower than 10^{14}cm^{-3}. For perturber densities lower than 10^{13}cm^{-3}, Stark broadening parameters for all tabulated multiplets are linear with perturber density. We also specify a parameter C (Dimitrijević and Sahal–Bréchot 1984), which gives an estimate

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...21D

Table 1. This table shows electron-, proton-, and He II-impact broadening parameters for Zn I for perturber densities of 10^{13}cm^{-3} - 10^{19}cm^{-3} and temperatures from 2,500 up to 50,000 K. For perturber density of 10^{13}cm^{-3}, only data for three multiplets are shown, since other data are linear with density for densities lower than 10^{14}cm^{-3}. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given in the table. By dividing C by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević and Sahal−Bréchot 1984), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for validity of the impact approximation) lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (A)	WIDTH (Å)	SHIFT (A)
PERTURBER DENSITY = 1.E+13 cm^{-3}							
4F - 5D	2500.	6.72	2.75	1.24	0.987	1.07	0.787
396196.5 Å	5000.	7.91	2.09	1.36	1.11	1.15	0.889
C = 0.40E+19	10000.	9.02	1.60	1.50	1.25	1.25	1.00
	20000.	9.63	0.979	1.67	1.41	1.36	1.13
	30000.	9.87	0.726	1.79	1.51	1.43	1.21
	50000.	9.97	0.360	1.98	1.64	1.54	1.31
4F - 5G	2500.	0.182	-0.294E-01	0.406E-01	-0.359E-01	0.326E-01	-0.286E-01
39372.2 Å	5000.	0.180	-0.112E-01	0.460E-01	-0.408E-01	0.363E-01	-0.325E-01
C = 0.59E+16	10000.	0.172	0.312E-02	0.528E-01	-0.460E-01	0.404E-01	-0.368E-01
	20000.	0.161	0.779E-02	0.622E-01	-0.518E-01	0.452E-01	-0.414E-01
	30000.	0.156	0.114E-01	0.695E-01	-0.557E-01	0.484E-01	-0.444E-01
	50000.	0.149	0.107E-01	0.813E-01	-0.613E-01	0.529E-01	-0.484E-01
5G - 6H	2500.	1.57	-0.823E-01	0.269	-0.231	0.214	-0.184
73670.3 Å	5000.	1.52	-0.420E-02	0.309	-0.263	0.238	-0.210
C = 0.11E+17	10000.	1.42	0.340E-01	0.364	-0.287	0.265	-0.238
	20000.	1.32	0.572E-01	0.447	-0.337	0.297	-0.269
	30000.	1.26	0.547E-01	0.512	-0.365	0.319	-0.288
	50000.	1.20	0.435E-01	0.610	-0.410	0.351	-0.315
PERTURBER DENSITY = 1.E+14 cm^{-3}							
4S - 4P	2500.	0.255E-04	0.201E-04	0.120E-04	0.566E-05	0.115E-04	0.452E-05
2139.2 Å	5000.	0.303E-04	0.235E-04	0.123E-04	0.636E-05	0.117E-04	0.509E-05
C = 0.41E+17	10000.	0.350E-04	0.278E-04	0.127E-04	0.715E-05	0.120E-04	0.572E-05
	20000.	0.390E-04	0.290E-04	0.132E-04	0.803E-05	0.123E-04	0.643E-05
	30000.	0.420E-04	0.294E-04	0.136E-04	0.859E-05	0.126E-04	0.688E-05
	50000.	0.467E-04	0.256E-04	0.141E-04	0.936E-05	0.129E-04	0.749E-05
4S - 5P	2500.	0.232E-03	-0.924E-04	0.536E-04	-0.386E-04	0.475E-04	-0.307E-04
1589.6 Å	5000.	0.260E-03	-0.542E-04	0.577E-04	-0.437E-04	0.504E-04	-0.349E-04
C = 0.11E+16	10000.	0.280E-03	-0.278E-04	0.627E-04	-0.493E-04	0.538E-04	-0.394E-04
	20000.	0.286E-03	-0.221E-05	0.688E-04	-0.554E-04	0.578E-04	-0.443E-04
	30000.	0.289E-03	0.944E-05	0.732E-04	-0.594E-04	0.605E-04	-0.475E-04
	50000.	0.295E-03	0.116E-04	0.798E-04	-0.647E-04	0.643E-04	-0.518E-04
4S - 6P	2500.	0.708E-03	-0.387E-03	0.169E-03	-0.126E-03	0.147E-03	-0.100E-03
1457.6 Å	5000.	0.772E-03	-0.260E-03	0.184E-03	-0.144E-03	0.158E-03	-0.115E-03
C = 0.57E+15	10000.	0.866E-03	-0.174E-03	0.201E-03	-0.164E-03	0.170E-03	-0.130E-03
	20000.	0.908E-03	-0.100E-03	0.222E-03	-0.185E-03	0.184E-03	-0.148E-03
	30000.	0.935E-03	-0.623E-04	0.236E-03	-0.198E-03	0.194E-03	-0.158E-03
	50000.	0.964E-03	-0.304E-04	0.258E-03	-0.216E-03	0.207E-03	-0.173E-03
4S - 7P	2500.	0.179E-02	-0.106E-02	0.431E-03	-0.323E-03	0.370E-03	-0.254E-03
1404.1 Å	5000.	0.187E-02	-0.852E-03	0.470E-03	-0.373E-03	0.399E-03	-0.295E-03
C = 0.33E+15	10000.	0.209E-02	-0.548E-03	0.517E-03	-0.425E-03	0.433E-03	-0.338E-03
	20000.	0.220E-02	-0.424E-03	0.572E-03	-0.483E-03	0.472E-03	-0.385E-03
	30000.	0.224E-02	-0.291E-03	0.610E-03	-0.520E-03	0.498E-03	-0.414E-03
	50000.	0.226E-02	-0.185E-03	0.667E-03	-0.567E-03	0.533E-03	-0.454E-03
5S - 5P	2500.	0.190E-01	-0.824E-02	0.430E-02	-0.315E-02	0.379E-02	-0.251E-02
14042.5 Å	5000.	0.205E-01	-0.529E-02	0.464E-02	-0.357E-02	0.403E-02	-0.285E-02
C = 0.89E+17	10000.	0.223E-01	-0.402E-02	0.505E-02	-0.402E-02	0.431E-02	-0.322E-02
	20000.	0.234E-01	-0.245E-02	0.556E-02	-0.453E-02	0.465E-02	-0.362E-02
	30000.	0.244E-01	-0.188E-02	0.591E-02	-0.485E-02	0.487E-02	-0.388E-02
	50000.	0.259E-01	-0.119E-02	0.645E-02	-0.529E-02	0.519E-02	-0.423E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...21D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (A)	WIDTH (Å)	SHIFT (A)
5S - 6P	2500.	0.206E-01	-0.110E-01	0.487E-02	-0.364E-02	0.424E-02	-0.289E-02
7801.5 Å	5000.	0.223E-01	-0.751E-02	0.529E-02	-0.416E-02	0.454E-02	-0.330E-02
C = 0.16E+17	10000.	0.250E-01	-0.530E-02	0.579E-02	-0.472E-02	0.489E-02	-0.376E-02
	20000.	0.265E-01	-0.324E-02	0.639E-02	-0.533E-02	0.531E-02	-0.426E-02
	30000.	0.274E-01	-0.231E-02	0.680E-02	-0.571E-02	0.558E-02	-0.457E-02
	50000.	0.286E-01	-0.105E-02	0.742E-02	-0.623E-02	0.596E-02	-0.498E-02
5S - 7P	2500.	0.383E-01	-0.227E-01	0.918E-02	-0.689E-02	0.789E-02	-0.541E-02
6481.0 Å	5000.	0.401E-01	-0.174E-01	0.100E-01	-0.795E-02	0.851E-02	-0.629E-02
C = 0.71E+16	10000.	0.449E-01	-0.130E-01	0.110E-01	-0.908E-02	0.923E-02	-0.721E-02
	20000.	0.473E-01	-0.853E-02	0.122E-01	-0.103E-01	0.101E-01	-0.821E-02
	30000.	0.481E-01	-0.589E-02	0.130E-01	-0.111E-01	0.106E-01	-0.883E-02
	50000.	0.487E-01	-0.323E-02	0.142E-01	-0.121E-01	0.114E-01	-0.968E-02
6S - 6P	2500.	0.543	-0.323	0.125	-0.948E-01	0.108	-0.750E-01
38916.9 Å	5000.	0.575	-0.257	0.136	-0.108	0.116	-0.860E-01
C = 0.41E+18	10000.	0.659	-0.197	0.149	-0.123	0.126	-0.978E-01
	20000.	0.732	-0.144	0.165	-0.139	0.137	-0.111
	30000.	0.775	-0.107	0.176	-0.149	0.144	-0.119
	50000.	0.825	-0.687E-01	0.192	-0.162	0.154	-0.130
6S - 7P	2500.	0.346	-0.204	0.820E-01	-0.617E-01	0.704E-01	-0.484E-01
19300.0 Å	5000.	0.363	-0.167	0.896E-01	-0.712E-01	0.760E-01	-0.563E-01
C = 0.63E+17	10000.	0.408	-0.122	0.985E-01	-0.813E-01	0.825E-01	-0.646E-01
	20000.	0.438	-0.773E-01	0.109	-0.922E-01	0.900E-01	-0.735E-01
	30000.	0.449	-0.534E-01	0.116	-0.992E-01	0.949E-01	-0.791E-01
	50000.	0.460	-0.242E-01	0.127	-0.108	0.102	-0.866E-01
7S - 7P	2500.	6.82	-4.29	1.53	-1.16	1.31	-0.913
82284.9 Å	5000.	7.32	-3.68	1.68	-1.34	1.42	-1.06
C = 0.11E+19	10000.	8.25	-2.61	1.85	-1.53	1.54	-1.22
	20000.	9.17	-1.81	2.05	-1.74	1.68	-1.39
	30000.	9.58	-1.33	2.19	-1.87	1.78	-1.49
	50000.	9.99	-0.888	2.39	-2.04	1.91	-1.64
4P - 5S	2500.	0.264E-02	0.171E-02	0.577E-03	0.482E-03	0.489E-03	0.385E-03
11057.3 Å	5000.	0.301E-02	0.197E-02	0.634E-03	0.543E-03	0.532E-03	0.434E-03
C = 0.87E+18	10000.	0.344E-02	0.232E-02	0.699E-03	0.611E-03	0.581E-03	0.489E-03
	20000.	0.388E-02	0.261E-02	0.773E-03	0.687E-03	0.638E-03	0.550E-03
	30000.	0.420E-02	0.260E-02	0.821E-03	0.735E-03	0.676E-03	0.588E-03
	50000.	0.471E-02	0.251E-02	0.887E-03	0.801E-03	0.727E-03	0.641E-03
4P - 6S	2500.	0.245E-02	0.172E-02	0.514E-03	0.473E-03	0.413E-03	0.376E-03
5183.4 Å	5000.	0.290E-02	0.203E-02	0.576E-03	0.536E-03	0.463E-03	0.427E-03
C = 0.69E+17	10000.	0.334E-02	0.237E-02	0.646E-03	0.604E-03	0.518E-03	0.483E-03
	20000.	0.375E-02	0.246E-02	0.725E-03	0.680E-03	0.581E-03	0.544E-03
	30000.	0.410E-02	0.244E-02	0.775E-03	0.729E-03	0.621E-03	0.583E-03
	50000.	0.454E-02	0.213E-02	0.844E-03	0.795E-03	0.676E-03	0.636E-03
4P - 7S	2500.	0.484E-02	0.333E-02	0.975E-03	0.888E-03	0.781E-03	0.704E-03
4299.5 Å	5000.	0.581E-02	0.393E-02	0.109E-02	0.101E-02	0.876E-03	0.805E-03
C = 0.22E+17	10000.	0.676E-02	0.441E-02	0.123E-02	0.115E-02	0.984E-03	0.914E-03
	20000.	0.790E-02	0.437E-02	0.138E-02	0.129E-02	0.110E-02	0.103E-02
	30000.	0.880E-02	0.403E-02	0.148E-02	0.139E-02	0.118E-02	0.111E-02
	50000.	0.101E-01	0.348E-02	0.161E-02	0.151E-02	0.129E-02	0.121E-02
4P - 8S	2500.	0.951E-02	0.625E-02	0.181E-02	0.162E-02	0.145E-02	0.128E-02
3966.6 Å	5000.	0.115E-01	0.739E-02	0.203E-02	0.185E-02	0.162E-02	0.147E-02
C = 0.11E+17	10000.	0.137E-01	0.770E-02	0.228E-02	0.211E-02	0.182E-02	0.168E-02
	20000.	0.168E-01	0.722E-02	0.256E-02	0.239E-02	0.205E-02	0.191E-02
	30000.	0.190E-01	0.630E-02	0.274E-02	0.257E-02	0.219E-02	0.205E-02
	50000.	0.223E-01	0.519E-02	0.298E-02	0.280E-02	0.238E-02	0.224E-02
4P - 9S	2500.	0.174E-01	0.108E-01	0.307E-02	0.269E-02	0.246E-02	0.211E-02
3800.1 Å	5000.	0.214E-01	0.122E-01	0.345E-02	0.311E-02	0.276E-02	0.246E-02
C = 0.59E+16	10000.	0.264E-01	0.124E-01	0.387E-02	0.356E-02	0.310E-02	0.283E-02
	20000.	0.338E-01	0.107E-01	0.435E-02	0.404E-02	0.348E-02	0.322E-02
	30000.	0.388E-01	0.904E-02	0.466E-02	0.435E-02	0.373E-02	0.347E-02
	50000.	0.453E-01	0.706E-02	0.507E-02	0.476E-02	0.406E-02	0.380E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...21D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (A)	WIDTH (Å)	SHIFT (A)
5P - 6S	2500.	0.178	0.100	0.327E-01	0.274E-01	0.273E-01	0.218E-01
31977.2 Å	5000.	0.197	0.109	0.361E-01	0.311E-01	0.299E-01	0.248E-01
C = 0.46E+18	10000.	0.215	0.115	0.400E-01	0.352E-01	0.329E-01	0.281E-01
	20000.	0.233	0.111	0.446E-01	0.396E-01	0.363E-01	0.316E-01
	30000.	0.247	0.104	0.477E-01	0.424E-01	0.385E-01	0.339E-01
	50000.	0.268	0.888E-01	0.522E-01	0.463E-01	0.415E-01	0.370E-01
5P - 7S	2500.	0.683E-01	0.409E-01	0.121E-01	0.108E-01	0.982E-02	0.853E-02
14097.9 Å	5000.	0.801E-01	0.478E-01	0.136E-01	0.123E-01	0.109E-01	0.976E-02
C = 0.90E+17	10000.	0.907E-01	0.521E-01	0.152E-01	0.139E-01	0.122E-01	0.111E-01
	20000.	0.104	0.517E-01	0.170E-01	0.157E-01	0.137E-01	0.126E-01
	30000.	0.113	0.469E-01	0.182E-01	0.168E-01	0.146E-01	0.135E-01
	50000.	0.128	0.402E-01	0.199E-01	0.184E-01	0.158E-01	0.147E-01
5P - 8S	2500.	0.839E-01	0.511E-01	0.148E-01	0.131E-01	0.119E-01	0.104E-01
11054.9 Å	5000.	0.101	0.597E-01	0.166E-01	0.151E-01	0.133E-01	0.120E-01
C = 0.55E+17	10000.	0.118	0.635E-01	0.186E-01	0.172E-01	0.149E-01	0.137E-01
	20000.	0.143	0.587E-01	0.209E-01	0.194E-01	0.167E-01	0.155E-01
	30000.	0.160	0.523E-01	0.224E-01	0.209E-01	0.179E-01	0.167E-01
	50000.	0.185	0.419E-01	0.244E-01	0.228E-01	0.195E-01	0.182E-01
5P - 9S	2500.	0.125	0.738E-01	0.212E-01	0.185E-01	0.170E-01	0.145E-01
9852.0 Å	5000.	0.153	0.848E-01	0.238E-01	0.215E-01	0.191E-01	0.170E-01
C = 0.40E+17	10000.	0.188	0.844E-01	0.268E-01	0.245E-01	0.214E-01	0.195E-01
	20000.	0.237	0.739E-01	0.301E-01	0.279E-01	0.240E-01	0.222E-01
	30000.	0.271	0.624E-01	0.322E-01	0.300E-01	0.257E-01	0.239E-01
	50000.	0.315	0.479E-01	0.351E-01	0.328E-01	0.280E-01	0.262E-01
6P - 7S	2500.	2.92	1.69	0.547	0.447	0.459	0.353
71609.1 Å	5000.	3.29	1.81	0.604	0.511	0.502	0.406
C = 0.14E+19	10000.	3.66	1.80	0.670	0.581	0.551	0.463
	20000.	4.11	1.60	0.746	0.658	0.607	0.525
	30000.	4.41	1.40	0.797	0.705	0.644	0.564
	50000.	4.86	1.13	0.871	0.770	0.694	0.615
6P - 8S	2500.	0.811	0.464	0.139	0.118	0.113	0.927E-01
29860.1 Å	5000.	0.955	0.523	0.154	0.135	0.126	0.107
C = 0.24E+18	10000.	1.10	0.527	0.172	0.154	0.140	0.123
	20000.	1.29	0.482	0.193	0.175	0.155	0.139
	30000.	1.43	0.418	0.207	0.188	0.166	0.150
	50000.	1.63	0.338	0.226	0.205	0.179	0.164
6P - 9S	2500.	0.760	0.431	0.123	0.106	0.995E-01	0.827E-01
22454.8 Å	5000.	0.925	0.491	0.138	0.122	0.111	0.967E-01
C = 0.14E+18	10000.	1.12	0.471	0.155	0.140	0.124	0.111
	20000.	1.38	0.408	0.174	0.159	0.139	0.127
	30000.	1.56	0.333	0.186	0.171	0.149	0.136
	50000.	1.79	0.262	0.203	0.187	0.161	0.150
7P - 8S	2500.	22.6	13.6	4.48	*3.47	*3.80	2.72
135650.2 Å	5000.	25.2	12.6	4.93	4.01	4.13	3.17
C = 0.31E+19	10000.	28.6	10.5	5.44	4.59	4.51	3.64
	20000.	32.9	7.36	6.05	5.21	4.95	4.15
	30000.	35.3	5.74	6.46	5.61	5.24	4.47
	50000.	37.5	4.13	7.06	6.13	5.63	4.90
7P - 9S	2500.	4.81	2.71	0.828	0.658	*0.692	*0.515
54299.7 Å	5000.	5.58	2.67	0.915	0.763	0.758	0.603
C = 0.50E+18	10000.	6.57	2.28	1.02	0.874	0.834	0.694
	20000.	7.84	1.58	1.13	0.994	0.920	0.791
	30000.	8.59	1.29	1.21	1.07	0.977	0.852
	50000.	9.28	0.897	1.32	1.17	1.05	0.935
4P - 5S	2500.	0.272E-03	0.220E-03	0.684E-04	0.619E-04	0.559E-04	0.495E-04
4767.4 Å	5000.	0.321E-03	0.255E-03	0.762E-04	0.697E-04	0.620E-04	0.558E-04
C = 0.17E+18	10000.	0.371E-03	0.301E-03	0.851E-04	0.784E-04	0.690E-04	0.627E-04
	20000.	0.408E-03	0.339E-03	0.950E-04	0.882E-04	0.769E-04	0.705E-04
	30000.	0.425E-03	0.331E-03	0.101E-03	0.943E-04	0.819E-04	0.755E-04
	50000.	0.454E-03	0.324E-03	0.110E-03	0.103E-03	0.889E-04	0.822E-04

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...21D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (A)	WIDTH (Å)	SHIFT (A)
4P - 6S	2500.	0.582E-03	0.423E-03	0.125E-03	0.116E-03	0.100E-03	0.926E-04
3054.7 Å	5000.	0.676E-03	0.497E-03	0.141E-03	0.132E-03	0.113E-03	0.105E-03
C = 0.25E+17	10000.	0.752E-03	0.590E-03	0.158E-03	0.148E-03	0.126E-03	0.118E-03
	20000.	0.809E-03	0.575E-03	0.177E-03	0.167E-03	0.142E-03	0.133E-03
	30000.	0.857E-03	0.565E-03	0.190E-03	0.179E-03	0.152E-03	0.143E-03
	50000.	0.920E-03	0.488E-03	0.206E-03	0.195E-03	0.165E-03	0.156E-03
4P - 4D	2500.	0.398E-03	-0.159E-03	0.103E-03	-0.511E-04	0.985E-04	-0.408E-04
3324.8 Å	5000.	0.424E-03	-0.120E-03	0.106E-03	-0.575E-04	0.100E-03	-0.460E-04
C = 0.16E+17	10000.	0.488E-03	-0.515E-04	0.110E-03	-0.647E-04	0.103E-03	-0.518E-04
	20000.	0.543E-03	-0.301E-05	0.116E-03	-0.728E-04	0.106E-03	-0.582E-04
	30000.	0.567E-03	0.234E-04	0.120E-03	-0.779E-04	0.109E-03	-0.623E-04
	50000.	0.595E-03	0.375E-04	0.125E-03	-0.848E-04	0.112E-03	-0.679E-04
4P - 5D	2500.	0.190E-02	0.763E-03	0.412E-03	0.301E-03	0.362E-03	0.239E-03
2786.7 Å	5000.	0.244E-02	0.727E-03	0.446E-03	0.343E-03	0.386E-03	0.273E-03
C = 0.20E+16	10000.	0.285E-02	0.643E-03	0.487E-03	0.388E-03	0.414E-03	0.310E-03
	20000.	0.314E-02	0.546E-03	0.538E-03	0.438E-03	0.446E-03	0.350E-03
	30000.	0.322E-02	0.479E-03	0.574E-03	0.469E-03	0.468E-03	0.375E-03
	50000.	0.325E-02	0.373E-03	0.631E-03	0.511E-03	0.499E-03	0.409E-03
4D - 4F	2500.	0.640E-01	-0.219E-01	0.132E-01	-0.103E-01	0.114E-01	-0.814E-02
16501.0 Å	5000.	0.727E-01	-0.135E-01	0.144E-01	-0.117E-01	0.122E-01	-0.928E-02
C = 0.69E+17	10000.	0.765E-01	-0.629E-02	0.159E-01	-0.132E-01	0.133E-01	-0.105E-01
	20000.	0.779E-01	0.507E-03	0.177E-01	-0.149E-01	0.144E-01	-0.119E-01
	30000.	0.780E-01	0.212E-02	0.190E-01	-0.159E-01	0.152E-01	-0.127E-01
	50000.	0.784E-01	0.313E-02	0.209E-01	-0.174E-01	0.163E-01	-0.139E-01
4F - 5G	2500.	1.82	-0.276	0.406	-0.339	*0.325	-0.265
39372.2 Å	5000.	1.80	-0.104	0.459	-0.393	0.362	-0.310
C = 0.59E+17	10000.	1.72	0.324E-01	0.528	-0.450	0.404	-0.357
	20000.	1.61	0.779E-01	0.622	-0.511	0.452	-0.407
	30000.	1.56	0.114	0.696	-0.551	0.484	-0.438
	50000.	1.49	0.107	0.813	-0.610	0.529	-0.480
5G - 6H	2500.	15.7	-0.704	*2.69	-2.13	*2.14	-1.65
73670.3 Å	5000.	15.2	-0.254E-01	*3.09	-2.50	*2.38	-1.97
C = 0.11E+18	10000.	14.2	0.351	3.64	-2.79	*2.65	-2.29
	20000.	13.1	0.572	4.47	-3.31	*2.97	-2.62
	30000.	12.6	0.547	5.12	-3.60	3.19	-2.83
	50000.	12.0	0.435	6.10	-4.06	3.51	-3.11
PERTURBER DENSITY = 1.E+15 cm^{-3}							
4S - 4P	2500.	0.255E-03	0.200E-03	0.120E-03	0.559E-04	0.115E-03	0.445E-04
2139.2 Å	5000.	0.303E-03	0.234E-03	0.123E-03	0.633E-04	0.117E-03	0.505E-04
C = 0.41E+18	10000.	0.350E-03	0.277E-03	0.127E-03	0.712E-04	0.120E-03	0.569E-04
	20000.	0.390E-03	0.290E-03	0.132E-03	0.801E-04	0.123E-03	0.641E-04
	30000.	0.420E-03	0.294E-03	0.136E-03	0.858E-04	0.126E-03	0.686E-04
	50000.	0.467E-03	0.256E-03	0.141E-03	0.935E-04	0.129E-03	0.748E-04
4S - 5P	2500.	0.232E-02	-0.909E-03	0.535E-03	-0.368E-03	0.474E-03	-0.289E-03
1589.6 Å	5000.	0.260E-02	-0.534E-03	0.577E-03	-0.424E-03	0.503E-03	-0.336E-03
C = 0.11E+17	10000.	0.280E-02	-0.273E-03	0.627E-03	-0.483E-03	0.537E-03	-0.384E-03
	20000.	0.286E-02	-0.209E-04	0.688E-03	-0.549E-03	0.578E-03	-0.437E-03
	30000.	0.289E-02	0.947E-04	0.732E-03	-0.590E-03	0.605E-03	-0.470E-03
	50000.	0.295E-02	0.116E-03	0.798E-03	-0.643E-03	0.643E-03	-0.514E-03
4S - 6P	2500.	0.708E-02	-0.375E-02	0.169E-02	-0.115E-02	*0.146E-02	-0.882E-03
1457.6 Å	5000.	0.772E-02	-0.252E-02	0.184E-02	-0.136E-02	*0.157E-02	-0.106E-02
C = 0.57E+16	10000.	0.866E-02	-0.171E-02	0.201E-02	-0.158E-02	0.170E-02	-0.124E-02
	20000.	0.908E-02	-0.990E-03	0.222E-02	-0.180E-02	0.184E-02	-0.143E-02
	30000.	0.935E-02	-0.620E-03	0.236E-02	-0.195E-02	0.194E-02	-0.155E-02
	50000.	0.964E-02	-0.304E-03	0.258E-02	-0.214E-02	0.207E-02	-0.170E-02
4S - 7P	2500.	0.179E-01	-0.101E-01	*0.427E-02	-0.270E-02		
1404.1 Å	5000.	0.187E-01	-0.817E-02	*0.469E-02	-0.335E-02		
C = 0.33E+16	10000.	0.209E-01	-0.544E-02	*0.516E-02	-0.399E-02	*0.432E-02	-0.312E-02
	20000.	0.220E-01	-0.417E-02	*0.572E-02	-0.464E-02	*0.472E-02	-0.366E-02
	30000.	0.224E-01	-0.290E-02	*0.610E-02	-0.503E-02	*0.498E-02	-0.398E-02
	50000.	0.226E-01	-0.184E-02	0.666E-02	-0.555E-02	*0.533E-02	-0.441E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...21D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (A)	WIDTH (Å)	SHIFT (A)
5S - 5P	2500.	0.190	-0.810E-01	0.429E-01	-0.300E-01	0.378E-01	-0.236E-01
14042.5 Å	5000.	0.205	-0.528E-01	0.464E-01	-0.346E-01	0.403E-01	-0.274E-01
C = 0.89E+18	10000.	0.223	-0.399E-01	0.505E-01	-0.395E-01	0.431E-01	-0.314E-01
	20000.	0.234	-0.245E-01	0.556E-01	-0.448E-01	0.465E-01	-0.357E-01
	30000.	0.244	-0.188E-01	0.591E-01	-0.482E-01	0.487E-01	-0.384E-01
	50000.	0.259	-0.119E-01	0.645E-01	-0.526E-01	0.519E-01	-0.420E-01
5S - 6P	2500.	0.206	-0.106	0.485E-01	-0.330E-01	*0.421E-01	-0.254E-01
7801.5 Å	5000.	0.223	-0.735E-01	0.528E-01	-0.391E-01	*0.453E-01	-0.306E-01
C = 0.16E+18	10000.	0.250	-0.527E-01	0.578E-01	-0.454E-01	0.489E-01	-0.358E-01
	20000.	0.265	-0.324E-01	0.639E-01	-0.520E-01	0.530E-01	-0.413E-01
	30000.	0.274	-0.230E-01	0.680E-01	-0.561E-01	0.558E-01	-0.446E-01
	50000.	0.286	-0.105E-01	0.742E-01	-0.616E-01	0.596E-01	-0.490E-01
5S - 7P	2500.	0.383	-0.215	*0.910E-01	-0.576E-01		
6481.0 Å	5000.	0.401	-0.173	*0.100E+00	-0.715E-01		
C = 0.71E+17	10000.	0.449	-0.127	*0.110	-0.851E-01	*0.921E-01	-0.665E-01
	20000.	0.473	-0.848E-01	*0.122	-0.990E-01	*0.101	-0.781E-01
	30000.	0.481	-0.585E-01	*0.130	-0.107	*0.106	-0.850E-01
	50000.	0.487	-0.321E-01	0.142	-0.118	*0.114	-0.940E-01
6S - 6P	2500.	5.43	-3.14	1.25	-0.856	*1.07	-0.659
38916.9 Å	5000.	5.75	-2.52	1.36	-1.02	*1.16	-0.795
C = 0.41E+19	10000.	6.59	-1.96	1.49	-1.18	1.25	-0.932
	20000.	7.32	-1.44	1.65	-1.35	1.36	-1.07
	30000.	7.75	-1.07	1.76	-1.46	1.44	-1.16
	50000.	8.25	-0.687	1.92	-1.60	1.54	-1.28
6S - 7P	2500.	3.46	-1.95	*0.813	-0.515		
19300.0 Å	5000.	3.63	-1.64	*0.893	-0.640		
C = 0.63E+18	10000.	4.08	-1.22	*0.984	-0.762	*0.823	-0.595
	20000.	4.38	-0.773	*1.09	-0.886	*0.899	-0.699
	30000.	4.49	-0.534	*1.16	-0.961	*0.948	-0.761
	50000.	4.60	-0.242	1.27	-1.06	*1.02	-0.842
4P - 5S	2500.	0.264E-01	0.170E-01	0.577E-02	0.471E-02	0.489E-02	0.374E-02
11057.3 Å	5000.	0.301E-01	0.197E-01	0.634E-02	0.535E-02	0.532E-02	0.426E-02
C = 0.87E+19	10000.	0.344E-01	0.232E-01	0.699E-02	0.607E-02	0.581E-02	0.483E-02
	20000.	0.388E-01	0.261E-01	0.773E-02	0.683E-02	0.638E-02	0.546E-02
	30000.	0.420E-01	0.260E-01	0.821E-02	0.732E-02	0.676E-02	0.585E-02
	50000.	0.471E-01	0.251E-01	0.887E-02	0.799E-02	0.727E-02	0.639E-02
4P - 6S	2500.	0.245E-01	0.169E-01	0.514E-02	0.449E-02	0.413E-02	0.353E-02
5183.4 Å	5000.	0.290E-01	0.201E-01	0.576E-02	0.519E-02	0.462E-02	0.410E-02
C = 0.69E+18	10000.	0.334E-01	0.237E-01	0.646E-02	0.592E-02	0.518E-02	0.471E-02
	20000.	0.375E-01	0.246E-01	0.725E-02	0.672E-02	0.581E-02	0.535E-02
	30000.	0.410E-01	0.244E-01	0.775E-02	0.723E-02	0.621E-02	0.576E-02
	50000.	0.454E-01	0.213E-01	0.844E-02	0.789E-02	0.676E-02	0.631E-02
4P - 7S	2500.	0.483E-01	0.325E-01	0.975E-02	0.814E-02	0.781E-02	0.630E-02
4299.5 Å	5000.	0.581E-01	0.389E-01	0.109E-01	0.959E-02	0.876E-02	0.752E-02
C = 0.22E+18	10000.	0.676E-01	0.439E-01	0.123E-01	0.111E-01	0.983E-02	0.876E-02
	20000.	0.790E-01	0.437E-01	0.138E-01	0.127E-01	0.110E-01	0.101E-01
	30000.	0.880E-01	0.403E-01	0.148E-01	0.136E-01	0.118E-01	0.109E-01
	50000.	0.101	0.348E-01	0.161E-01	0.150E-01	0.129E-01	0.119E-01
4P - 8S	2500.	0.951E-01	0.605E-01	*0.181E-01	*0.141E-01	*0.145E-01	*0.107E-01
3966.6 Å	5000.	0.115	0.731E-01	*0.203E-01	*0.171E-01	*0.162E-01	*0.133E-01
C = 0.11E+18	10000.	0.137	0.765E-01	0.228E-01	0.201E-01	*0.182E-01	*0.158E-01
	20000.	0.168	0.721E-01	0.256E-01	0.232E-01	*0.205E-01	*0.183E-01
	30000.	0.190	0.629E-01	0.274E-01	0.250E-01	0.219E-01	0.199E-01
	50000.	0.223	0.518E-01	0.298E-01	0.275E-01	0.238E-01	0.219E-01
4P - 9S	2500.	0.174	0.104	*0.307E-01	*0.222E-01		
3800.1 Å	5000.	0.214	0.119	*0.345E-01	*0.278E-01		
C = 0.59E+17	10000.	0.264	0.124	*0.387E-01	*0.332E-01	*0.310E-01	*0.259E-01
	20000.	0.338	0.107	*0.435E-01	*0.387E-01	*0.348E-01	*0.305E-01
	30000.	0.388	0.902E-01	*0.465E-01	*0.421E-01	*0.372E-01	*0.333E-01
	50000.	0.453	0.706E-01	0.507E-01	0.464E-01	*0.406E-01	*0.369E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...21D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (A)	WIDTH (Å)	SHIFT (A)
5P - 6S	2500.	1.78	0.986	0.326	0.257	0.273	0.201
31977.2 Å	5000.	1.97	1.08	0.361	0.299	0.299	0.236
C = 0.46E+19	10000.	2.15	1.14	0.400	0.343	0.329	0.272
	20000.	2.33	1.10	0.446	0.390	0.362	0.310
	30000.	2.47	1.03	0.477	0.420	0.385	0.334
	50000.	2.68	0.888	0.522	0.460	0.415	0.367
5P - 7S	2500.	0.683	0.400	0.121	0.980E-01	*0.981E-01	*0.757E-01
14097.9 Å	5000.	0.801	0.474	0.136	0.116	0.109	0.908E-01
C = 0.90E+18	10000.	0.907	0.519	0.152	0.134	0.122	0.106
	20000.	1.04	0.517	0.170	0.154	0.136	0.122
	30000.	1.13	0.469	0.182	0.166	0.146	0.132
	50000.	1.28	0.402	0.199	0.182	0.158	0.145
5P - 8S	2500.	0.838	0.497	*0.148	*0.114	*0.119	*0.866E-01
11054.9 Å	5000.	1.01	0.590	*0.166	*0.139	*0.133	*0.108
C = 0.55E+18	10000.	1.18	0.634	0.186	0.163	*0.149	*0.128
	20000.	1.43	0.586	0.209	0.188	*0.167	*0.149
	30000.	1.60	0.522	0.224	0.204	0.179	0.161
	50000.	1.85	0.419	0.244	0.224	0.195	0.178
5P - 9S	2500.	1.25	0.705	*0.212	*0.152		
9852.0 Å	5000.	1.53	0.837	*0.238	*0.191		
C = 0.40E+18	10000.	1.88	0.836	*0.267	*0.229	*0.214	*0.178
	20000.	2.37	0.738	*0.300	*0.267	*0.240	*0.210
	30000.	2.71	0.624	*0.322	*0.290	*0.257	*0.229
	50000.	3.15	0.478	0.351	0.320	*0.280	*0.254
6P - 8S	2500.	8.11	4.55	*1.38	*1.01		
29860.1 Å	5000.	9.55	5.16	*1.54	*1.23	*1.25	*0.953
C = 0.24E+19	10000.	11.0	5.26	*1.72	*1.46	*1.39	*1.14
	20000.	12.9	4.81	1.93	1.69	*1.55	*1.33
	30000.	14.3	4.18	2.07	1.83	*1.65	*1.45
	50000.	16.3	3.38	2.26	2.01	*1.79	*1.60
6P - 9S	2500.	7.60	4.20	*1.23	*0.858		
22454.8 Å	5000.	9.25	4.89	*1.38	*1.08		
C = 0.14E+19	10000.	11.2	4.66	*1.55	*1.30	*1.24	*1.01
	20000.	13.8	4.07	*1.74	*1.52	*1.39	*1.20
	30000.	15.6	3.33	*1.86	*1.65	*1.48	*1.31
	50000.	17.9	2.62	*2.03	*1.83	*1.61	*1.45
4P - 5S	2500.	0.272E-02	0.219E-02	0.684E-03	0.607E-03	0.558E-03	0.483E-03
4767.4 Å	5000.	0.321E-02	0.254E-02	0.763E-03	0.689E-03	0.620E-03	0.549E-03
C = 0.17E+19	10000.	0.371E-02	0.301E-02	0.851E-03	0.779E-03	0.690E-03	0.622E-03
	20000.	0.408E-02	0.339E-02	0.950E-03	0.877E-03	0.769E-03	0.701E-03
	30000.	0.425E-02	0.331E-02	0.101E-02	0.940E-03	0.819E-03	0.752E-03
	50000.	0.454E-02	0.324E-02	0.110E-02	0.103E-02	0.889E-03	0.820E-03
4P - 6S	2500.	0.582E-02	0.419E-02	0.125E-02	0.111E-02	0.100E-02	0.878E-03
3054.7 Å	5000.	0.676E-02	0.494E-02	0.141E-02	0.128E-02	0.113E-02	0.101E-02
C = 0.25E+18	10000.	0.752E-02	0.590E-02	0.158E-02	0.146E-02	0.126E-02	0.116E-02
	20000.	0.809E-02	0.574E-02	0.177E-02	0.165E-02	0.142E-02	0.132E-02
	30000.	0.857E-02	0.565E-02	0.190E-02	0.177E-02	0.152E-02	0.142E-02
	50000.	0.920E-02	0.488E-02	0.206E-02	0.194E-02	0.165E-02	0.155E-02
4P - 4D	2500.	0.398E-02	-0.158E-02	0.103E-02	-0.497E-03	0.984E-03	-0.394E-03
3324.8 Å	5000.	0.424E-02	-0.119E-02	0.106E-02	-0.566E-03	0.100E-02	-0.450E-03
C = 0.16E+18	10000.	0.488E-02	-0.513E-03	0.110E-02	-0.642E-03	0.103E-02	-0.511E-03
	20000.	0.543E-02	-0.301E-04	0.116E-02	-0.723E-03	0.106E-02	-0.578E-03
	30000.	0.567E-02	0.234E-03	0.120E-02	-0.775E-03	0.109E-02	-0.620E-03
	50000.	0.595E-02	0.375E-03	0.125E-02	-0.846E-03	0.112E-02	-0.676E-03
4P - 5D	2500.	0.190E-01	0.741E-02	0.411E-02	0.279E-02	*0.360E-02	*0.217E-02
2786.7 Å	5000.	0.244E-01	0.712E-02	0.445E-02	0.327E-02	0.385E-02	0.257E-02
C = 0.20E+17	10000.	0.285E-01	0.641E-02	0.487E-02	0.376E-02	0.413E-02	0.298E-02
	20000.	0.314E-01	0.543E-02	0.538E-02	0.429E-02	0.446E-02	0.341E-02
	30000.	0.322E-01	0.478E-02	0.574E-02	0.462E-02	0.468E-02	0.368E-02
	50000.	0.325E-01	0.373E-02	0.631E-02	0.507E-02	0.499E-02	0.404E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...21D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (A)	WIDTH (Å)	SHIFT (A)
4D - 4F	2500.	0.640	-0.214	0.132	-0.950E-01	0.113	-0.738E-01
16501.0 Å	5000.	0.727	-0.130	0.144	-0.111	0.122	-0.874E-01
C = 0.69E+18	10000.	0.765	-0.610E-01	0.159	-0.128	0.132	-0.101
	20000.	0.779	0.540E-02	0.177	-0.146	0.144	-0.116
	30000.	0.780	0.215E-01	0.190	-0.157	0.152	-0.125
	50000.	0.784	0.314E-01	0.209	-0.172	0.163	-0.137
4F - 5D	2500.	672.	271.	124.	86.6	*106.	*66.6
396196.5 Å	5000.	791.	206.	136.	103.	*115.	*80.3
C = 0.40E+21	10000.	902.	160.	150.	119.	125.	94.1
	20000.	963.	97.7	167.	137.	136.	108.
	30000.	987.	72.6	179.	147.	143.	117.
	50000.	997.	36.0	199.	162.	154.	129.
4F - 5G	2500.	18.1	-2.06				
39372.2 Å	5000.	17.9	-0.668	*4.59	-3.47		
C = 0.59E+18	10000.	17.1	0.424	*5.27	-4.17		
	20000.	16.0	0.779	*6.22	-4.88	*4.52	-3.84
	30000.	15.5	1.17	*6.95	-5.32	*4.84	-4.19
	50000.	14.9	1.07	*8.12	-5.94	*5.29	-4.65
PERTURBER DENSITY = 1.E+16 cm^{-3}							
4S - 4P	2500.	0.255E-02	0.198E-02	0.119E-02	0.536E-03	0.115E-02	0.422E-03
2139.2 Å	5000.	0.303E-02	0.233E-02	0.123E-02	0.615E-03	0.117E-02	0.488E-03
C = 0.41E+19	10000.	0.350E-02	0.277E-02	0.127E-02	0.700E-03	0.120E-02	0.557E-03
	20000.	0.390E-02	0.289E-02	0.132E-02	0.794E-03	0.123E-02	0.633E-03
	30000.	0.420E-02	0.294E-02	0.136E-02	0.852E-03	0.126E-02	0.681E-03
	50000.	0.467E-02	0.256E-02	0.141E-02	0.930E-03	0.129E-02	0.744E-03
4S - 5P	2500.	0.232E-01	-0.853E-02	*0.529E-02	-0.312E-02	*0.462E-02	-0.233E-02
1589.6 Å	5000.	0.260E-01	-0.499E-02	0.574E-02	-0.384E-02	*0.499E-02	-0.296E-02
C = 0.11E+18	10000.	0.280E-01	-0.247E-02	0.626E-02	-0.455E-02	*0.536E-02	-0.356E-02
	20000.	0.286E-01	-0.101E-03	0.688E-02	-0.528E-02	0.577E-02	-0.417E-02
	30000.	0.289E-01	0.968E-03	0.732E-02	-0.572E-02	0.604E-02	-0.454E-02
	50000.	0.295E-01	0.117E-02	0.798E-02	-0.631E-02	0.642E-02	-0.501E-02
4S - 6P	2500.	0.708E-01	-0.332E-01				
1457.6 Å	5000.	0.772E-01	-0.226E-01				
C = 0.57E+17	10000.	0.866E-01	-0.157E-01	*0.200E-01	-0.139E-01		
	20000.	0.908E-01	-0.921E-02	*0.222E-01	-0.167E-01		
	30000.	0.935E-01	-0.605E-02	*0.236E-01	-0.184E-01	*0.194E-01	-0.144E-01
	50000.	0.964E-01	-0.304E-02	*0.258E-01	-0.205E-01	*0.207E-01	-0.162E-01
4S - 7P	2500.	*0.178	-0.831E-01				
1404.1 Å	5000.	0.187	-0.692E-01				
C = 0.33E+17	10000.	0.209	-0.511E-01				
	20000.	0.220	-0.386E-01				
	30000.	0.223	-0.283E-01				
	50000.	0.225	-0.179E-01				
5S - 5P	2500.	1.90	-0.763	*0.425	-0.253	*0.369	-0.189
14042.5 Å	5000.	2.05	-0.496	0.462	-0.313	*0.399	-0.241
C = 0.89E+19	10000.	2.23	-0.381	0.504	-0.371	*0.430	-0.290
	20000.	2.34	-0.239	0.555	-0.431	0.464	-0.340
	30000.	2.44	-0.188	0.591	-0.467	0.487	-0.370
	50000.	2.59	-0.118	0.645	-0.515	0.518	-0.409
5S - 6P	2500.	2.06	-0.954				
7801.5 Å	5000.	2.23	-0.656				
C = 0.16E+19	10000.	2.50	-0.480	*0.576	-0.400		
	20000.	2.65	-0.312	*0.638	-0.482		
	30000.	2.74	-0.222	*0.680	-0.530	*0.557	-0.415
	50000.	2.86	-0.102	*0.742	-0.591	*0.596	-0.466
5S - 7P	2500.	*3.81	-1.77				
6481.0 Å	5000.	4.00	-1.46				
C = 0.71E+18	10000.	4.47	-1.11				
	20000.	4.72	-0.800				
	30000.	4.81	-0.571				
	50000.	4.87	-0.311				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...21D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (A)	WIDTH (Å)	SHIFT (A)
4P - 5S	2500.	0.264	0.166	0.576E-01	0.436E-01	0.487E-01	0.338E-01
11057.3 Å	5000.	0.301	0.194	0.633E-01	0.510E-01	0.531E-01	0.401E-01
C = 0.87E+20	10000.	0.344	0.230	0.698E-01	0.588E-01	0.581E-01	0.465E-01
	20000.	0.388	0.260	0.773E-01	0.671E-01	0.638E-01	0.533E-01
	30000.	0.420	0.260	0.821E-01	0.722E-01	0.675E-01	0.575E-01
	50000.	0.471	0.251	0.887E-01	0.792E-01	0.727E-01	0.631E-01
4P - 6S	2500.	0.245	0.162	*0.513E-01	*0.375E-01	*0.411E-01	*0.279E-01
5183.4 Å	5000.	0.290	0.197	0.576E-01	0.466E-01	*0.462E-01	*0.358E-01
C = 0.69E+19	10000.	0.334	0.235	0.646E-01	0.555E-01	*0.518E-01	*0.434E-01
	20000.	0.375	0.246	0.724E-01	0.646E-01	0.581E-01	0.509E-01
	30000.	0.410	0.244	0.775E-01	0.701E-01	0.621E-01	0.554E-01
	50000.	0.454	0.213	0.843E-01	0.773E-01	0.676E-01	0.614E-01
4P - 7S	2500.	0.483	0.301	*0.968E-01	*0.578E-01		
4299.5 Å	5000.	0.581	0.373	*0.109	*0.792E-01		
C = 0.22E+19	10000.	0.676	0.431	*0.123	*0.990E-01	*0.983E-01	*0.758E-01
	20000.	0.790	0.436	*0.138	*0.118	*0.110	*0.923E-01
	30000.	0.880	0.402	*0.147	*0.130	*0.118	*0.102
	50000.	1.01	0.347	*0.161	*0.144	*0.129	*0.114
4P - 8S	2500.	0.951	0.540				
3966.6 Å	5000.	1.15	0.687				
C = 0.11E+19	10000.	1.37	0.738				
	20000.	1.68	0.715				
	30000.	1.90	0.626	*0.274	*0.232		
	50000.	2.23	0.516	*0.298	*0.261		
4P - 9S	2500.	*1.73	*0.886				
3800.1 Å	5000.	*2.14	*1.08				
C = 0.59E+18	10000.	*2.64	*1.18				
	20000.	*3.38	*1.05				
	30000.	*3.88	*0.897				
	50000.	4.53	0.706				
5P - 7S	2500.	6.83	3.71				
14097.9 Å	5000.	8.01	4.63	*1.35	*0.944		
C = 0.90E+19	10000.	9.07	5.11	*1.52	*1.19		
	20000.	10.4	5.17	*1.70	*1.43	*1.36	*1.11
	30000.	11.3	4.68	*1.82	*1.57	*1.46	*1.23
	50000.	12.8	4.01	*1.99	*1.75	*1.58	*1.38
5P - 8S	2500.	8.38	4.42				
11054.9 Å	5000.	10.1	5.55				
C = 0.55E+19	10000.	11.8	6.19				
	20000.	14.3	5.84				
	30000.	16.0	5.20				
	50000.	18.5	4.19	*2.44	*2.12		
5P - 9S	2500.	*12.5	*6.00				
9852.0 Å	5000.	*15.3	*7.65				
C = 0.40E+19	10000.	*18.8	*7.95				
	20000.	*23.7	*7.25				
	30000.	*27.1	*6.24				
	50000.	31.5	4.75				
4P - 5S	2500.	0.272E-01	0.215E-01	0.684E-02	0.570E-02	0.558E-02	0.445E-02
4767.4 Å	5000.	0.321E-01	0.252E-01	0.762E-02	0.663E-02	0.620E-02	0.523E-02
C = 0.17E+20	10000.	0.371E-01	0.300E-01	0.850E-02	0.760E-02	0.689E-02	0.603E-02
	20000.	0.408E-01	0.339E-01	0.950E-02	0.864E-02	0.768E-02	0.688E-02
	30000.	0.425E-01	0.330E-01	0.101E-01	0.930E-02	0.819E-02	0.741E-02
	50000.	0.454E-01	0.324E-01	0.110E-01	0.102E-01	0.889E-02	0.813E-02
4P - 6S	2500.	0.582E-01	0.403E-01	0.125E-01	0.962E-02	*0.100E-01	*0.725E-02
3054.7 Å	5000.	0.676E-01	0.483E-01	0.141E-01	0.117E-01	0.113E-01	0.907E-02
C = 0.25E+19	10000.	0.752E-01	0.589E-01	0.158E-01	0.138E-01	0.126E-01	0.108E-01
	20000.	0.809E-01	0.571E-01	0.177E-01	0.160E-01	0.142E-01	0.126E-01
	30000.	0.857E-01	0.564E-01	0.189E-01	0.173E-01	0.152E-01	0.137E-01
	50000.	0.920E-01	0.488E-01	0.206E-01	0.190E-01	0.165E-01	0.151E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...21D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (A)	WIDTH (Å)	SHIFT (A)
4P - 4D	2500.	0.398E-01	-0.153E-01	0.102E-01	-0.457E-02	0.968E-02	-0.354E-02
3324.8 Å	5000.	0.424E-01	-0.116E-01	0.106E-01	-0.537E-02	0.998E-02	-0.422E-02
C = 0.16E+19	10000.	0.488E-01	-0.502E-02	0.110E-01	-0.621E-02	0.103E-01	-0.491E-02
	20000.	0.543E-01	-0.226E-03	0.116E-01	-0.709E-02	0.106E-01	-0.563E-02
	30000.	0.567E-01	0.235E-02	0.119E-01	-0.764E-02	0.108E-01	-0.608E-02
	50000.	0.595E-01	0.376E-02	0.125E-01	-0.838E-02	0.112E-01	-0.668E-02
4P - 5D	2500.	0.189	0.666E-01	*0.399E-01	*0.207E-01		
2786.7 Å	5000.	0.244	0.660E-01	*0.441E-01	*0.276E-01		
C = 0.20E+18	10000.	0.285	0.636E-01	*0.485E-01	*0.341E-01	*0.411E-01	*0.262E-01
	20000.	0.314	0.530E-01	*0.537E-01	*0.404E-01	*0.445E-01	*0.316E-01
	30000.	0.322	0.476E-01	*0.574E-01	*0.442E-01	*0.468E-01	*0.348E-01
	50000.	0.325	0.373E-01	*0.631E-01	*0.490E-01	*0.499E-01	*0.388E-01
4D - 4F	2500.	6.39	-1.88	*1.29	-0.710		
16501.0 Å	5000.	7.27	-1.13	*1.43	-0.943		
C = 0.69E+19	10000.	7.65	-0.503	*1.58	-1.16	*1.32	-0.894
	20000.	7.78	0.858E-01	*1.77	-1.38	*1.44	-1.08
	30000.	7.80	0.233	*1.89	-1.50	*1.52	-1.18
	50000.	7.84	0.321	2.09	-1.67	*1.63	-1.32
PERTURBER DENSITY = 1.E+17 cm^{-3}							
4S - 4P	2500.	0.255E-01	0.191E-01	0.117E-01	0.463E-02	*0.109E-01	*0.349E-02
2139.2 Å	5000.	0.303E-01	0.228E-01	0.122E-01	0.564E-02	0.115E-01	0.436E-02
C = 0.41E+20	10000.	0.350E-01	0.273E-01	0.127E-01	0.664E-02	0.119E-01	0.521E-02
	20000.	0.390E-01	0.287E-01	0.132E-01	0.767E-02	0.123E-01	0.607E-02
	30000.	0.420E-01	0.292E-01	0.136E-01	0.830E-02	0.125E-01	0.659E-02
	50000.	0.467E-01	0.256E-01	0.141E-01	0.914E-02	0.129E-01	0.727E-02
4S - 5P	2500.	0.229	-0.658E-01				
1589.6 Å	5000.	0.259	-0.361E-01				
C = 0.11E+19	10000.	0.278	-0.150E-01				
	20000.	0.285	0.584E-02	*0.685E-01	-0.465E-01		
	30000.	0.289	0.147E-01	*0.730E-01	-0.521E-01		
	50000.	0.294	0.135E-01	*0.797E-01	-0.591E-01	*0.641E-01	-0.462E-01
4S - 6P	2500.	*0.641	-0.196				
1457.6 Å	5000.	*0.732	-0.131				
C = 0.57E+18	10000.	*0.839	-0.893E-01				
	20000.	0.890	-0.442E-01				
	30000.	0.920	-0.256E-01				
	50000.	0.953	-0.121E-01				
4S - 7P	2500.						
1404.1 Å	5000.						
C = 0.33E+18	10000.	*1.87	-0.226				
	20000.	*2.05	-0.191				
	30000.	*2.11	-0.143				
	50000.	*2.16	-0.120				
4P - 5S	2500.	2.64	1.55	*0.567	*0.324	*0.468	*0.227
11057.3 Å	5000.	3.01	1.86	0.630	0.432	*0.525	*0.323
C = 0.87E+21	10000.	3.44	2.25	0.697	0.532	*0.579	*0.410
	20000.	3.88	2.57	0.772	0.631	0.637	0.494
	30000.	4.20	2.58	0.820	0.690	0.675	0.543
	50000.	4.71	2.50	0.886	0.766	0.726	0.606
4P - 6S	2500.	2.45	1.38				
5183.4 Å	5000.	2.90	1.80				
C = 0.69E+20	10000.	3.34	2.23				
	20000.	3.75	2.42	*0.724	*0.563		
	30000.	4.10	2.41	*0.775	*0.633		
	50000.	4.54	2.12	*0.843	*0.720	*0.676	*0.561
4P - 7S	2500.	*4.82	*2.26				
4299.5 Å	5000.	*5.81	*3.19				
C = 0.22E+20	10000.	*6.76	*3.93				
	20000.	7.90	4.13				
	30000.	8.80	3.91				
	50000.	10.1	3.41				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...21D

PERTURBERS ARE: TRANSITION	T(K)	ELECTRONS WIDTH (Å)	ELECTRONS SHIFT (Å)	PROTONS WIDTH (Å)	PROTONS SHIFT (A)	IONIZED HELIUM WIDTH (Å)	IONIZED HELIUM SHIFT (A)
4P - 8S	2500.						
3966.6 Å	5000.						
C = 0.11E+20	10000.	*13.7	*6.31				
	20000.	*16.8	*6.51				
	30000.	*19.0	*5.95				
	50000.	*22.2	*4.96				
4P - 5S	2500.	0.272	0.203	0.680E-01	0.452E-01	*0.551E-01	*0.327E-01
4767.4 Å	5000.	0.320	0.243	0.761E-01	0.579E-01	0.618E-01	0.439E-01
C = 0.17E+21	10000.	0.371	0.295	0.850E-01	0.701E-01	0.689E-01	0.543E-01
	20000.	0.408	0.336	0.950E-01	0.822E-01	0.768E-01	0.646E-01
	30000.	0.425	0.328	0.101	0.895E-01	0.819E-01	0.707E-01
	50000.	0.454	0.324	0.110	0.991E-01	0.888E-01	0.785E-01
4P - 6S	2500.	0.581	0.355				
3054.7 Å	5000.	0.676	0.449	*0.140	*0.831E-01		
C = 0.25E+20	10000.	0.752	0.565	*0.158	*0.114		
	20000.	0.809	0.562	*0.177	*0.143	*0.142	*0.109
	30000.	0.857	0.563	*0.189	*0.159	*0.152	*0.123
	50000.	0.920	0.488	*0.206	*0.179	*0.165	*0.141
4P - 4D	2500.	0.398	-0.141	*0.933E-01	-0.330E-01		
3324.8 Å	5000.	0.423	-0.107	*0.103	-0.447E-01		
C = 0.16E+20	10000.	0.488	-0.469E-01	*0.109	-0.557E-01	*0.101	-0.427E-01
	20000.	0.543	0.714E-04	0.115	-0.664E-01	*0.105	-0.518E-01
	30000.	0.567	0.240E-01	0.119	-0.727E-01	*0.108	-0.571E-01
	50000.	0.595	0.380E-01	0.125	-0.808E-01	*0.112	-0.639E-01
4P - 5D	2500.	*1.74	*0.414				
2786.7 Å	5000.	*2.33	*0.481				
C = 0.20E+19	10000.	*2.77	*0.509				
	20000.	3.08	0.458				
	30000.	3.18	0.467				
	50000.	3.22	0.373				
PERTURBER DENSITY = 1.E+18 cm^{-3}							
4S - 4P	2500.	0.254	0.168	*0.878E-01	*0.235E-01		
2139.2 Å	5000.	0.303	0.211	*0.112	*0.402E-01		
C = 0.41E+21	10000.	0.350	0.261	*0.123	*0.549E-01	*0.112	*0.406E-01
	20000.	0.390	0.278	*0.131	*0.686E-01	*0.121	*0.526E-01
	30000.	0.420	0.285	*0.135	*0.764E-01	*0.124	*0.592E-01
	50000.	0.467	0.251	0.141	0.863E-01	*0.128	*0.675E-01
4S - 5P	2500.	*1.41	-0.115				
1589.6 Å	5000.	*2.07	*0.260E-01				
C = 0.11E+20	10000.	*2.45	*0.124				
	20000.	*2.63	*0.252				
	30000.	2.71	0.305				
	50000.	2.80	0.267				
4P - 5S	2500.	2.71	1.65	*0.536	*0.991E-01		
4767.4 Å	5000.	3.20	2.17	*0.729	*0.315		
C = 0.17E+22	10000.	3.71	2.75	*0.843	*0.513		
	20000.	4.08	3.30	*0.948	*0.690	*0.765	*0.514
	30000.	4.25	3.23	*1.01	*0.787	*0.818	*0.599
	50000.	4.54	3.23	*1.10	*0.907	*0.888	*0.701
4P - 6S	2500.	*5.66	*1.98				
3054.7 Å	5000.	*6.73	*3.38				
C = 0.25E+21	10000.	*7.51	*4.86				
	20000.	8.09	5.02				
	30000.	8.57	5.18				
	50000.	9.19	4.68				
4P - 4D	2500.	3.67	-0.955				
3324.8 Å	5000.	4.15	-0.755				
C = 0.16E+21	10000.	4.84	-0.213				
	20000.	5.41	0.145				
	30000.	5.65	0.312				
	50000.	5.93	0.433				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...21D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (A)	WIDTH (Å)	SHIFT (A)
PERTURBER DENSITY = 1.E+19 cm^{-3}							
4S - 4P	2500.	2.41	0.943				
2139.2 Å	5000.	3.00	1.59				
C = 0.41E+22	10000.	3.49	2.25				
	20000.	3.89	2.52				
	30000.	4.20	2.64				
	50000.	4.67	2.34				

for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated when it is divided by the corresponding full width at half maximum. For each value given in Table 1, the collision volume (V) multiplied by the perturber density (N) is much less than one and the impact approximation is valid (Sahal−Bréchot, 1969ab). Values for NV $>$ 0.5 are not given and values for $0.1 <$ NV ≤ 0.5 are denoted by an asterisk. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. When the impact approximation is not valid, the ion broadening contribution may be estimated by using quasistatic approach (Sahal−Bréchot 1991 or Griem 1974). In the region between where neither of these two approximations is valid, a unified type theory should be used. For example in Barnard *et al.* (1974), a simple analytical formulas for such a case are given. The accuracy of the results obtained decreases when broadening by ion interactions becomes important. The discussion of obtained results, and the comparison with available experimental (Kusch and Obershelp 1967, Fishman *et al.* 1979, Rathore *et al.* 1985) and theoretical (Dimitrijević and Konjević 1983, Lakićević 1983) data, will be published in Dimitrijević and Sahal−Bréchot (1999).

Acknowledgements – This work is a part of the project "Astrometrical, Astrodynamical and Astrophysical investigations", supported by Ministry of Science and Technology of Serbia.

REFERENCES

Barnard, A.J., Cooper, J., Smith, E.W.: 1974, *J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer*, **14**, 1025.
Biémont, E., Godefroid, M.: 1980, *Astron. Astrophys.*, **84**, 361.
Dimitrijević, M.S., and Konjević, N.: 1983, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **30**, 45.
Dimitrijević, M.S., and Sahal−Bréchot, S.: 1984, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **31**, 301.
Dimitrijević, M.S. and Sahal-Bréchot, S.: 1999, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, submitted.
Fishman, I.S., Semin, P.S., Desyatnik, G.A.: 1979, *Opt. Spectrosc.*, **47**, 245.
Grechikhin, L.I.: 1969, *J. Appl. Spectrosc. (USSR)*, **11**, 870.
Grevesse, N.: 1984, *Physica Scripta*, **T8**, 49.
Griem, H.R.: 1974, Spectral Line Broadening by Plasmas, Academic Press, New York.
Kusch, H.J. and Obershelp, E.: 1967, *Z. Astrophys.*, **67**, 77.
Lakićević, I.S.: 1983, *Astron. Astrophys.*, **127**, 37.
Rao, P.M.R., Saraswathy, P., Krishnamarty, G., Raut, R.K., Auluck, S.K.H., Shyam, A., Kulkarni, I.V., Oza, D.H.: 1989, *Pramana*, **32**, 627.
Rathore, B.A., Purić, J., Ćuk, M.: 1985, *Sing. J. Phys.*, **2**, 105.
Sahal−Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.*, **1**, 91.
Sahal−Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.*, **2**, 322.
Sahal−Bréchot, S.: 1974, *Astron. Astrophys.*, **35**, 321.
Sahal−Bréchot, S.: 1991, *Astron. Astrophys.*, **245**, 322.
Salakhov, M.H.: 1975, Dep. VINITI, 2070-75.
Sneden, C., Gratton, R.G., Crocker, D.A.: 1991, it Astron. Astrophys., **246**, 354.
Sugar, J., Musgrove, A.: 1995, *J. Phys. Chem. Ref. Data*, **24**, 1803.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...21D

ТАБЕЛЕ ПАРАМЕТАРА ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА НЕУТРАЛНОГ ЦИНКА

М. С. Димитријевић[1] и S. Sahal–Bréchot[2]

[1] *Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд-74, Југославија*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris-Meudon, 92190 Meudon, France

УДК 52–355.3
Претходно саопштење

Користећи семикласичан прилаз, израчунате су ширине и помераји спектралних линија, проузроковани сударима са електронима, протонима и јонима хелијума за 32 мултиплета Zn I. Резултати су приказани у функцији температуре и густине пертурбера.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

Serb. Astron. J. № 160 (1999), 35 – 74

UDC 52–355.3
Preliminary report

STARK BROADENING PARAMETER TABLES FOR NEUTRAL CALCIUM SPECTRAL LINES. I

M. S. Dimitrijević[1] and S. Sahal–Bréchot[2]

[1] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade-74, Yugoslavia*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris–Meudon, 92190 Meudon, France

(Received: April 13, 1999)

SUMMARY: Using a semiclassical approach, we have calculated electron−, proton−, He II−, Mg II-, Si II- and Fe II-impact line widths and shifts for 189 Ca I multiplets as a function of temperature. Perturbers selected here, are the main perturbers in solar and stellar atmospheres.

1. INTRODUCTION

Stark broadening parameters of Ca I are important for stellar and solar plasma analysis modeling and diagnostics (see *e.g.* Holweger 1972), as well as for laboratory plasma diagnostics, modelling and investigation. In order to enlarge as much as possible the available set of reliable Stark broadening data needed for the astrophysical and laboratory plasmas research, as well as for plasmas in industry, we have calculated within the semiclassical-perturbation formalism (Sahal–Bréchot 1969ab, see also Sahal - Bréchot 1974, Dimitrijević and Sahal - Bréchot 1984) electron-, proton-, ionized helium-, ionized magnesium-, ionized silicon-, and ionized iron-impact line widths and shifts for 189 neutral calcium multiplets. Consequently, data for all principal perturbers in the solar plasma are provided.

2. RESULTS AND DISCUSSION

The used formalism has been reviewed briefly in Dimitrijević and Sahal - Bréchot (1984, 1995). All relevant details concerning the obtained results and the calculation procedure will be published in Dimitrijević and Sahal–Bréchot (1999). Here, we present only tables of Stark broadening parameters.

Atomic energy levels needed for calculations have been taken from Bashkin and Stoner (1975). Here we present results for 189 Ca I multiplets, for an electron density of $10^{11}\mathrm{cm}^{-3}$. Data for Stark broadening due to electron-, proton-, and ionized helium-impacts are shown in Table 1. In Table 2 are data for Stark broadening due to ionized magnesium-, ionized silicon-, and ionized iron-impacts. Data for perturber densities $10^{12} - 10^{19}$ cm^{-3}, for Stark broade-

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

Table 1. This table shows electron-, proton-, and He II-impact broadening parameters for Ca I for perturber density of $10^{11}\mathrm{cm}^{-3}$ and temperatures from 2,500 up to 50,000 K. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given in the table. By dividing C by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević and Sahal—Bréchot 1984), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used.

PERTURBER DENSITY = 1.E+11 cm^{-3}

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
4S - 4P	2500.	0.103E-06	0.585E-07	0.584E-07	0.163E-07	0.579E-07	0.131E-07
4227.9 Å	5000.	0.115E-06	0.667E-07	0.587E-07	0.183E-07	0.581E-07	0.147E-07
C = 0.17E+15	10000.	0.124E-06	0.797E-07	0.593E-07	0.206E-07	0.584E-07	0.166E-07
	20000.	0.143E-06	0.807E-07	0.600E-07	0.231E-07	0.588E-07	0.186E-07
	30000.	0.162E-06	0.724E-07	0.605E-07	0.247E-07	0.591E-07	0.199E-07
	50000.	0.193E-06	0.585E-07	0.613E-07	0.269E-07	0.595E-07	0.216E-07
4S - 5P	2500.	0.672E-06	0.503E-06	0.182E-06	0.142E-06	0.159E-06	0.114E-06
2722.5 Å	5000.	0.726E-06	0.473E-06	0.198E-06	0.160E-06	0.171E-06	0.128E-06
C = 0.42E+13	10000.	0.798E-06	0.372E-06	0.217E-06	0.179E-06	0.184E-06	0.144E-06
	20000.	0.864E-06	0.290E-06	0.239E-06	0.201E-06	0.200E-06	0.162E-06
	30000.	0.878E-06	0.246E-06	0.254E-06	0.215E-06	0.210E-06	0.173E-06
	50000.	0.887E-06	0.185E-06	0.276E-06	0.235E-06	0.224E-06	0.189E-06
4S - 6P	2500.	0.778E-06	0.393E-06	0.267E-06	0.107E-06	0.261E-06	0.861E-07
2399.3 Å	5000.	0.946E-06	0.464E-06	0.272E-06	0.120E-06	0.264E-06	0.966E-07
C = 0.57E+13	10000.	0.114E-05	0.509E-06	0.278E-06	0.135E-06	0.267E-06	0.108E-06
	20000.	0.135E-05	0.475E-06	0.286E-06	0.151E-06	0.272E-06	0.122E-06
	30000.	0.147E-05	0.441E-06	0.291E-06	0.162E-06	0.276E-06	0.130E-06
	50000.	0.160E-05	0.369E-06	0.300E-06	0.176E-06	0.281E-06	0.142E-06
4S - 7P	2500.	0.227E-05	0.685E-06	0.862E-06	0.178E-06	0.859E-06	0.143E-06
2201.4 Å	5000.	0.297E-05	0.854E-06	0.864E-06	0.200E-06	0.860E-06	0.160E-06
C = 0.21E+13	10000.	0.381E-05	0.933E-06	0.867E-06	0.224E-06	0.862E-06	0.180E-06
	20000.	0.471E-05	0.889E-06	0.872E-06	0.251E-06	0.864E-06	0.202E-06
	30000.	0.523E-05	0.776E-06	0.875E-06	0.269E-06	0.866E-06	0.216E-06
	50000.	0.579E-05	0.650E-06	0.880E-06	0.293E-06	0.869E-06	0.235E-06
4S - 8P	2500.	0.408E-05	0.278E-06	0.156E-05	-0.148E-06	0.156E-05	-0.119E-06
2151.5 Å	5000.	0.549E-05	0.690E-06	0.156E-05	-0.166E-06	0.156E-05	-0.134E-06
C = 0.13E+13	10000.	0.721E-05	0.873E-06	0.156E-05	-0.187E-06	0.156E-05	-0.150E-06
	20000.	0.910E-05	0.892E-06	0.156E-05	-0.210E-06	0.156E-05	-0.169E-06
	30000.	0.101E-04	0.800E-06	0.156E-05	-0.224E-06	0.156E-05	-0.180E-06
	50000.	0.112E-04	0.709E-06	0.156E-05	-0.244E-06	0.156E-05	-0.196E-06
4S - 9P	2500.	0.825E-05	-0.463E-05	0.287E-05	-0.123E-05	0.279E-05	-0.986E-06
2119.3 Å	5000.	0.982E-05	-0.503E-05	0.293E-05	-0.138E-05	0.283E-05	-0.111E-05
C = 0.11E+13	10000.	0.116E-04	-0.483E-05	0.300E-05	-0.155E-05	0.287E-05	-0.124E-05
	20000.	0.135E-04	-0.407E-05	0.310E-05	-0.174E-05	0.293E-05	-0.140E-05
	30000.	0.144E-04	-0.342E-05	0.317E-05	-0.186E-05	0.298E-05	-0.149E-05
	50000.	0.153E-04	-0.266E-05	0.328E-05	-0.202E-05	0.304E-05	-0.163E-05
4S - 10P	2500.	0.216E-04	0.151E-04	0.582E-05	0.397E-05	0.530E-05	0.319E-05
2098.1 Å	5000.	0.242E-04	0.159E-04	0.619E-05	0.446E-05	0.555E-05	0.358E-05
C = 0.66E+12	10000.	0.268E-04	0.151E-04	0.664E-05	0.501E-05	0.586E-05	0.403E-05
	20000.	0.298E-04	0.118E-04	0.716E-05	0.563E-05	0.624E-05	0.452E-05
	30000.	0.317E-04	0.965E-05	0.750E-05	0.602E-05	0.649E-05	0.484E-05
	50000.	0.331E-04	0.717E-05	0.799E-05	0.656E-05	0.685E-05	0.527E-05
5S - 5P	2500.	0.736E-04	0.378E-04	0.187E-04	0.136E-04	0.167E-04	0.109E-04
29288.1 Å	5000.	0.921E-04	0.231E-04	0.201E-04	0.152E-04	0.177E-04	0.122E-04
C = 0.49E+15	10000.	0.114E-03	0.102E-04	0.218E-04	0.171E-04	0.188E-04	0.137E-04
	20000.	0.127E-03	0.190E-05	0.238E-04	0.192E-04	0.202E-04	0.154E-04
	30000.	0.134E-03	-0.306E-05	0.252E-04	0.205E-04	0.211E-04	0.165E-04
	50000.	0.140E-03	-0.470E-05	0.273E-04	0.223E-04	0.224E-04	0.180E-04
5S - 6P	2500.	0.183E-04	0.851E-05	0.649E-05	0.216E-05	0.641E-05	0.174E-05
11959.2 Å	5000.	0.224E-04	0.907E-05	0.656E-05	0.243E-05	0.644E-05	0.195E-05
C = 0.14E+15	10000.	0.283E-04	0.910E-05	0.665E-05	0.273E-05	0.650E-05	0.219E-05
	20000.	0.354E-04	0.707E-05	0.678E-05	0.306E-05	0.657E-05	0.246E-05
	30000.	0.399E-04	0.625E-05	0.687E-05	0.328E-05	0.662E-05	0.263E-05
	50000.	0.449E-04	0.565E-05	0.700E-05	0.357E-05	0.670E-05	0.287E-05

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
5S - 7P	2500.	0.320E-04	0.937E-05	0.121E-04	0.234E-05	0.121E-04	0.188E-05
8258.9 Å	5000.	0.419E-04	0.117E-04	0.121E-04	0.263E-05	0.121E-04	0.211E-05
C = 0.30E+14	10000.	0.541E-04	0.115E-04	0.122E-04	0.295E-05	0.121E-04	0.237E-05
	20000.	0.677E-04	0.106E-04	0.122E-04	0.331E-05	0.121E-04	0.266E-05
	30000.	0.756E-04	0.947E-05	0.123E-04	0.354E-05	0.122E-04	0.285E-05
	50000.	0.840E-04	0.807E-05	0.123E-04	0.386E-05	0.122E-04	0.310E-05
5S - 8P	2500.	0.510E-04	0.309E-05	0.194E-04	-0.199E-05	0.194E-04	-0.160E-05
7597.3 Å	5000.	0.688E-04	0.777E-05	0.194E-04	-0.223E-05	0.194E-04	-0.180E-05
C = 0.16E+14	10000.	0.906E-04	0.107E-04	0.194E-04	-0.251E-05	0.194E-04	-0.202E-05
	20000.	0.115E-03	0.103E-04	0.195E-04	-0.282E-05	0.194E-04	-0.226E-05
	30000.	0.128E-03	0.930E-05	0.195E-04	-0.301E-05	0.194E-04	-0.242E-05
	50000.	0.142E-03	0.928E-05	0.195E-04	-0.328E-05	0.194E-04	-0.264E-05
5S - 9P	2500.	0.960E-04	-0.537E-04	0.332E-04	-0.142E-04	0.323E-04	-0.114E-04
7211.3 Å	5000.	0.114E-03	-0.584E-04	0.339E-04	-0.160E-04	0.327E-04	-0.129E-04
C = 0.12E+14	10000.	0.135E-03	-0.566E-04	0.348E-04	-0.180E-04	0.333E-04	-0.144E-04
	20000.	0.158E-03	-0.472E-04	0.360E-04	-0.202E-04	0.340E-04	-0.162E-04
	30000.	0.169E-03	-0.382E-04	0.368E-04	-0.216E-04	0.345E-04	-0.173E-04
	50000.	0.179E-03	-0.305E-04	0.380E-04	-0.235E-04	0.353E-04	-0.189E-04
5S - 10P	2500.	0.238E-03	0.167E-03	0.643E-04	0.438E-04	0.584E-04	0.352E-04
6971.1 Å	5000.	0.268E-03	0.182E-03	0.684E-04	0.492E-04	0.613E-04	0.395E-04
C = 0.73E+13	10000.	0.297E-03	0.163E-03	0.732E-04	0.553E-04	0.647E-04	0.445E-04
	20000.	0.331E-03	0.113E-03	0.790E-04	0.621E-04	0.689E-04	0.499E-04
	30000.	0.351E-03	0.921E-04	0.828E-04	0.664E-04	0.717E-04	0.534E-04
	50000.	0.368E-03	0.547E-04	0.882E-04	0.723E-04	0.756E-04	0.582E-04
6S - 6P	2500.	0.213E-02	-0.119E-02	0.533E-03	-0.315E-03	0.500E-03	-0.253E-03
101156.2 Å	5000.	0.261E-02	-0.122E-02	0.558E-03	-0.353E-03	0.516E-03	-0.284E-03
C = 0.10E+17	10000.	0.329E-02	-0.114E-02	0.588E-03	-0.397E-03	0.536E-03	-0.319E-03
	20000.	0.415E-02	-0.851E-03	0.624E-03	-0.445E-03	0.561E-03	-0.358E-03
	30000.	0.466E-02	-0.762E-03	0.649E-03	-0.476E-03	0.578E-03	-0.383E-03
	50000.	0.516E-02	-0.625E-03	0.683E-03	-0.519E-03	0.603E-03	-0.417E-03
6S - 7P	2500.	0.203E-03	0.108E-04	0.788E-04	-0.419E-05	0.788E-04	-0.337E-05
21119.7 Å	5000.	0.281E-03	0.172E-04	0.788E-04	-0.470E-05	0.788E-04	-0.378E-05
C = 0.19E+15	10000.	0.384E-03	0.153E-04	0.788E-04	-0.528E-05	0.788E-04	-0.424E-05
	20000.	0.500E-03	0.175E-04	0.788E-04	-0.592E-05	0.788E-04	-0.476E-05
	30000.	0.563E-03	0.155E-04	0.788E-04	-0.634E-05	0.788E-04	-0.509E-05
	50000.	0.627E-03	0.147E-04	0.788E-04	-0.707E-05	0.788E-04	-0.555E-05
6S - 8P	2500.	0.266E-03	-0.544E-05	0.101E-03	-0.171E-04	0.101E-03	-0.137E-04
17273.0 Å	5000.	0.365E-03	0.995E-05	0.101E-03	-0.191E-04	0.101E-03	-0.154E-04
C = 0.83E+14	10000.	0.491E-03	0.154E-04	0.101E-03	-0.215E-04	0.101E-03	-0.173E-04
	20000.	0.633E-03	0.223E-04	0.101E-03	-0.241E-04	0.101E-03	-0.194E-04
	30000.	0.710E-03	0.202E-04	0.102E-03	-0.258E-04	0.101E-03	-0.207E-04
	50000.	0.787E-03	0.230E-04	0.102E-03	-0.281E-04	0.101E-03	-0.226E-04
6S - 9P	2500.	0.456E-03	-0.252E-03	0.152E-03	-0.671E-04	0.148E-03	-0.539E-04
15399.0 Å	5000.	0.550E-03	-0.276E-03	0.156E-03	-0.754E-04	0.150E-03	-0.606E-04
C = 0.56E+14	10000.	0.655E-03	-0.271E-03	0.160E-03	-0.847E-04	0.153E-03	-0.681E-04
	20000.	0.763E-03	-0.226E-03	0.166E-03	-0.950E-04	0.156E-03	-0.764E-04
	30000.	0.817E-03	-0.191E-03	0.170E-03	-0.102E-03	0.159E-03	-0.817E-04
	50000.	0.865E-03	-0.146E-03	0.176E-03	-0.111E-03	0.162E-03	-0.890E-04
6S - 10P	2500.	0.101E-02	0.700E-03	0.271E-03	0.184E-03	0.247E-03	0.148E-03
14343.8 Å	5000.	0.114E-02	0.739E-03	0.288E-03	0.207E-03	0.259E-03	0.166E-03
C = 0.31E+14	10000.	0.127E-02	0.658E-03	0.309E-03	0.233E-03	0.273E-03	0.187E-03
	20000.	0.142E-02	0.431E-03	0.333E-03	0.261E-03	0.291E-03	0.210E-03
	30000.	0.152E-02	0.336E-03	0.349E-03	0.280E-03	0.302E-03	0.225E-03
	50000.	0.159E-02	0.212E-03	0.372E-03	0.305E-03	0.319E-03	0.245E-03
7S - 7P	2500.	0.343E-02	-0.464E-03	0.134E-02	-0.187E-03	0.134E-02	-0.150E-03
87045.8 Å	5000.	0.477E-02	-0.529E-03	0.134E-02	-0.210E-03	0.134E-02	-0.169E-03
C = 0.33E+16	10000.	0.661E-02	-0.571E-03	0.134E-02	-0.235E-03	0.134E-02	-0.189E-03
	20000.	0.868E-02	-0.542E-03	0.135E-02	-0.264E-03	0.134E-02	-0.212E-03
	30000.	0.984E-02	-0.493E-03	0.135E-02	-0.283E-03	0.134E-02	-0.227E-03
	50000.	0.111E-01	-0.423E-03	0.135E-02	-0.308E-03	0.134E-02	-0.248E-03

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
7S - 8P	2500.	0.182E-02	-0.157E-03	0.697E-03	-0.134E-03	0.695E-03	-0.108E-03
45387.1 Å	5000.	0.250E-02	-0.122E-03	0.698E-03	-0.151E-03	0.696E-03	-0.121E-03
C = 0.58E+15	10000.	0.339E-02	-0.122E-03	0.700E-03	-0.169E-03	0.697E-03	-0.136E-03
	20000.	0.441E-02	-0.660E-04	0.703E-03	-0.190E-03	0.698E-03	-0.153E-03
	30000.	0.497E-02	-0.645E-04	0.706E-03	-0.203E-03	0.700E-03	-0.163E-03
	50000.	0.553E-02	-0.361E-04	0.709E-03	-0.221E-03	0.702E-03	-0.178E-03
7S - 9P	2500.	0.229E-02	-0.127E-02	0.761E-03	-0.339E-03	0.738E-03	-0.273E-03
34389.9 Å	5000.	0.277E-02	-0.140E-02	0.779E-03	-0.381E-03	0.749E-03	-0.306E-03
C = 0.28E+15	10000.	0.330E-02	-0.141E-02	0.801E-03	-0.428E-03	0.763E-03	-0.344E-03
	20000.	0.386E-02	-0.124E-02	0.830E-03	-0.480E-03	0.781E-03	-0.386E-03
	30000.	0.414E-02	-0.105E-02	0.851E-03	-0.514E-03	0.794E-03	-0.413E-03
	50000.	0.439E-02	-0.864E-03	0.880E-03	-0.559E-03	0.813E-03	-0.450E-03
7S - 10P	2500.	0.428E-02	0.296E-02	0.115E-02	0.780E-03	0.105E-02	0.626E-03
29537.2 Å	5000.	0.482E-02	0.321E-02	0.122E-02	0.877E-03	0.110E-02	0.704E-03
C = 0.13E+15	10000.	0.538E-02	0.294E-02	0.131E-02	0.985E-03	0.116E-02	0.792E-03
	20000.	0.605E-02	0.191E-02	0.141E-02	0.111E-02	0.123E-02	0.889E-03
	30000.	0.646E-02	0.153E-02	0.148E-02	0.118E-02	0.128E-02	0.951E-03
	50000.	0.679E-02	0.911E-03	0.157E-02	0.129E-02	0.135E-02	0.104E-02
8S - 8P	2500.	0.328E-01	0.434E-02	0.958E-02	0.466E-03	0.958E-02	0.375E-03
168745.0 Å	5000.	0.460E-01	0.557E-02	0.958E-02	0.524E-03	0.958E-02	0.421E-03
C = 0.80E+16	10000.	0.633E-01	0.502E-02	0.958E-02	0.588E-03	0.958E-02	0.472E-03
	20000.	0.835E-01	0.430E-02	0.958E-02	0.634E-03	0.958E-02	0.531E-03
	30000.	0.948E-01	0.478E-02	0.958E-02	0.628E-03	0.958E-02	0.569E-03
	50000.	0.106	0.332E-02	0.958E-02	0.563E-03	0.958E-02	0.617E-03
8S - 9P	2500.	0.123E-01	-0.585E-02	0.377E-02	-0.156E-02	0.368E-02	-0.126E-02
77090.9 Å	5000.	0.155E-01	-0.637E-02	0.384E-02	-0.176E-02	0.372E-02	-0.141E-02
C = 0.14E+16	10000.	0.195E-01	-0.626E-02	0.394E-02	-0.197E-02	0.378E-02	-0.158E-02
	20000.	0.238E-01	-0.531E-02	0.406E-02	-0.221E-02	0.385E-02	-0.178E-02
	30000.	0.260E-01	-0.461E-02	0.415E-02	-0.237E-02	0.391E-02	-0.190E-02
	50000.	0.281E-01	-0.349E-02	0.427E-02	-0.258E-02	0.399E-02	-0.207E-02
8S - 10P	2500.	0.165E-01	0.109E-01	0.421E-02	0.288E-02	0.383E-02	0.231E-02
56341.2 Å	5000.	0.190E-01	0.114E-01	0.448E-02	0.324E-02	0.401E-02	0.260E-02
C = 0.48E+15	10000.	0.216E-01	0.965E-02	0.480E-02	0.364E-02	0.424E-02	0.292E-02
	20000.	0.246E-01	0.651E-02	0.518E-02	0.408E-02	0.452E-02	0.328E-02
	30000.	0.265E-01	0.434E-02	0.544E-02	0.437E-02	0.470E-02	0.351E-02
	50000.	0.281E-01	0.336E-02	0.579E-02	0.476E-02	0.496E-02	0.382E-02
9S - 9P	2500.	0.213	-0.103	0.545E-01	-0.276E-01	0.522E-01	-0.222E-01
286278.7 Å	5000.	0.271	-0.116	0.563E-01	-0.310E-01	0.533E-01	-0.249E-01
C = 0.19E+17	10000.	0.341	-0.116	0.584E-01	-0.348E-01	0.547E-01	-0.280E-01
	20000.	0.415	-0.976E-01	0.612E-01	-0.391E-01	0.565E-01	-0.314E-01
	30000.	0.455	-0.831E-01	0.631E-01	-0.418E-01	0.577E-01	-0.336E-01
	50000.	0.495	-0.610E-01	0.658E-01	-0.455E-01	0.596E-01	-0.366E-01
9S - 10P	2500.	0.763E-01	0.460E-01	0.190E-01	0.126E-01	0.173E-01	0.101E-01
120913.1 Å	5000.	0.897E-01	0.435E-01	0.201E-01	0.142E-01	0.181E-01	0.114E-01
C = 0.22E+16	10000.	0.106	0.347E-01	0.215E-01	0.160E-01	0.191E-01	0.128E-01
	20000.	0.126	0.218E-01	0.231E-01	0.179E-01	0.202E-01	0.144E-01
	30000.	0.137	0.169E-01	0.242E-01	0.192E-01	0.210E-01	0.154E-01
	50000.	0.147	0.122E-01	0.257E-01	0.209E-01	0.221E-01	0.168E-01
10S - 10P	2500.	1.04	0.566	0.242	0.149	0.225	0.120
445176.5 Å	5000.	1.31	0.560	0.254	0.168	0.233	0.135
C = 0.30E+17	10000.	1.64	0.436	0.269	0.188	0.243	0.151
	20000.	2.04	0.298	0.287	0.211	0.256	0.170
	30000.	2.24	0.200	0.299	0.226	0.264	0.182
	50000.	2.42	0.155	0.316	0.246	0.276	0.198
4P - 5S	2500.	0.363E-05	0.223E-05	0.828E-06	0.648E-06	0.723E-06	0.521E-06
12678.8 Å	5000.	0.407E-05	0.278E-05	0.898E-06	0.728E-06	0.774E-06	0.585E-06
C = 0.83E+15	10000.	0.441E-05	0.325E-05	0.979E-06	0.817E-06	0.835E-06	0.657E-06
	20000.	0.496E-05	0.322E-05	0.107E-05	0.917E-06	0.906E-06	0.737E-06
	30000.	0.535E-05	0.290E-05	0.113E-05	0.981E-06	0.953E-06	0.789E-06
	50000.	0.618E-05	0.241E-05	0.122E-05	0.107E-05	0.102E-05	0.859E-06

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
4P - 6S	2500.	0.668E-05	0.507E-05	0.145E-05	0.137E-05	0.117E-05	0.110E-05
5869.2 Å	5000.	0.756E-05	0.592E-05	0.163E-05	0.153E-05	0.131E-05	0.123E-05
C = 0.34E+14	10000.	0.790E-05	0.600E-05	0.183E-05	0.172E-05	0.147E-05	0.138E-05
	20000.	0.821E-05	0.554E-05	0.205E-05	0.193E-05	0.165E-05	0.155E-05
	30000.	0.848E-05	0.479E-05	0.219E-05	0.207E-05	0.176E-05	0.166E-05
	50000.	0.908E-05	0.401E-05	0.239E-05	0.225E-05	0.192E-05	0.181E-05
4P - 7S	2500.	0.548E-05	0.417E-05	0.122E-05	0.115E-05	0.984E-06	0.928E-06
4848.7 Å	5000.	0.652E-05	0.492E-05	0.137E-05	0.129E-05	0.110E-05	0.104E-05
C = 0.27E+14	10000.	0.716E-05	0.555E-05	0.154E-05	0.145E-05	0.124E-05	0.117E-05
	20000.	0.746E-05	0.548E-05	0.173E-05	0.163E-05	0.139E-05	0.131E-05
	30000.	0.766E-05	0.516E-05	0.185E-05	0.175E-05	0.149E-05	0.140E-05
	50000.	0.787E-05	0.446E-05	0.201E-05	0.190E-05	0.162E-05	0.153E-05
4P - 8S	2500.	0.789E-05	-0.122E-05	0.848E-06	-0.799E-06	0.682E-06	-0.643E-06
4497.4 Å	5000.	0.115E-04	-0.117E-06	0.952E-06	-0.897E-06	0.766E-06	-0.721E-06
C = 0.93E+13	10000.	0.158E-04	0.810E-06	0.107E-05	-0.101E-05	0.859E-06	-0.810E-06
	20000.	0.210E-04	0.129E-05	0.120E-05	-0.113E-05	0.964E-06	-0.909E-06
	30000.	0.240E-04	0.129E-05	0.129E-05	-0.121E-05	0.103E-05	-0.972E-06
	50000.	0.274E-04	0.146E-05	0.141E-05	-0.132E-05	0.112E-05	-0.106E-05
4P - 9S	2500.	0.181E-04	0.100E-04	0.277E-05	0.262E-05	0.223E-05	0.210E-05
4313.6 Å	5000.	0.230E-04	0.106E-04	0.311E-05	0.294E-05	0.250E-05	0.236E-05
C = 0.65E+13	10000.	0.298E-04	0.990E-05	0.349E-05	0.330E-05	0.281E-05	0.265E-05
	20000.	0.383E-04	0.806E-05	0.392E-05	0.370E-05	0.315E-05	0.298E-05
	30000.	0.436E-04	0.679E-05	0.420E-05	0.396E-05	0.337E-05	0.319E-05
	50000.	0.491E-04	0.521E-05	0.457E-05	0.431E-05	0.367E-05	0.347E-05
4P - 10S	2500.	0.369E-04	0.233E-04	0.651E-05	0.614E-05	0.523E-05	0.493E-05
4204.3 Å	5000.	0.444E-04	0.238E-04	0.730E-05	0.690E-05	0.587E-05	0.555E-05
C = 0.40E+13	10000.	0.557E-04	0.213E-04	0.820E-05	0.774E-05	0.659E-05	0.623E-05
	20000.	0.703E-04	0.160E-04	0.920E-05	0.869E-05	0.740E-05	0.699E-05
	30000.	0.790E-04	0.131E-04	0.985E-05	0.930E-05	0.791E-05	0.748E-05
	50000.	0.873E-04	0.946E-05	0.107E-04	0.101E-04	0.862E-05	0.814E-05
5P - 6S	2500.	0.133E-03	0.719E-04	0.223E-04	0.193E-04	0.186E-04	0.155E-04
25260.1 Å	5000.	0.166E-03	0.843E-04	0.246E-04	0.217E-04	0.204E-04	0.174E-04
C = 0.36E+15	10000.	0.191E-03	0.903E-04	0.273E-04	0.244E-04	0.225E-04	0.196E-04
	20000.	0.211E-03	0.843E-04	0.304E-04	0.273E-04	0.248E-04	0.220E-04
	30000.	0.220E-03	0.738E-04	0.325E-04	0.292E-04	0.264E-04	0.235E-04
	50000.	0.233E-03	0.628E-04	0.354E-04	0.318E-04	0.285E-04	0.256E-04
5P - 7S	2500.	0.439E-04	0.257E-04	0.795E-05	0.716E-05	0.655E-05	0.576E-05
13254.0 Å	5000.	0.559E-04	0.310E-04	0.885E-05	0.804E-05	0.725E-05	0.647E-05
C = 0.10E+15	10000.	0.651E-04	0.361E-04	0.987E-05	0.903E-05	0.805E-05	0.726E-05
	20000.	0.711E-04	0.361E-04	0.110E-04	0.101E-04	0.895E-05	0.815E-05
	30000.	0.739E-04	0.355E-04	0.118E-04	0.108E-04	0.953E-05	0.872E-05
	50000.	0.769E-04	0.308E-04	0.129E-04	0.118E-04	0.103E-04	0.949E-05
5P - 8S	2500.	0.516E-04	-0.122E-04	0.627E-05	-0.572E-05	0.513E-05	-0.460E-05
10922.3 Å	5000.	0.743E-04	-0.454E-05	0.699E-05	-0.642E-05	0.570E-05	-0.516E-05
C = 0.55E+14	10000.	0.103E-03	0.834E-06	0.781E-05	-0.720E-05	0.634E-05	-0.579E-05
	20000.	0.135E-03	0.502E-05	0.876E-05	-0.808E-05	0.707E-05	-0.650E-05
	30000.	0.153E-03	0.629E-05	0.939E-05	-0.865E-05	0.754E-05	-0.695E-05
	50000.	0.174E-03	0.688E-05	0.103E-04	-0.942E-05	0.819E-05	-0.757E-05
5P - 9S	2500.	0.973E-04	0.505E-04	0.142E-04	0.133E-04	0.114E-04	0.107E-04
9897.6 Å	5000.	0.125E-03	0.531E-04	0.159E-04	0.150E-04	0.128E-04	0.120E-04
C = 0.34E+14	10000.	0.163E-03	0.489E-04	0.178E-04	0.168E-04	0.143E-04	0.135E-04
	20000.	0.211E-03	0.386E-04	0.200E-04	0.188E-04	0.161E-04	0.151E-04
	30000.	0.239E-03	0.319E-04	0.214E-04	0.202E-04	0.172E-04	0.162E-04
	50000.	0.268E-03	0.251E-04	0.234E-04	0.220E-04	0.187E-04	0.176E-04
5P - 10S	2500.	0.184E-03	0.114E-03	0.319E-04	0.300E-04	0.256E-04	0.241E-04
9340.7 Å	5000.	0.223E-03	0.115E-03	0.358E-04	0.338E-04	0.288E-04	0.271E-04
C = 0.20E+14	10000.	0.279E-03	0.101E-03	0.401E-04	0.379E-04	0.323E-04	0.305E-04
	20000.	0.355E-03	0.708E-04	0.451E-04	0.425E-04	0.362E-04	0.342E-04
	30000.	0.399E-03	0.556E-04	0.483E-04	0.455E-04	0.387E-04	0.366E-04
	50000.	0.440E-03	0.406E-04	0.526E-04	0.496E-04	0.422E-04	0.398E-04

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
6P - 7S	2500.	0.378E-03	0.225E-03	0.877E-04	0.611E-04	0.794E-04	0.491E-04
38498.1 Å	5000.	0.469E-03	0.263E-03	0.935E-04	0.685E-04	0.834E-04	0.551E-04
C = 0.15E+16	10000.	0.571E-03	0.284E-03	0.100E-03	0.769E-04	0.883E-04	0.619E-04
	20000.	0.688E-03	0.276E-03	0.109E-03	0.864E-04	0.942E-04	0.694E-04
	30000.	0.758E-03	0.246E-03	0.114E-03	0.924E-04	0.982E-04	0.743E-04
	50000.	0.846E-03	0.207E-03	0.121E-03	0.101E-03	0.104E-03	0.809E-04
6P - 8S	2500.	0.241E-03	-0.574E-04	0.362E-04	-0.268E-04	0.322E-04	-0.216E-04
23763.2 Å	5000.	0.347E-03	-0.294E-04	0.390E-04	-0.301E-04	0.342E-04	-0.242E-04
C = 0.26E+15	10000.	0.498E-03	-0.144E-04	0.422E-04	-0.338E-04	0.365E-04	-0.272E-04
	20000.	0.679E-03	-0.118E-05	0.460E-04	-0.380E-04	0.393E-04	-0.305E-04
	30000.	0.787E-03	0.583E-05	0.485E-04	-0.406E-04	0.412E-04	-0.327E-04
	50000.	0.901E-03	0.145E-04	0.520E-04	-0.442E-04	0.438E-04	-0.356E-04
6P - 9S	2500.	0.374E-03	0.202E-03	0.562E-04	0.512E-04	0.460E-04	0.412E-04
19394.7 Å	5000.	0.478E-03	0.202E-03	0.626E-04	0.575E-04	0.511E-04	0.462E-04
C = 0.13E+15	10000.	0.633E-03	0.180E-03	0.699E-04	0.646E-04	0.569E-04	0.519E-04
	20000.	0.839E-03	0.132E-03	0.781E-04	0.725E-04	0.634E-04	0.583E-04
	30000.	0.961E-03	0.110E-03	0.834E-04	0.775E-04	0.676E-04	0.623E-04
	50000.	0.108E-02	0.835E-04	0.907E-04	0.844E-04	0.733E-04	0.679E-04
6P - 10S	2500.	0.637E-03	0.393E-03	0.111E-03	0.104E-03	0.893E-04	0.835E-04
17365.8 Å	5000.	0.770E-03	0.394E-03	0.124E-03	0.117E-03	0.100E-03	0.938E-04
C = 0.68E+14	10000.	0.970E-03	0.342E-03	0.139E-03	0.131E-03	0.112E-03	0.105E-03
	20000.	0.125E-02	0.234E-03	0.156E-03	0.147E-03	0.126E-03	0.118E-03
	30000.	0.141E-02	0.184E-03	0.167E-03	0.157E-03	0.134E-03	0.127E-03
	50000.	0.156E-02	0.123E-03	0.182E-03	0.171E-03	0.146E-03	0.138E-03
7P - 8S	2500.	0.348E-01	-0.102E-01	0.852E-02	-0.283E-02	0.841E-02	-0.228E-02
216525.2 Å	5000.	0.483E-01	-0.977E-02	0.861E-02	-0.318E-02	0.846E-02	-0.256E-02
C = 0.20E+17	10000.	0.677E-01	-0.750E-02	0.873E-02	-0.357E-02	0.853E-02	-0.287E-02
	20000.	0.907E-01	-0.577E-02	0.889E-02	-0.401E-02	0.862E-02	-0.322E-02
	30000.	0.104	-0.497E-02	0.901E-02	-0.429E-02	0.869E-02	-0.345E-02
	50000.	0.117	-0.339E-02	0.918E-02	-0.467E-02	0.879E-02	-0.375E-02
7P - 9S	2500.	0.577E-02	0.242E-02	0.106E-02	0.644E-03	0.994E-03	0.518E-03
70937.1 Å	5000.	0.790E-02	0.248E-02	0.112E-02	0.723E-03	0.103E-02	0.581E-03
C = 0.18E+16	10000.	0.109E-01	0.193E-02	0.118E-02	0.812E-03	0.107E-02	0.652E-03
	20000.	0.147E-01	0.137E-02	0.126E-02	0.911E-03	0.112E-02	0.732E-03
	30000.	0.168E-01	0.103E-02	0.131E-02	0.975E-03	0.116E-02	0.784E-03
	50000.	0.189E-01	0.687E-03	0.138E-02	0.106E-02	0.121E-02	0.853E-03
7P - 10S	2500.	0.561E-02	0.322E-02	0.969E-03	0.838E-03	0.813E-03	0.674E-03
49699.1 Å	5000.	0.706E-02	0.314E-02	0.107E-02	0.942E-03	0.891E-03	0.757E-03
C = 0.55E+15	10000.	0.912E-02	0.225E-02	0.118E-02	0.106E-02	0.980E-03	0.850E-03
	20000.	0.120E-01	0.152E-02	0.131E-02	0.119E-02	0.108E-02	0.954E-03
	30000.	0.135E-01	0.109E-02	0.140E-02	0.127E-02	0.115E-02	0.102E-02
	50000.	0.150E-01	0.700E-03	0.152E-02	0.138E-02	0.124E-02	0.111E-02
8P - 9S	2500.	0.119	0.417E-01	0.282E-01	0.119E-01	0.275E-01	0.960E-02
281491.9 Å	5000.	0.165	0.349E-01	0.288E-01	0.134E-01	0.279E-01	0.108E-01
C = 0.22E+17	10000.	0.232	0.260E-01	0.296E-01	0.151E-01	0.283E-01	0.121E-01
	20000.	0.309	0.160E-01	0.305E-01	0.169E-01	0.289E-01	0.136E-01
	30000.	0.351	0.107E-01	0.312E-01	0.181E-01	0.293E-01	0.145E-01
	50000.	0.395	0.704E-02	0.322E-01	0.197E-01	0.299E-01	0.158E-01
8P - 10S	2500.	0.282E-01	0.144E-01	0.526E-02	0.386E-02	0.469E-02	0.310E-02
104421.2 Å	5000.	0.367E-01	0.139E-01	0.565E-02	0.434E-02	0.497E-02	0.348E-02
C = 0.24E+16	10000.	0.483E-01	0.929E-02	0.611E-02	0.487E-02	0.530E-02	0.391E-02
	20000.	0.636E-01	0.618E-02	0.665E-02	0.546E-02	0.570E-02	0.439E-02
	30000.	0.716E-01	0.419E-02	0.700E-02	0.584E-02	0.596E-02	0.470E-02
	50000.	0.793E-01	0.260E-02	0.749E-02	0.636E-02	0.633E-02	0.512E-02
9P - 10S	2500.	0.565	0.291	0.118	0.771E-01	0.109	0.619E-01
395100.8 Å	5000.	0.717	0.322	0.125	0.867E-01	0.113	0.696E-01
C = 0.35E+17	10000.	0.896	0.308	0.133	0.973E-01	0.119	0.782E-01
	20000.	1.09	0.243	0.143	0.109	0.126	0.878E-01
	30000.	1.20	0.203	0.150	0.117	0.131	0.940E-01
	50000.	1.30	0.136	0.159	0.127	0.137	0.102

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
4P - 4D	2500.	0.394E-05	-0.183E-05	0.881E-06	-0.658E-06	0.780E-06	-0.529E-06
7328.2 Å	5000.	0.428E-05	-0.118E-05	0.951E-06	-0.739E-06	0.828E-06	-0.594E-06
C = 0.30E+14	10000.	0.466E-05	-0.631E-06	0.103E-05	-0.829E-06	0.887E-06	-0.667E-06
	20000.	0.475E-05	-0.279E-06	0.114E-05	-0.931E-06	0.956E-06	-0.748E-06
	30000.	0.481E-05	-0.471E-07	0.121E-05	-0.996E-06	0.100E-05	-0.801E-06
	50000.	0.488E-05	0.320E-07	0.132E-05	-0.108E-05	0.107E-05	-0.872E-06
4P - 5D	2500.	0.460E-05	-0.260E-05	0.141E-05	-0.747E-06	0.134E-05	-0.600E-06
5190.3 Å	5000.	0.511E-05	-0.237E-05	0.146E-05	-0.838E-06	0.137E-05	-0.674E-06
C = 0.16E+14	10000.	0.581E-05	-0.169E-05	0.152E-05	-0.941E-06	0.141E-05	-0.756E-06
	20000.	0.697E-05	-0.121E-05	0.161E-05	-0.106E-05	0.146E-05	-0.849E-06
	30000.	0.758E-05	-0.106E-05	0.167E-05	-0.113E-05	0.150E-05	-0.908E-06
	50000.	0.825E-05	-0.808E-06	0.175E-05	-0.123E-05	0.155E-05	-0.989E-06
4P - 6D	2500.	0.143E-04	-0.319E-05	0.308E-05	-0.205E-05	0.281E-05	-0.165E-05
4686.6 Å	5000.	0.178E-04	-0.126E-05	0.327E-05	-0.230E-05	0.294E-05	-0.185E-05
C = 0.41E+13	10000.	0.202E-04	0.743E-06	0.351E-05	-0.258E-05	0.310E-05	-0.208E-05
	20000.	0.221E-04	0.211E-05	0.382E-05	-0.290E-05	0.329E-05	-0.233E-05
	30000.	0.227E-04	0.245E-05	0.404E-05	-0.310E-05	0.341E-05	-0.249E-05
	50000.	0.230E-04	0.252E-05	0.438E-05	-0.338E-05	0.360E-05	-0.272E-05
4P - 7D	2500.	0.101E-03	-0.293E-04	0.271E-04	-0.250E-04	0.217E-04	-0.200E-04
4435.0 Å	5000.	0.954E-04	-0.154E-04	0.307E-04	-0.281E-04	0.242E-04	-0.225E-04
C = 0.35E+12	10000.	0.897E-04	-0.771E-05	0.353E-04	-0.315E-04	0.271E-04	-0.254E-04
	20000.	0.831E-04	-0.870E-06	0.414E-04	-0.354E-04	0.305E-04	-0.285E-04
	30000.	0.789E-04	0.324E-06	0.461E-04	-0.379E-04	0.326E-04	-0.306E-04
	50000.	0.732E-04	0.950E-06	0.536E-04	-0.416E-04	0.357E-04	-0.332E-04
4P - 8D	2500.	0.852E-04	0.594E-04	0.195E-04	0.174E-04	0.161E-04	0.139E-04
4292.5 Å	5000.	0.884E-04	0.536E-04	0.217E-04	0.195E-04	0.178E-04	0.157E-04
C = 0.12E+13	10000.	0.916E-04	0.419E-04	0.243E-04	0.219E-04	0.197E-04	0.176E-04
	20000.	0.948E-04	0.294E-04	0.272E-04	0.246E-04	0.219E-04	0.198E-04
	30000.	0.947E-04	0.229E-04	0.293E-04	0.264E-04	0.233E-04	0.212E-04
	50000.	0.926E-04	0.147E-04	0.323E-04	0.287E-04	0.252E-04	0.231E-04
4P - 9D	2500.	0.896E-04	0.587E-04	0.227E-04	0.156E-04	0.206E-04	0.126E-04
4139.1 Å	5000.	0.105E-03	0.571E-04	0.242E-04	0.176E-04	0.216E-04	0.141E-04
C = 0.19E+13	10000.	0.125E-03	0.451E-04	0.260E-04	0.198E-04	0.229E-04	0.159E-04
	20000.	0.150E-03	0.323E-04	0.280E-04	0.222E-04	0.244E-04	0.178E-04
	30000.	0.161E-03	0.260E-04	0.294E-04	0.237E-04	0.254E-04	0.191E-04
	50000.	0.170E-03	0.169E-04	0.314E-04	0.258E-04	0.268E-04	0.208E-04
4P - 10D	2500.	0.101E-03	0.270E-04	0.254E-04	0.609E-05	0.253E-04	0.489E-05
4093.1 Å	5000.	0.136E-03	0.272E-04	0.255E-04	0.684E-05	0.253E-04	0.550E-05
C = 0.14E+13	10000.	0.178E-03	0.238E-04	0.257E-04	0.768E-05	0.254E-04	0.617E-05
	20000.	0.219E-03	0.178E-04	0.259E-04	0.862E-05	0.255E-04	0.693E-05
	30000.	0.238E-03	0.146E-04	0.260E-04	0.923E-05	0.256E-04	0.741E-05
	50000.	0.253E-03	0.102E-04	0.262E-04	0.101E-04	0.257E-04	0.807E-05
5P - 5D	2500.	0.651E-04	-0.364E-04	0.160E-04	-0.978E-05	0.148E-04	-0.787E-05
16161.8 Å	5000.	0.730E-04	-0.331E-04	0.168E-04	-0.110E-04	0.154E-04	-0.883E-05
C = 0.15E+15	10000.	0.811E-04	-0.270E-04	0.178E-04	-0.123E-04	0.160E-04	-0.991E-05
	20000.	0.942E-04	-0.201E-04	0.191E-04	-0.138E-04	0.168E-04	-0.111E-04
	30000.	0.101E-03	-0.180E-04	0.200E-04	-0.148E-04	0.174E-04	-0.119E-04
	50000.	0.107E-03	-0.136E-04	0.213E-04	-0.161E-04	0.182E-04	-0.130E-04
5P - 6D	2500.	0.101E-03	-0.263E-04	0.215E-04	-0.145E-04	0.195E-04	-0.117E-04
12109.2 Å	5000.	0.126E-03	-0.112E-04	0.228E-04	-0.163E-04	0.204E-04	-0.131E-04
C = 0.27E+14	10000.	0.146E-03	0.343E-05	0.246E-04	-0.183E-04	0.216E-04	-0.147E-04
	20000.	0.160E-03	0.119E-04	0.268E-04	-0.205E-04	0.229E-04	-0.165E-04
	30000.	0.165E-03	0.181E-04	0.283E-04	-0.220E-04	0.238E-04	-0.177E-04
	50000.	0.168E-03	0.180E-04	0.308E-04	-0.239E-04	0.252E-04	-0.192E-04
5P - 7D	2500.	0.574E-03	-0.140E-03	0.154E-03	-0.142E-03	0.123E-03	-0.114E-03
10561.3 Å	5000.	0.546E-03	-0.841E-04	0.174E-03	-0.159E-03	0.138E-03	-0.128E-03
C = 0.20E+13	10000.	0.516E-03	-0.184E-04	0.200E-03	-0.179E-03	0.154E-03	-0.144E-03
	20000.	0.481E-03	-0.172E-05	0.235E-03	-0.201E-03	0.173E-03	-0.162E-03
	30000.	0.458E-03	0.276E-05	0.262E-03	-0.215E-03	0.185E-03	-0.173E-03
	50000.	0.425E-03	0.136E-04	0.304E-03	-0.236E-03	0.203E-03	-0.188E-03

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
5P - 8D	2500.	0.445E-03	0.306E-03	0.101E-03	0.901E-04	0.838E-04	0.724E-04
9787.3 Å	5000.	0.464E-03	0.274E-03	0.113E-03	0.101E-03	0.925E-04	0.814E-04
C = 0.63E+13	10000.	0.483E-03	0.205E-03	0.126E-03	0.114E-03	0.102E-03	0.915E-04
	20000.	0.501E-03	0.134E-03	0.141E-03	0.128E-03	0.114E-03	0.103E-03
	30000.	0.501E-03	0.990E-04	0.152E-03	0.137E-03	0.121E-03	0.110E-03
	50000.	0.490E-03	0.589E-04	0.168E-03	0.149E-03	0.131E-03	0.120E-03
5P - 9D	2500.	0.429E-03	0.277E-03	0.108E-03	0.742E-04	0.980E-04	0.596E-04
9024.6 Å	5000.	0.503E-03	0.269E-03	0.115E-03	0.834E-04	0.103E-03	0.670E-04
C = 0.92E+13	10000.	0.602E-03	0.204E-03	0.123E-03	0.937E-04	0.109E-03	0.753E-04
	20000.	0.721E-03	0.136E-03	0.133E-03	0.105E-03	0.116E-03	0.846E-04
	30000.	0.775E-03	0.103E-03	0.140E-03	0.113E-03	0.121E-03	0.905E-04
	50000.	0.815E-03	0.627E-04	0.149E-03	0.123E-03	0.127E-03	0.985E-04
5P - 10D	2500.	0.469E-03	0.124E-03	0.118E-03	0.280E-04	0.117E-03	0.225E-04
8809.2 Å	5000.	0.635E-03	0.124E-03	0.118E-03	0.314E-04	0.117E-03	0.253E-04
C = 0.67E+13	10000.	0.831E-03	0.104E-03	0.119E-03	0.353E-04	0.118E-03	0.284E-04
	20000.	0.102E-02	0.728E-04	0.120E-03	0.396E-04	0.118E-03	0.318E-04
	30000.	0.111E-02	0.569E-04	0.121E-03	0.424E-04	0.119E-03	0.341E-04
	50000.	0.118E-02	0.389E-04	0.122E-03	0.462E-04	0.119E-03	0.371E-04
6P - 6D	2500.	0.630E-03	-0.156E-03	0.140E-03	-0.901E-04	0.129E-03	-0.724E-04
30204.0 Å	5000.	0.790E-03	-0.669E-04	0.148E-03	-0.101E-03	0.134E-03	-0.813E-04
C = 0.17E+15	10000.	0.929E-03	0.145E-04	0.159E-03	-0.114E-03	0.141E-03	-0.913E-04
	20000.	0.105E-02	0.794E-04	0.171E-03	-0.127E-03	0.149E-03	-0.102E-03
	30000.	0.111E-02	0.842E-04	0.181E-03	-0.136E-03	0.154E-03	-0.110E-03
	50000.	0.116E-02	0.798E-04	0.195E-03	-0.148E-03	0.162E-03	-0.119E-03
6P - 7D	2500.	0.252E-02	-0.705E-03	0.675E-03	-0.621E-03	0.540E-03	-0.499E-03
22118.4 Å	5000.	0.240E-02	-0.433E-03	0.765E-03	-0.699E-03	0.604E-03	-0.561E-03
C = 0.87E+13	10000.	0.228E-02	-0.228E-03	0.878E-03	-0.785E-03	0.677E-03	-0.631E-03
	20000.	0.215E-02	-0.872E-04	0.103E-02	-0.882E-03	0.759E-03	-0.709E-03
	30000.	0.206E-02	-0.203E-04	0.115E-02	-0.945E-03	0.813E-03	-0.759E-03
	50000.	0.193E-02	0.743E-05	0.133E-02	-0.104E-02	0.890E-03	-0.826E-03
6P - 8D	2500.	0.168E-02	0.117E-02	0.382E-03	0.339E-03	0.316E-03	0.272E-03
18975.4 Å	5000.	0.175E-02	0.107E-02	0.424E-03	0.381E-03	0.348E-03	0.306E-03
C = 0.24E+14	10000.	0.183E-02	0.804E-03	0.474E-03	0.428E-03	0.386E-03	0.344E-03
	20000.	0.191E-02	0.522E-03	0.532E-03	0.480E-03	0.428E-03	0.386E-03
	30000.	0.192E-02	0.396E-03	0.572E-03	0.514E-03	0.456E-03	0.413E-03
	50000.	0.189E-02	0.212E-03	0.630E-03	0.560E-03	0.493E-03	0.450E-03
6P - 9D	2500.	0.140E-02	0.916E-03	0.353E-03	0.242E-03	0.321E-03	0.194E-03
16304.2 Å	5000.	0.165E-02	0.899E-03	0.376E-03	0.272E-03	0.337E-03	0.219E-03
C = 0.30E+14	10000.	0.198E-02	0.686E-03	0.403E-03	0.306E-03	0.356E-03	0.246E-03
	20000.	0.238E-02	0.453E-03	0.435E-03	0.343E-03	0.379E-03	0.276E-03
	30000.	0.256E-02	0.350E-03	0.457E-03	0.367E-03	0.395E-03	0.295E-03
	50000.	0.269E-02	0.198E-03	0.487E-03	0.400E-03	0.416E-03	0.322E-03
6P - 10D	2500.	0.148E-02	0.393E-03	0.371E-03	0.879E-04	0.369E-03	0.706E-04
15614.3 Å	5000.	0.200E-02	0.406E-03	0.373E-03	0.988E-04	0.370E-03	0.794E-04
C = 0.21E+14	10000.	0.262E-02	0.324E-03	0.375E-03	0.111E-03	0.371E-03	0.892E-04
	20000.	0.323E-02	0.218E-03	0.378E-03	0.124E-03	0.373E-03	0.100E-03
	30000.	0.351E-02	0.177E-03	0.380E-03	0.133E-03	0.374E-03	0.107E-03
	50000.	0.374E-02	0.109E-03	0.383E-03	0.145E-03	0.376E-03	0.117E-03
7P - 7D	2500.	0.885E-01	-0.271E-01	0.232E-01	-0.212E-01	0.186E-01	-0.170E-01
129070.6 Å	5000.	0.870E-01	-0.167E-01	0.263E-01	-0.239E-01	0.208E-01	-0.192E-01
C = 0.30E+15	10000.	0.857E-01	-0.821E-02	0.301E-01	-0.268E-01	0.233E-01	-0.215E-01
	20000.	0.840E-01	-0.205E-02	0.353E-01	-0.301E-01	0.261E-01	-0.242E-01
	30000.	0.824E-01	-0.139E-02	0.393E-01	-0.322E-01	0.279E-01	-0.259E-01
	50000.	0.797E-01	-0.154E-02	0.456E-01	-0.354E-01	0.305E-01	-0.282E-01
7P - 8D	2500.	0.208E-01	0.138E-01	0.463E-02	0.404E-02	0.386E-02	0.324E-02
65633.2 Å	5000.	0.222E-01	0.124E-01	0.513E-02	0.454E-02	0.424E-02	0.365E-02
C = 0.28E+15	10000.	0.238E-01	0.865E-02	0.571E-02	0.510E-02	0.467E-02	0.410E-02
	20000.	0.256E-01	0.519E-02	0.640E-02	0.573E-02	0.517E-02	0.461E-02
	30000.	0.261E-01	0.315E-02	0.687E-02	0.613E-02	0.549E-02	0.493E-02
	50000.	0.261E-01	0.164E-02	0.756E-02	0.667E-02	0.594E-02	0.537E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
7P - 9D	2500.	0.957E-02	0.596E-02	0.237E-02	0.159E-02	0.216E-02	0.128E-02
41893.1 Å	5000.	0.114E-01	0.576E-02	0.252E-02	0.179E-02	0.226E-02	0.144E-02
C = 0.20E+15	10000.	0.138E-01	0.412E-02	0.269E-02	0.201E-02	0.238E-02	0.162E-02
	20000.	0.168E-01	0.243E-02	0.290E-02	0.226E-02	0.253E-02	0.182E-02
	30000.	0.181E-01	0.177E-02	0.304E-02	0.242E-02	0.263E-02	0.194E-02
	50000.	0.192E-01	0.811E-03	0.323E-02	0.263E-02	0.278E-02	0.212E-02
7P - 10D	2500.	0.884E-02	0.226E-02	0.220E-02	0.503E-03	0.219E-02	0.404E-03
37621.6 Å	5000.	0.120E-01	0.223E-02	0.220E-02	0.566E-03	0.219E-02	0.455E-03
C = 0.12E+15	10000.	0.159E-01	0.161E-02	0.221E-02	0.635E-03	0.220E-02	0.510E-03
	20000.	0.196E-01	0.100E-02	0.223E-02	0.713E-03	0.220E-02	0.573E-03
	30000.	0.214E-01	0.615E-03	0.224E-02	0.763E-03	0.221E-02	0.613E-03
	50000.	0.228E-01	0.387E-03	0.226E-02	0.831E-03	0.222E-02	0.667E-03
8P - 8D	2500.	0.233	0.146	0.509E-01	0.430E-01	0.430E-01	0.345E-01
213142.4 Å	5000.	0.257	0.129	0.560E-01	0.483E-01	0.469E-01	0.388E-01
C = 0.30E+16	10000.	0.283	0.866E-01	0.621E-01	0.543E-01	0.513E-01	0.437E-01
	20000.	0.313	0.538E-01	0.693E-01	0.610E-01	0.565E-01	0.490E-01
	30000.	0.323	0.298E-01	0.742E-01	0.652E-01	0.598E-01	0.525E-01
	50000.	0.328	0.153E-01	0.814E-01	0.710E-01	0.644E-01	0.571E-01
8P - 9D	2500.	0.325E-01	0.192E-01	0.787E-02	0.516E-02	0.722E-02	0.414E-02
75042.4 Å	5000.	0.392E-01	0.184E-01	0.833E-02	0.580E-02	0.753E-02	0.466E-02
C = 0.63E+15	10000.	0.481E-01	0.128E-01	0.888E-02	0.652E-02	0.792E-02	0.524E-02
	20000.	0.589E-01	0.785E-02	0.954E-02	0.732E-02	0.839E-02	0.589E-02
	30000.	0.639E-01	0.498E-02	0.998E-02	0.783E-02	0.870E-02	0.630E-02
	50000.	0.679E-01	0.236E-02	0.106E-01	0.853E-02	0.916E-02	0.686E-02
8P - 10D	2500.	0.255E-01	0.607E-02	0.623E-02	0.144E-02	0.620E-02	0.116E-02
62359.7 Å	5000.	0.349E-01	0.612E-02	0.625E-02	0.162E-02	0.621E-02	0.130E-02
C = 0.33E+15	10000.	0.461E-01	0.417E-02	0.628E-02	0.181E-02	0.623E-02	0.146E-02
	20000.	0.574E-01	0.257E-02	0.633E-02	0.204E-02	0.625E-02	0.164E-02
	30000.	0.627E-01	0.146E-02	0.636E-02	0.218E-02	0.627E-02	0.175E-02
	50000.	0.671E-01	0.890E-03	0.641E-02	0.237E-02	0.630E-02	0.191E-02
9P - 9D	2500.	0.168	0.966E-01	0.395E-01	0.256E-01	0.364E-01	0.205E-01
159230.6 Å	5000.	0.202	0.989E-01	0.418E-01	0.288E-01	0.379E-01	0.231E-01
C = 0.29E+16	10000.	0.244	0.844E-01	0.445E-01	0.323E-01	0.398E-01	0.260E-01
	20000.	0.290	0.586E-01	0.477E-01	0.363E-01	0.421E-01	0.292E-01
	30000.	0.312	0.410E-01	0.499E-01	0.388E-01	0.436E-01	0.312E-01
	50000.	0.330	0.270E-01	0.529E-01	0.423E-01	0.458E-01	0.340E-01
9P - 10D	2500.	0.905E-01	0.257E-01	0.214E-01	0.628E-02	0.212E-01	0.504E-02
111229.8 Å	5000.	0.122	0.287E-01	0.216E-01	0.706E-02	0.213E-01	0.567E-02
C = 0.11E+16	10000.	0.159	0.269E-01	0.218E-01	0.792E-02	0.214E-01	0.637E-02
	20000.	0.194	0.203E-01	0.221E-01	0.889E-02	0.216E-01	0.715E-02
	30000.	0.211	0.168E-01	0.223E-01	0.952E-02	0.217E-01	0.765E-02
	50000.	0.224	0.108E-01	0.226E-01	0.104E-01	0.219E-01	0.833E-02
10P - 10D	2500.	0.474	-0.151	0.113	-0.417E-01	0.111	-0.335E-01
237354.9 Å	5000.	0.649	-0.151	0.115	-0.469E-01	0.112	-0.377E-01
C = 0.48E+16	10000.	0.856	-0.125	0.117	-0.527E-01	0.113	-0.424E-01
	20000.	1.06	-0.894E-01	0.120	-0.592E-01	0.115	-0.476E-01
	30000.	1.15	-0.587E-01	0.122	-0.633E-01	0.116	-0.509E-01
	50000.	1.23	-0.439E-01	0.125	-0.689E-01	0.118	-0.554E-01
4D - 5P	2500.	0.485E-02	0.270E-02	0.997E-03	0.784E-03	0.868E-03	0.630E-03
176469.6 Å	5000.	0.523E-02	0.247E-02	0.108E-02	0.879E-03	0.930E-03	0.707E-03
C = 0.18E+17	10000.	0.566E-02	0.177E-02	0.119E-02	0.987E-03	0.100E-02	0.794E-03
	20000.	0.607E-02	0.134E-02	0.131E-02	0.111E-02	0.109E-02	0.891E-03
	30000.	0.610E-02	0.105E-02	0.140E-02	0.119E-02	0.115E-02	0.953E-03
	50000.	0.611E-02	0.726E-03	0.153E-02	0.129E-02	0.123E-02	0.104E-02
4D - 6P	2500.	0.103E-03	0.483E-04	0.266E-04	0.128E-04	0.256E-04	0.103E-04
22827.3 Å	5000.	0.119E-03	0.545E-04	0.274E-04	0.144E-04	0.261E-04	0.116E-04
C = 0.30E+15	10000.	0.138E-03	0.540E-04	0.284E-04	0.162E-04	0.267E-04	0.130E-04
	20000.	0.157E-03	0.463E-04	0.297E-04	0.181E-04	0.274E-04	0.146E-04
	30000.	0.169E-03	0.400E-04	0.306E-04	0.194E-04	0.280E-04	0.156E-04
	50000.	0.183E-03	0.342E-04	0.320E-04	0.211E-04	0.288E-04	0.170E-04

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
4D - 7P	2500.	0.798E-04	0.238E-04	0.273E-04	0.623E-05	0.271E-04	0.501E-05
12304.6 Å	5000.	0.103E-03	0.289E-04	0.274E-04	0.700E-05	0.272E-04	0.563E-05
C = 0.66E+14	10000.	0.129E-03	0.303E-04	0.275E-04	0.785E-05	0.273E-04	0.631E-05
	20000.	0.158E-03	0.283E-04	0.277E-04	0.882E-05	0.274E-04	0.709E-05
	30000.	0.174E-03	0.257E-04	0.279E-04	0.943E-05	0.275E-04	0.758E-05
	50000.	0.192E-03	0.213E-04	0.282E-04	0.103E-04	0.276E-04	0.826E-05
4D - 8P	2500.	0.111E-03	0.931E-05	0.401E-04	-0.319E-05	0.401E-04	-0.256E-05
10891.4 Å	5000.	0.148E-03	0.195E-04	0.401E-04	-0.358E-05	0.401E-04	-0.288E-05
C = 0.33E+14	10000.	0.193E-03	0.232E-04	0.401E-04	-0.402E-05	0.401E-04	-0.323E-05
	20000.	0.242E-03	0.238E-04	0.402E-04	-0.451E-05	0.401E-04	-0.362E-05
	30000.	0.269E-03	0.231E-04	0.402E-04	-0.483E-05	0.401E-04	-0.388E-05
	50000.	0.296E-03	0.193E-04	0.403E-04	-0.527E-05	0.401E-04	-0.422E-05
4D - 9P	2500.	0.192E-03	-0.105E-03	0.654E-04	-0.278E-04	0.637E-04	-0.223E-04
10115.2 Å	5000.	0.229E-03	-0.114E-03	0.667E-04	-0.312E-04	0.645E-04	-0.251E-04
C = 0.24E+14	10000.	0.270E-03	-0.109E-03	0.685E-04	-0.350E-04	0.655E-04	-0.282E-04
	20000.	0.314E-03	-0.906E-04	0.707E-04	-0.393E-04	0.669E-04	-0.316E-04
	30000.	0.336E-03	-0.725E-04	0.723E-04	-0.421E-04	0.679E-04	-0.338E-04
	50000.	0.355E-03	-0.580E-04	0.747E-04	-0.458E-04	0.694E-04	-0.368E-04
4D - 10P	2500.	0.462E-03	0.319E-03	0.123E-03	0.840E-04	0.112E-03	0.674E-04
9649.0 Å	5000.	0.518E-03	0.346E-03	0.131E-03	0.945E-04	0.118E-03	0.759E-04
C = 0.14E+14	10000.	0.574E-03	0.319E-03	0.141E-03	0.106E-03	0.124E-03	0.853E-04
	20000.	0.638E-03	0.227E-03	0.152E-03	0.119E-03	0.132E-03	0.958E-04
	30000.	0.677E-03	0.180E-03	0.159E-03	0.127E-03	0.138E-03	0.102E-03
	50000.	0.708E-03	0.114E-03	0.169E-03	0.139E-03	0.145E-03	0.112E-03
5D - 6P	2500.	0.180E-02	0.904E-03	0.488E-03	0.241E-03	0.469E-03	0.194E-03
80642.6 Å	5000.	0.211E-02	0.998E-03	0.503E-03	0.270E-03	0.478E-03	0.217E-03
C = 0.37E+16	10000.	0.251E-02	0.964E-03	0.522E-03	0.303E-03	0.489E-03	0.244E-03
	20000.	0.298E-02	0.845E-03	0.546E-03	0.340E-03	0.504E-03	0.274E-03
	30000.	0.328E-02	0.726E-03	0.563E-03	0.364E-03	0.515E-03	0.293E-03
	50000.	0.361E-02	0.621E-03	0.589E-03	0.397E-03	0.530E-03	0.319E-03
5D - 7P	2500.	0.943E-03	0.314E-03	0.305E-03	0.816E-04	0.303E-03	0.656E-04
39899.3 Å	5000.	0.122E-02	0.390E-03	0.307E-03	0.916E-04	0.304E-03	0.737E-04
C = 0.69E+15	10000.	0.155E-02	0.420E-03	0.310E-03	0.103E-03	0.306E-03	0.827E-04
	20000.	0.190E-02	0.374E-03	0.313E-03	0.115E-03	0.307E-03	0.928E-04
	30000.	0.210E-02	0.337E-03	0.316E-03	0.124E-03	0.309E-03	0.993E-04
	50000.	0.233E-02	0.292E-03	0.320E-03	0.134E-03	0.311E-03	0.108E-03
5D - 8P	2500.	0.780E-03	0.925E-04	0.273E-03	-0.864E-05	0.273E-03	-0.694E-05
28083.9 Å	5000.	0.105E-02	0.173E-03	0.273E-03	-0.971E-05	0.273E-03	-0.779E-05
C = 0.22E+15	10000.	0.137E-02	0.237E-03	0.273E-03	-0.110E-04	0.273E-03	-0.875E-05
	20000.	0.172E-02	0.209E-03	0.273E-03	-0.125E-04	0.273E-03	-0.984E-05
	30000.	0.192E-02	0.209E-03	0.274E-03	-0.136E-04	0.273E-03	-0.106E-04
	50000.	0.212E-02	0.178E-03	0.274E-03	-0.154E-04	0.273E-03	-0.116E-04
5D - 9P	2500.	0.104E-02	-0.555E-03	0.354E-03	-0.147E-03	0.345E-03	-0.118E-03
23444.9 Å	5000.	0.125E-02	-0.599E-03	0.361E-03	-0.165E-03	0.349E-03	-0.133E-03
C = 0.13E+15	10000.	0.149E-02	-0.569E-03	0.370E-03	-0.185E-03	0.355E-03	-0.149E-03
	20000.	0.175E-02	-0.448E-03	0.381E-03	-0.208E-03	0.362E-03	-0.167E-03
	30000.	0.189E-02	-0.373E-03	0.390E-03	-0.222E-03	0.367E-03	-0.179E-03
	50000.	0.201E-02	-0.275E-03	0.402E-03	-0.242E-03	0.374E-03	-0.195E-03
5D - 10P	2500.	0.222E-02	0.152E-02	0.592E-03	0.402E-03	0.538E-03	0.323E-03
21083.5 Å	5000.	0.251E-02	0.156E-02	0.629E-03	0.452E-03	0.564E-03	0.363E-03
C = 0.67E+14	10000.	0.279E-02	0.130E-02	0.674E-03	0.508E-03	0.595E-03	0.408E-03
	20000.	0.311E-02	0.100E-02	0.727E-03	0.570E-03	0.634E-03	0.458E-03
	30000.	0.331E-02	0.658E-03	0.762E-03	0.610E-03	0.659E-03	0.491E-03
	50000.	0.346E-02	0.500E-03	0.811E-03	0.664E-03	0.695E-03	0.534E-03
6D - 7P	2500.	0.494E-01	0.149E-01	0.125E-01	0.570E-02	0.121E-01	0.458E-02
229605.3 Å	5000.	0.636E-01	0.108E-01	0.129E-01	0.640E-02	0.123E-01	0.514E-02
C = 0.98E+16	10000.	0.803E-01	0.748E-02	0.133E-01	0.718E-02	0.126E-01	0.577E-02
	20000.	0.965E-01	0.341E-02	0.139E-01	0.806E-02	0.129E-01	0.648E-02
	30000.	0.105	0.226E-02	0.143E-01	0.862E-02	0.131E-01	0.693E-02
	50000.	0.112	0.177E-03	0.150E-01	0.938E-02	0.134E-01	0.755E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
6D - 8P	2500.	0.599E-02	0.110E-02	0.167E-02	0.362E-03	0.167E-02	0.291E-03
67115.0 Å	5000.	0.794E-02	0.101E-02	0.168E-02	0.406E-03	0.167E-02	0.327E-03
C = 0.83E+15	10000.	0.103E-01	0.687E-03	0.169E-02	0.456E-03	0.167E-02	0.367E-03
	20000.	0.127E-01	0.489E-03	0.171E-02	0.512E-03	0.168E-02	0.411E-03
	30000.	0.139E-01	0.348E-03	0.172E-02	0.547E-03	0.168E-02	0.440E-03
	50000.	0.151E-01	0.219E-03	0.175E-02	0.596E-03	0.169E-02	0.479E-03
6D - 9P	2500.	0.462E-02	-0.183E-02	0.135E-02	-0.489E-03	0.133E-02	-0.393E-03
45567.6 Å	5000.	0.577E-02	-0.206E-02	0.137E-02	-0.549E-03	0.134E-02	-0.442E-03
C = 0.38E+15	10000.	0.697E-02	-0.213E-02	0.139E-02	-0.617E-03	0.135E-02	-0.496E-03
	20000.	0.808E-02	-0.191E-02	0.143E-02	-0.692E-03	0.137E-02	-0.556E-03
	30000.	0.861E-02	-0.166E-02	0.146E-02	-0.740E-03	0.138E-02	-0.595E-03
	50000.	0.904E-02	-0.135E-02	0.150E-02	-0.806E-03	0.140E-02	-0.648E-03
6D - 10P	2500.	0.759E-02	0.493E-02	0.189E-02	0.129E-02	0.172E-02	0.104E-02
37421.4 Å	5000.	0.860E-02	0.533E-02	0.201E-02	0.145E-02	0.180E-02	0.117E-02
C = 0.21E+15	10000.	0.959E-02	0.485E-02	0.216E-02	0.163E-02	0.191E-02	0.131E-02
	20000.	0.107E-01	0.310E-02	0.233E-02	0.183E-02	0.203E-02	0.147E-02
	30000.	0.113E-01	0.256E-02	0.245E-02	0.196E-02	0.211E-02	0.157E-02
	50000.	0.118E-01	0.144E-02	0.261E-02	0.213E-02	0.223E-02	0.171E-02
7D - 8P	2500.	0.723	0.194	0.181	0.162	0.146	0.130
357551.5 Å	5000.	0.732	0.117	0.204	0.182	0.163	0.146
C = 0.23E+16	10000.	0.752	0.669E-01	0.232	0.204	0.181	0.164
	20000.	0.767	0.186E-01	0.272	0.230	0.202	0.185
	30000.	0.769	0.191E-01	0.302	0.246	0.216	0.198
	50000.	0.764	0.172E-01	0.350	0.270	0.235	0.215
7D - 9P	2500.	0.672E-01	0.821E-02	0.145E-01	0.122E-01	0.121E-01	0.981E-02
101601.2 Å	5000.	0.704E-01	0.833E-03	0.162E-01	0.137E-01	0.132E-01	0.110E-01
C = 0.18E+15	10000.	0.724E-01	-0.419E-02	0.183E-01	0.154E-01	0.145E-01	0.124E-01
	20000.	0.732E-01	-0.615E-02	0.213E-01	0.173E-01	0.160E-01	0.139E-01
	30000.	0.731E-01	-0.637E-02	0.236E-01	0.186E-01	0.170E-01	0.149E-01
	50000.	0.721E-01	-0.545E-02	0.274E-01	0.204E-01	0.185E-01	0.162E-01
7D - 10P	2500.	0.449E-01	0.235E-01	0.976E-02	0.810E-02	0.823E-02	0.651E-02
68400.9 Å	5000.	0.467E-01	0.218E-01	0.108E-01	0.912E-02	0.895E-02	0.732E-02
C = 0.83E+14	10000.	0.482E-01	0.164E-01	0.121E-01	0.103E-01	0.979E-02	0.824E-02
	20000.	0.502E-01	0.991E-02	0.138E-01	0.115E-01	0.108E-01	0.926E-02
	30000.	0.513E-01	0.670E-02	0.150E-01	0.123E-01	0.114E-01	0.991E-02
	50000.	0.515E-01	0.521E-02	0.170E-01	0.135E-01	0.123E-01	0.108E-01
8D - 9P	2500.	1.11	-0.670	0.234	-0.187	0.202	-0.150
424826.9 Å	5000.	1.23	-0.656	0.256	-0.211	0.218	-0.169
C = 0.12E+17	10000.	1.34	-0.555	0.281	-0.237	0.236	-0.190
	20000.	1.43	-0.388	0.311	-0.266	0.257	-0.214
	30000.	1.47	-0.274	0.331	-0.284	0.271	-0.229
	50000.	1.49	-0.180	0.361	-0.309	0.291	-0.249
8D - 10P	2500.	0.121	0.169E-01	0.223E-01	-0.301E-02	0.223E-01	-0.242E-02
140228.9 Å	5000.	0.156	0.256E-01	0.224E-01	-0.337E-02	0.223E-01	-0.271E-02
C = 0.13E+16	10000.	0.188	0.277E-01	0.225E-01	-0.379E-02	0.223E-01	-0.304E-02
	20000.	0.217	0.219E-01	0.228E-01	-0.426E-02	0.223E-01	-0.342E-02
	30000.	0.229	0.192E-01	0.231E-01	-0.459E-02	0.223E-01	-0.366E-02
	50000.	0.237	0.129E-01	0.237E-01	-0.509E-02	0.224E-01	-0.399E-02
9D - 10P	2500.	2.65	0.260	0.673	-0.285E-01	0.673	-0.229E-01
665380.3 Å	5000.	3.78	0.412	0.673	-0.320E-01	0.673	-0.257E-01
C = 0.50E+17	10000.	5.06	0.466	0.673	-0.360E-01	0.673	-0.288E-01
	20000.	6.30	0.401	0.673	-0.409E-01	0.673	-0.324E-01
	30000.	6.89	0.353	0.673	-0.443E-01	0.673	-0.347E-01
	50000.	7.37	0.257	0.673	-0.500E-01	0.673	-0.380E-01
5S - 5P	2500.	0.224E-04	0.160E-04	0.715E-05	0.435E-05	0.666E-05	0.350E-05
19897.4 Å	5000.	0.264E-04	0.154E-04	0.750E-05	0.489E-05	0.689E-05	0.393E-05
C = 0.47E+15	10000.	0.313E-04	0.108E-04	0.793E-05	0.549E-05	0.718E-05	0.441E-05
	20000.	0.393E-04	0.697E-05	0.845E-05	0.616E-05	0.754E-05	0.495E-05
	30000.	0.434E-04	0.600E-05	0.880E-05	0.659E-05	0.779E-05	0.530E-05
	50000.	0.472E-04	0.390E-05	0.929E-05	0.717E-05	0.814E-05	0.577E-05

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
5S - 6P	2500.	0.406E-04	0.291E-04	0.977E-05	0.835E-05	0.823E-05	0.671E-05
9104.8 Å	5000.	0.428E-04	0.266E-04	0.108E-04	0.937E-05	0.899E-05	0.753E-05
C = 0.18E+14	10000.	0.453E-04	0.215E-04	0.119E-04	0.105E-04	0.986E-05	0.845E-05
	20000.	0.471E-04	0.158E-04	0.133E-04	0.118E-04	0.109E-04	0.949E-05
	30000.	0.474E-04	0.123E-04	0.143E-04	0.126E-04	0.115E-04	0.102E-04
	50000.	0.470E-04	0.893E-05	0.156E-04	0.137E-04	0.124E-04	0.111E-04
5S - 7P	2500.	0.895E-04	0.609E-04	0.215E-04	0.192E-04	0.178E-04	0.154E-04
7451.4 Å	5000.	0.932E-04	0.520E-04	0.240E-04	0.216E-04	0.196E-04	0.173E-04
C = 0.51E+13	10000.	0.966E-04	0.406E-04	0.268E-04	0.242E-04	0.217E-04	0.195E-04
	20000.	0.958E-04	0.287E-04	0.302E-04	0.272E-04	0.241E-04	0.219E-04
	30000.	0.940E-04	0.208E-04	0.325E-04	0.291E-04	0.257E-04	0.234E-04
	50000.	0.910E-04	0.144E-04	0.360E-04	0.317E-04	0.278E-04	0.255E-04
5S - 8P	2500.	0.300E-03	0.139E-03	0.829E-04	0.764E-04	0.664E-04	0.614E-04
6781.1 Å	5000.	0.292E-03	0.105E-03	0.937E-04	0.860E-04	0.743E-04	0.691E-04
C = 0.83E+12	10000.	0.272E-03	0.684E-04	0.107E-03	0.967E-04	0.832E-04	0.777E-04
	20000.	0.249E-03	0.413E-04	0.124E-03	0.109E-03	0.934E-04	0.873E-04
	30000.	0.235E-03	0.292E-04	0.138E-03	0.116E-03	0.100E-03	0.934E-04
	50000.	0.216E-03	0.165E-04	0.159E-03	0.127E-03	0.109E-03	0.102E-03
5S - 9P	2500.	0.256E-03	-0.167E-03	0.611E-04	-0.542E-04	0.505E-04	-0.435E-04
6432.0 Å	5000.	0.266E-03	-0.138E-03	0.680E-04	-0.609E-04	0.557E-04	-0.489E-04
C = 0.19E+13	10000.	0.277E-03	-0.107E-03	0.761E-04	-0.685E-04	0.617E-04	-0.550E-04
	20000.	0.275E-03	-0.737E-04	0.857E-04	-0.769E-04	0.685E-04	-0.618E-04
	30000.	0.270E-03	-0.527E-04	0.924E-04	-0.823E-04	0.729E-04	-0.662E-04
	50000.	0.260E-03	-0.349E-04	0.102E-03	-0.896E-04	0.789E-04	-0.720E-04
5S - 10P	2500.	0.175E-03	0.122E-03	0.473E-04	0.318E-04	0.431E-04	0.256E-04
6224.3 Å	5000.	0.197E-03	0.131E-03	0.502E-04	0.358E-04	0.452E-04	0.288E-04
C = 0.60E+13	10000.	0.219E-03	0.123E-03	0.537E-04	0.402E-04	0.476E-04	0.323E-04
	20000.	0.246E-03	0.950E-04	0.579E-04	0.452E-04	0.506E-04	0.363E-04
	30000.	0.261E-03	0.728E-04	0.606E-04	0.483E-04	0.526E-04	0.388E-04
	50000.	0.274E-03	0.545E-04	0.645E-04	0.526E-04	0.554E-04	0.423E-04
6S - 6P	2500.	0.112E-02	0.723E-03	0.269E-03	0.228E-03	0.228E-03	0.183E-03
48818.1 Å	5000.	0.121E-02	0.589E-03	0.297E-03	0.256E-03	0.248E-03	0.206E-03
C = 0.53E+15	10000.	0.138E-02	0.390E-03	0.328E-03	0.287E-03	0.272E-03	0.231E-03
	20000.	0.150E-02	0.240E-03	0.366E-03	0.322E-03	0.299E-03	0.259E-03
	30000.	0.153E-02	0.159E-03	0.392E-03	0.345E-03	0.317E-03	0.277E-03
	50000.	0.157E-02	0.868E-04	0.430E-03	0.375E-03	0.341E-03	0.302E-03
6S - 7P	2500.	0.794E-03	0.526E-03	0.191E-03	0.171E-03	0.158E-03	0.137E-03
22294.2 Å	5000.	0.833E-03	0.433E-03	0.213E-03	0.192E-03	0.174E-03	0.154E-03
C = 0.45E+14	10000.	0.878E-03	0.311E-03	0.238E-03	0.215E-03	0.193E-03	0.173E-03
	20000.	0.885E-03	0.193E-03	0.268E-03	0.241E-03	0.215E-03	0.194E-03
	30000.	0.877E-03	0.960E-04	0.289E-03	0.258E-03	0.228E-03	0.208E-03
	50000.	0.859E-03	0.636E-04	0.320E-03	0.281E-03	0.247E-03	0.226E-03
6S - 8P	2500.	0.193E-02	0.883E-03	0.533E-03	0.492E-03	0.427E-03	0.395E-03
17205.2 Å	5000.	0.188E-02	0.665E-03	0.603E-03	0.553E-03	0.478E-03	0.444E-03
C = 0.53E+13	10000.	0.176E-02	0.424E-03	0.688E-03	0.622E-03	0.536E-03	0.500E-03
	20000.	0.162E-02	0.242E-03	0.800E-03	0.698E-03	0.601E-03	0.562E-03
	30000.	0.153E-02	0.145E-03	0.885E-03	0.748E-03	0.643E-03	0.601E-03
	50000.	0.142E-02	0.789E-04	0.102E-02	0.817E-03	0.702E-03	0.654E-03
6S - 9P	2500.	0.142E-02	-0.927E-03	0.338E-03	-0.300E-03	0.279E-03	-0.241E-03
15123.0 Å	5000.	0.148E-02	-0.776E-03	0.376E-03	-0.337E-03	0.308E-03	-0.271E-03
C = 0.10E+14	10000.	0.155E-02	-0.588E-03	0.421E-03	-0.379E-03	0.341E-03	-0.305E-03
	20000.	0.154E-02	-0.368E-03	0.474E-03	-0.426E-03	0.379E-03	-0.342E-03
	30000.	0.151E-02	-0.297E-03	0.511E-03	-0.455E-03	0.403E-03	-0.366E-03
	50000.	0.146E-02	-0.138E-03	0.567E-03	-0.496E-03	0.437E-03	-0.399E-03
6S - 10P	2500.	0.887E-03	0.616E-03	0.240E-03	0.161E-03	0.219E-03	0.129E-03
14022.6 Å	5000.	0.100E-02	0.661E-03	0.255E-03	0.181E-03	0.229E-03	0.146E-03
C = 0.30E+14	10000.	0.112E-02	0.595E-03	0.272E-03	0.204E-03	0.241E-03	0.164E-03
	20000.	0.126E-02	0.405E-03	0.293E-03	0.229E-03	0.257E-03	0.184E-03
	30000.	0.134E-02	0.321E-03	0.307E-03	0.245E-03	0.267E-03	0.197E-03
	50000.	0.141E-02	0.197E-03	0.327E-03	0.266E-03	0.281E-03	0.214E-03

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
7S - 7P	2500.	0.164E-01	0.921E-02	0.390E-02	0.347E-02	0.322E-02	0.278E-02
102150.3 Å	5000.	0.181E-01	0.589E-02	0.434E-02	0.389E-02	0.356E-02	0.313E-02
C = 0.95E+15	10000.	0.199E-01	0.362E-02	0.485E-02	0.437E-02	0.394E-02	0.351E-02
	20000.	0.206E-01	0.178E-02	0.547E-02	0.491E-02	0.437E-02	0.394E-02
	30000.	0.210E-01	0.682E-03	0.589E-02	0.525E-02	0.465E-02	0.422E-02
	50000.	0.211E-01	0.220E-04	0.653E-02	0.571E-02	0.504E-02	0.459E-02
7S - 8P	2500.	0.123E-01	0.395E-02	0.338E-02	0.312E-02	0.271E-02	0.250E-02
43371.3 Å	5000.	0.121E-01	0.171E-02	0.382E-02	0.351E-02	0.303E-02	0.282E-02
C = 0.34E+14	10000.	0.114E-01	0.106E-02	0.436E-02	0.394E-02	0.339E-02	0.317E-02
	20000.	0.107E-01	0.616E-03	0.507E-02	0.442E-02	0.381E-02	0.356E-02
	30000.	0.102E-01	0.368E-04	0.561E-02	0.474E-02	0.407E-02	0.381E-02
	50000.	0.956E-02	-0.316E-04	0.647E-02	0.518E-02	0.445E-02	0.414E-02
7S - 9P	2500.	0.656E-02	-0.425E-02	0.154E-02	-0.136E-02	0.127E-02	-0.110E-02
32196.8 Å	5000.	0.686E-02	-0.358E-02	0.171E-02	-0.154E-02	0.140E-02	-0.123E-02
C = 0.47E+14	10000.	0.720E-02	-0.274E-02	0.191E-02	-0.173E-02	0.155E-02	-0.139E-02
	20000.	0.722E-02	-0.178E-02	0.216E-02	-0.194E-02	0.172E-02	-0.156E-02
	30000.	0.714E-02	-0.919E-03	0.233E-02	-0.207E-02	0.184E-02	-0.167E-02
	50000.	0.695E-02	-0.710E-03	0.258E-02	-0.226E-02	0.199E-02	-0.181E-02
7S - 10P	2500.	0.344E-02	0.223E-02	0.925E-03	0.619E-03	0.844E-03	0.497E-03
27587.7 Å	5000.	0.389E-02	0.224E-02	0.981E-03	0.696E-03	0.883E-03	0.559E-03
C = 0.12E+15	10000.	0.440E-02	0.196E-02	0.105E-02	0.782E-03	0.930E-03	0.628E-03
	20000.	0.499E-02	0.127E-02	0.113E-02	0.877E-03	0.988E-03	0.705E-03
	30000.	0.536E-02	0.898E-03	0.118E-02	0.939E-03	0.103E-02	0.755E-03
	50000.	0.566E-02	0.669E-03	0.126E-02	0.102E-02	0.108E-02	0.822E-03
8S - 8P	2500.	0.223	0.715E-01	0.593E-01	0.547E-01	0.475E-01	0.439E-01
182561.7 Å	5000.	0.222	0.486E-01	0.671E-01	0.615E-01	0.532E-01	0.494E-01
C = 0.60E+15	10000.	0.215	0.167E-01	0.766E-01	0.691E-01	0.595E-01	0.556E-01
	20000.	0.206	0.487E-02	0.891E-01	0.776E-01	0.668E-01	0.624E-01
	30000.	0.200	-0.146E-02	0.986E-01	0.831E-01	0.715E-01	0.668E-01
	50000.	0.191	-0.280E-02	0.114	0.909E-01	0.781E-01	0.727E-01
8S - 9P	2500.	0.365E-01	-0.232E-01	0.827E-02	-0.734E-02	0.682E-02	-0.590E-02
74184.5 Å	5000.	0.386E-01	-0.191E-01	0.920E-02	-0.826E-02	0.753E-02	-0.664E-02
C = 0.25E+15	10000.	0.408E-01	-0.133E-01	0.103E-01	-0.929E-02	0.834E-02	-0.746E-02
	20000.	0.413E-01	-0.105E-01	0.116E-01	-0.104E-01	0.927E-02	-0.838E-02
	30000.	0.413E-01	-0.589E-02	0.125E-01	-0.112E-01	0.987E-02	-0.897E-02
	50000.	0.406E-01	-0.450E-02	0.139E-01	-0.121E-01	0.107E-01	-0.977E-02
8S - 10P	2500.	0.129E-01	0.861E-02	0.344E-02	0.227E-02	0.315E-02	0.182E-02
53565.0 Å	5000.	0.148E-01	0.883E-02	0.364E-02	0.255E-02	0.329E-02	0.205E-02
C = 0.44E+15	10000.	0.171E-01	0.767E-02	0.389E-02	0.286E-02	0.346E-02	0.230E-02
	20000.	0.200E-01	0.478E-02	0.418E-02	0.321E-02	0.367E-02	0.258E-02
	30000.	0.217E-01	0.342E-02	0.437E-02	0.344E-02	0.381E-02	0.276E-02
	50000.	0.231E-01	0.234E-02	0.464E-02	0.374E-02	0.400E-02	0.301E-02
9S - 9P	2500.	0.635	-0.391	0.135	-0.120	0.111	-0.967E-01
295517.0 Å	5000.	0.681	-0.336	0.151	-0.135	0.123	-0.109
C = 0.39E+16	10000.	0.724	-0.241	0.168	-0.152	0.136	-0.122
	20000.	0.749	-0.133	0.190	-0.171	0.152	-0.137
	30000.	0.758	-0.107	0.205	-0.183	0.161	-0.147
	50000.	0.757	-0.806E-01	0.227	-0.199	0.175	-0.160
9S - 10P	2500.	0.608E-01	0.380E-01	0.157E-01	0.993E-02	0.146E-01	0.797E-02
116646.6 Å	5000.	0.726E-01	0.382E-01	0.166E-01	0.112E-01	0.151E-01	0.897E-02
C = 0.21E+16	10000.	0.875E-01	0.320E-01	0.176E-01	0.125E-01	0.158E-01	0.101E-01
	20000.	0.107	0.205E-01	0.188E-01	0.141E-01	0.167E-01	0.113E-01
	30000.	0.117	0.150E-01	0.197E-01	0.151E-01	0.173E-01	0.121E-01
	50000.	0.125	0.961E-02	0.208E-01	0.164E-01	0.181E-01	0.132E-01
10S - 10P	2500.	0.886	0.443	0.214	0.118	0.203	0.945E-01
447387.3 Å	5000.	1.15	0.441	0.223	0.132	0.209	0.106
C = 0.31E+17	10000.	1.50	0.364	0.233	0.148	0.215	0.119
	20000.	1.89	0.250	0.246	0.167	0.224	0.134
	30000.	2.09	0.187	0.254	0.178	0.230	0.143
	50000.	2.26	0.121	0.267	0.194	0.238	0.156

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
4P - 5S	2500.	0.820E-06	0.673E-06	0.209E-06	0.190E-06	0.171E-06	0.153E-06
6143.9 Å	5000.	0.983E-06	0.789E-06	0.233E-06	0.214E-06	0.190E-06	0.172E-06
C = 0.19E+15	10000.	0.114E-05	0.930E-06	0.259E-06	0.240E-06	0.211E-06	0.193E-06
	20000.	0.124E-05	0.996E-06	0.290E-06	0.269E-06	0.235E-06	0.216E-06
	30000.	0.130E-05	0.100E-05	0.310E-06	0.288E-06	0.251E-06	0.231E-06
	50000.	0.136E-05	0.913E-06	0.336E-06	0.313E-06	0.272E-06	0.252E-06
4P - 6S	2500.	0.146E-05	0.111E-05	0.327E-06	0.308E-06	0.263E-06	0.248E-06
3966.5 Å	5000.	0.172E-05	0.132E-05	0.367E-06	0.346E-06	0.295E-06	0.278E-06
C = 0.32E+14	10000.	0.190E-05	0.151E-05	0.412E-06	0.388E-06	0.331E-06	0.312E-06
	20000.	0.202E-05	0.151E-05	0.462E-06	0.436E-06	0.372E-06	0.351E-06
	30000.	0.211E-05	0.143E-05	0.494E-06	0.466E-06	0.398E-06	0.375E-06
	50000.	0.222E-05	0.121E-05	0.538E-06	0.508E-06	0.433E-06	0.408E-06
4P - 7S	2500.	0.329E-05	0.241E-05	0.690E-06	0.652E-06	0.555E-06	0.524E-06
3482.2 Å	5000.	0.377E-05	0.279E-05	0.774E-06	0.731E-06	0.623E-06	0.588E-06
C = 0.12E+14	10000.	0.410E-05	0.294E-05	0.869E-06	0.821E-06	0.699E-06	0.660E-06
	20000.	0.459E-05	0.276E-05	0.975E-06	0.921E-06	0.784E-06	0.741E-06
	30000.	0.489E-05	0.243E-05	0.104E-05	0.986E-06	0.839E-06	0.793E-06
	50000.	0.550E-05	0.202E-05	0.114E-05	0.107E-05	0.914E-06	0.863E-06
4P - 8S	2500.	0.692E-05	0.507E-05	0.142E-05	0.134E-05	0.114E-05	0.107E-05
3281.3 Å	5000.	0.801E-05	0.577E-05	0.159E-05	0.150E-05	0.128E-05	0.121E-05
C = 0.59E+13	10000.	0.863E-05	0.572E-05	0.178E-05	0.168E-05	0.143E-05	0.135E-05
	20000.	0.977E-05	0.485E-05	0.200E-05	0.189E-05	0.161E-05	0.152E-05
	30000.	0.108E-04	0.409E-05	0.214E-05	0.202E-05	0.172E-05	0.163E-05
	50000.	0.122E-04	0.330E-05	0.233E-05	0.220E-05	0.187E-05	0.177E-05
4P - 9S	2500.	0.132E-04	0.956E-05	0.264E-05	0.249E-05	0.212E-05	0.200E-05
3176.1 Å	5000.	0.147E-04	0.103E-04	0.296E-05	0.280E-05	0.238E-05	0.225E-05
C = 0.34E+13	10000.	0.167E-04	0.991E-05	0.332E-05	0.314E-05	0.267E-05	0.252E-05
	20000.	0.195E-04	0.771E-05	0.373E-05	0.352E-05	0.300E-05	0.283E-05
	30000.	0.219E-04	0.636E-05	0.399E-05	0.377E-05	0.321E-05	0.303E-05
	50000.	0.242E-04	0.492E-05	0.435E-05	0.411E-05	0.349E-05	0.330E-05
4P - 10S	2500.	0.231E-04	0.164E-04	0.456E-05	0.431E-05	0.367E-05	0.346E-05
3113.4 Å	5000.	0.259E-04	0.169E-04	0.512E-05	0.484E-05	0.412E-05	0.389E-05
C = 0.22E+13	10000.	0.301E-04	0.155E-04	0.575E-05	0.543E-05	0.462E-05	0.437E-05
	20000.	0.364E-04	0.114E-04	0.646E-05	0.610E-05	0.519E-05	0.490E-05
	30000.	0.407E-04	0.928E-05	0.691E-05	0.653E-05	0.555E-05	0.525E-05
	50000.	0.446E-04	0.681E-05	0.753E-05	0.710E-05	0.605E-05	0.571E-05
5P - 6S	2500.	0.554E-04	0.271E-04	0.120E-04	0.752E-05	0.111E-04	0.605E-05
25582.3 Å	5000.	0.752E-04	0.339E-04	0.127E-04	0.844E-05	0.116E-04	0.679E-05
C = 0.78E+15	10000.	0.960E-04	0.403E-04	0.134E-04	0.947E-05	0.121E-04	0.762E-05
	20000.	0.117E-03	0.405E-04	0.143E-04	0.106E-04	0.127E-04	0.855E-05
	30000.	0.129E-03	0.367E-04	0.149E-04	0.114E-04	0.132E-04	0.915E-05
	50000.	0.144E-03	0.311E-04	0.158E-04	0.124E-04	0.138E-04	0.996E-05
5P - 7S	2500.	0.491E-04	0.340E-04	0.979E-05	0.897E-05	0.800E-05	0.721E-05
13485.3 Å	5000.	0.578E-04	0.396E-04	0.109E-04	0.101E-04	0.890E-05	0.809E-05
C = 0.18E+15	10000.	0.662E-04	0.400E-04	0.122E-04	0.113E-04	0.991E-05	0.908E-05
	20000.	0.768E-04	0.353E-04	0.136E-04	0.127E-04	0.111E-04	0.102E-04
	30000.	0.855E-04	0.315E-04	0.146E-04	0.136E-04	0.118E-04	0.109E-04
	50000.	0.970E-04	0.259E-04	0.158E-04	0.148E-04	0.128E-04	0.119E-04
5P - 8S	2500.	0.768E-04	0.550E-04	0.153E-04	0.144E-04	0.124E-04	0.116E-04
10901.1 Å	5000.	0.871E-04	0.620E-04	0.172E-04	0.162E-04	0.139E-04	0.130E-04
C = 0.65E+14	10000.	0.987E-04	0.615E-04	0.193E-04	0.182E-04	0.155E-04	0.146E-04
	20000.	0.114E-03	0.489E-04	0.216E-04	0.204E-04	0.174E-04	0.164E-04
	30000.	0.128E-03	0.417E-04	0.231E-04	0.218E-04	0.186E-04	0.175E-04
	50000.	0.144E-03	0.334E-04	0.252E-04	0.238E-04	0.203E-04	0.191E-04
5P - 9S	2500.	0.126E-03	0.900E-04	0.250E-04	0.236E-04	0.201E-04	0.190E-04
9820.3 Å	5000.	0.140E-03	0.985E-04	0.281E-04	0.265E-04	0.226E-04	0.213E-04
C = 0.33E+14	10000.	0.163E-03	0.929E-04	0.315E-04	0.298E-04	0.254E-04	0.239E-04
	20000.	0.192E-03	0.687E-04	0.354E-04	0.334E-04	0.285E-04	0.269E-04
	30000.	0.216E-03	0.540E-04	0.379E-04	0.358E-04	0.304E-04	0.287E-04
	50000.	0.240E-03	0.427E-04	0.413E-04	0.389E-04	0.332E-04	0.313E-04

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
5P - 10S	2500.	0.215E-03	0.149E-03	0.401E-04	0.378E-04	0.323E-04	0.304E-04
9244.9 Å	5000.	0.229E-03	0.149E-03	0.450E-04	0.425E-04	0.362E-04	0.342E-04
C = 0.19E+14	10000.	0.266E-03	0.136E-03	0.505E-04	0.477E-04	0.406E-04	0.384E-04
	20000.	0.327E-03	0.940E-04	0.567E-04	0.536E-04	0.456E-04	0.431E-04
	30000.	0.365E-03	0.723E-04	0.607E-04	0.573E-04	0.488E-04	0.461E-04
	50000.	0.399E-03	0.536E-04	0.662E-04	0.624E-04	0.531E-04	0.502E-04
6P - 7S	2500.	0.224E-02	-0.622E-03	0.436E-03	-0.345E-03	0.378E-03	-0.277E-03
68581.9 Å	5000.	0.290E-02	-0.266E-03	0.475E-03	-0.387E-03	0.406E-03	-0.311E-03
C = 0.10E+16	10000.	0.346E-02	0.352E-05	0.521E-03	-0.434E-03	0.439E-03	-0.349E-03
	20000.	0.395E-02	0.205E-03	0.577E-03	-0.488E-03	0.477E-03	-0.392E-03
	30000.	0.424E-02	0.242E-03	0.617E-03	-0.522E-03	0.503E-03	-0.419E-03
	50000.	0.453E-02	0.332E-03	0.677E-03	-0.568E-03	0.538E-03	-0.457E-03
6P - 8S	2500.	0.715E-03	0.228E-03	0.719E-04	0.492E-04	0.652E-04	0.395E-04
31094.3 Å	5000.	0.917E-03	0.285E-03	0.767E-04	0.552E-04	0.684E-04	0.444E-04
C = 0.22E+15	10000.	0.112E-02	0.313E-03	0.825E-04	0.620E-04	0.722E-04	0.498E-04
	20000.	0.132E-02	0.267E-03	0.898E-04	0.696E-04	0.769E-04	0.559E-04
	30000.	0.145E-02	0.229E-03	0.949E-04	0.745E-04	0.800E-04	0.598E-04
	50000.	0.158E-02	0.208E-03	0.102E-03	0.812E-04	0.843E-04	0.652E-04
6P - 9S	2500.	0.783E-03	0.437E-03	0.123E-03	0.113E-03	0.100E-03	0.907E-04
23665.2 Å	5000.	0.932E-03	0.460E-03	0.137E-03	0.127E-03	0.111E-03	0.102E-03
C = 0.12E+15	10000.	0.111E-02	0.435E-03	0.154E-03	0.142E-03	0.124E-03	0.114E-03
	20000.	0.134E-02	0.316E-03	0.172E-03	0.160E-03	0.139E-03	0.128E-03
	30000.	0.149E-02	0.252E-03	0.185E-03	0.171E-03	0.148E-03	0.137E-03
	50000.	0.162E-02	0.197E-03	0.202E-03	0.186E-03	0.161E-03	0.150E-03
6P - 10S	2500.	0.105E-02	0.688E-03	0.186E-03	0.174E-03	0.150E-03	0.140E-03
20578.7 Å	5000.	0.122E-02	0.690E-03	0.208E-03	0.196E-03	0.168E-03	0.157E-03
C = 0.94E+14	10000.	0.145E-02	0.583E-03	0.234E-03	0.220E-03	0.188E-03	0.177E-03
	20000.	0.179E-02	0.384E-03	0.263E-03	0.247E-03	0.211E-03	0.198E-03
	30000.	0.198E-02	0.317E-03	0.282E-03	0.264E-03	0.226E-03	0.212E-03
	50000.	0.215E-02	0.198E-03	0.308E-03	0.287E-03	0.246E-03	0.231E-03
7P - 8S	2500.	0.271E-01	-0.924E-02	0.555E-02	-0.486E-02	0.462E-02	-0.390E-02
128376.3 Å	5000.	0.330E-01	-0.537E-02	0.616E-02	-0.546E-02	0.508E-02	-0.439E-02
C = 0.15E+16	10000.	0.371E-01	-0.176E-02	0.688E-02	-0.613E-02	0.560E-02	-0.493E-02
	20000.	0.407E-01	0.537E-03	0.775E-02	-0.688E-02	0.620E-02	-0.553E-02
	30000.	0.427E-01	0.137E-02	0.836E-02	-0.736E-02	0.659E-02	-0.592E-02
	50000.	0.443E-01	0.231E-02	0.929E-02	-0.801E-02	0.713E-02	-0.644E-02
7P - 9S	2500.	0.644E-02	0.132E-03	0.737E-03	-0.587E-03	0.637E-03	-0.471E-03
55910.9 Å	5000.	0.793E-02	0.614E-03	0.806E-03	-0.659E-03	0.685E-03	-0.529E-03
C = 0.29E+15	10000.	0.940E-02	0.106E-02	0.891E-03	-0.739E-03	0.742E-03	-0.594E-03
	20000.	0.109E-01	0.941E-03	0.100E-02	-0.830E-03	0.808E-03	-0.667E-03
	30000.	0.117E-01	0.894E-03	0.108E-02	-0.887E-03	0.852E-03	-0.714E-03
	50000.	0.123E-01	0.800E-03	0.122E-02	-0.966E-03	0.914E-03	-0.777E-03
7P - 10S	2500.	0.504E-02	0.161E-02	0.428E-03	0.349E-03	0.366E-03	0.280E-03
41282.6 Å	5000.	0.624E-02	0.186E-02	0.469E-03	0.392E-03	0.396E-03	0.315E-03
C = 0.16E+15	10000.	0.751E-02	0.160E-02	0.518E-03	0.440E-03	0.430E-03	0.353E-03
	20000.	0.901E-02	0.109E-02	0.578E-03	0.494E-03	0.470E-03	0.397E-03
	30000.	0.980E-02	0.902E-03	0.618E-03	0.528E-03	0.496E-03	0.424E-03
	50000.	0.104E-01	0.597E-03	0.676E-03	0.576E-03	0.532E-03	0.462E-03
8P - 9S	2500.	0.341	-0.888E-01	0.814E-01	-0.750E-01	0.652E-01	-0.602E-01
216525.2 Å	5000.	0.340	-0.435E-01	0.921E-01	-0.844E-01	0.730E-01	-0.677E-01
C = 0.84E+15	10000.	0.339	-0.118E-01	0.105	-0.948E-01	0.817E-01	-0.762E-01
	20000.	0.338	0.269E-02	0.122	-0.106	0.916E-01	-0.856E-01
	30000.	0.336	0.913E-02	0.136	-0.114	0.981E-01	-0.916E-01
	50000.	0.328	0.676E-02	0.157	-0.125	0.107	-0.997E-01
8P - 10S	2500.	0.667E-01	-0.858E-02	0.137E-01	-0.126E-01	0.109E-01	-0.101E-01
91273.4 Å	5000.	0.695E-01	-0.305E-02	0.155E-01	-0.141E-01	0.122E-01	-0.113E-01
C = 0.15E+15	10000.	0.720E-01	0.210E-02	0.177E-01	-0.159E-01	0.137E-01	-0.128E-01
	20000.	0.751E-01	0.270E-02	0.206E-01	-0.178E-01	0.154E-01	-0.143E-01
	30000.	0.765E-01	0.331E-02	0.229E-01	-0.191E-01	0.165E-01	-0.153E-01
	50000.	0.765E-01	0.182E-02	0.266E-01	-0.209E-01	0.180E-01	-0.167E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
9P - 10S	2500.	0.959	0.567	0.189	0.169	0.155	0.136
338547.0 Å	5000.	1.04	0.506	0.210	0.190	0.171	0.153
C = 0.52E+16	10000.	1.12	0.364	0.235	0.214	0.190	0.172
	20000.	1.20	0.190	0.265	0.240	0.212	0.193
	30000.	1.23	0.152	0.286	0.257	0.226	0.207
	50000.	1.25	0.117	0.316	0.280	0.245	0.225
4P - 4D	2500.	0.943E-06	-0.329E-06	0.247E-06	-0.114E-06	0.239E-06	-0.918E-07
4446.3 Å	5000.	0.106E-05	-0.183E-06	0.253E-06	-0.128E-06	0.243E-06	-0.103E-06
C = 0.23E+14	10000.	0.126E-05	-0.291E-07	0.262E-06	-0.144E-06	0.248E-06	-0.116E-06
	20000.	0.141E-05	0.107E-06	0.273E-06	-0.161E-06	0.254E-06	-0.130E-06
	30000.	0.149E-05	0.135E-06	0.281E-06	-0.173E-06	0.259E-06	-0.139E-06
	50000.	0.157E-05	0.164E-06	0.294E-06	-0.188E-06	0.265E-06	-0.151E-06
4P - 5D	2500.	0.511E-05	-0.307E-05	0.117E-05	-0.987E-06	0.985E-06	-0.794E-06
3638.7 Å	5000.	0.530E-05	-0.253E-05	0.128E-05	-0.111E-05	0.107E-05	-0.891E-06
C = 0.30E+13	10000.	0.577E-05	-0.164E-05	0.142E-05	-0.124E-05	0.118E-05	-0.100E-05
	20000.	0.599E-05	-0.101E-05	0.159E-05	-0.140E-05	0.129E-05	-0.112E-05
	30000.	0.598E-05	-0.652E-06	0.170E-05	-0.149E-05	0.137E-05	-0.120E-05
	50000.	0.595E-05	-0.336E-06	0.187E-05	-0.163E-05	0.148E-05	-0.131E-05
4P - 6D	2500.	0.149E-04	-0.917E-05	0.346E-05	-0.308E-05	0.285E-05	-0.248E-05
3357.1 Å	5000.	0.153E-04	-0.743E-05	0.385E-05	-0.346E-05	0.315E-05	-0.278E-05
C = 0.10E+13	10000.	0.160E-04	-0.524E-05	0.431E-05	-0.389E-05	0.349E-05	-0.313E-05
	20000.	0.163E-04	-0.362E-05	0.487E-05	-0.436E-05	0.388E-05	-0.351E-05
	30000.	0.160E-04	-0.222E-05	0.525E-05	-0.467E-05	0.413E-05	-0.375E-05
	50000.	0.156E-04	-0.124E-05	0.583E-05	-0.508E-05	0.447E-05	-0.409E-05
4P - 7D	2500.	0.530E-04	-0.270E-04	0.143E-04	-0.132E-04	0.114E-04	-0.106E-04
3221.5 Å	5000.	0.506E-04	-0.198E-04	0.162E-04	-0.148E-04	0.128E-04	-0.119E-04
C = 0.19E+12	10000.	0.489E-04	-0.122E-04	0.185E-04	-0.166E-04	0.143E-04	-0.134E-04
	20000.	0.459E-04	-0.581E-05	0.217E-04	-0.187E-04	0.161E-04	-0.150E-04
	30000.	0.437E-04	-0.407E-05	0.241E-04	-0.200E-04	0.172E-04	-0.161E-04
	50000.	0.408E-04	-0.235E-05	0.278E-04	-0.219E-04	0.188E-04	-0.175E-04
4P - 8D	2500.	0.616E-04	-0.622E-05	0.796E-05	-0.657E-05	0.674E-05	-0.527E-05
3146.8 Å	5000.	0.725E-04	-0.210E-05	0.879E-05	-0.738E-05	0.732E-05	-0.593E-05
C = 0.35E+12	10000.	0.786E-04	-0.294E-06	0.983E-05	-0.829E-05	0.799E-05	-0.667E-05
	20000.	0.790E-04	0.143E-05	0.112E-04	-0.930E-05	0.877E-05	-0.748E-05
	30000.	0.771E-04	0.142E-05	0.123E-04	-0.995E-05	0.928E-05	-0.801E-05
	50000.	0.729E-04	0.131E-05	0.142E-04	-0.109E-04	0.100E-04	-0.872E-05
4P - 9D	2500.	0.304E-04	0.131E-04	0.918E-05	0.352E-05	0.901E-05	0.283E-05
3077.2 Å	5000.	0.399E-04	0.129E-04	0.933E-05	0.395E-05	0.909E-05	0.318E-05
C = 0.15E+13	10000.	0.522E-04	0.110E-04	0.952E-05	0.444E-05	0.920E-05	0.357E-05
	20000.	0.658E-04	0.814E-05	0.976E-05	0.498E-05	0.935E-05	0.400E-05
	30000.	0.725E-04	0.661E-05	0.994E-05	0.533E-05	0.945E-05	0.429E-05
	50000.	0.786E-04	0.470E-05	0.102E-04	0.580E-05	0.962E-05	0.467E-05
4P - 10D	2500.	0.695E-04	-0.432E-04	0.178E-04	-0.126E-04	0.160E-04	-0.101E-04
3051.5 Å	5000.	0.791E-04	-0.287E-04	0.190E-04	-0.142E-04	0.168E-04	-0.114E-04
C = 0.68E+12	10000.	0.987E-04	-0.206E-04	0.205E-04	-0.159E-04	0.179E-04	-0.128E-04
	20000.	0.117E-03	-0.116E-04	0.222E-04	-0.179E-04	0.192E-04	-0.144E-04
	30000.	0.124E-03	-0.761E-05	0.233E-04	-0.191E-04	0.200E-04	-0.154E-04
	50000.	0.131E-03	-0.394E-05	0.249E-04	-0.208E-04	0.212E-04	-0.168E-04
5P - 5D	2500.	0.111E-03	-0.681E-04	0.244E-04	-0.205E-04	0.207E-04	-0.165E-04
16180.3 Å	5000.	0.118E-03	-0.601E-04	0.268E-04	-0.230E-04	0.225E-04	-0.185E-04
C = 0.58E+14	10000.	0.126E-03	-0.430E-04	0.297E-04	-0.258E-04	0.246E-04	-0.207E-04
	20000.	0.136E-03	-0.297E-04	0.331E-04	-0.290E-04	0.270E-04	-0.233E-04
	30000.	0.137E-03	-0.217E-04	0.354E-04	-0.310E-04	0.286E-04	-0.249E-04
	50000.	0.138E-03	-0.141E-04	0.389E-04	-0.337E-04	0.308E-04	-0.271E-04
5P - 6D	2500.	0.188E-03	-0.118E-03	0.430E-04	-0.383E-04	0.355E-04	-0.307E-04
11784.4 Å	5000.	0.194E-03	-0.924E-04	0.479E-04	-0.430E-04	0.392E-04	-0.345E-04
C = 0.13E+14	10000.	0.203E-03	-0.651E-04	0.536E-04	-0.482E-04	0.434E-04	-0.388E-04
	20000.	0.209E-03	-0.379E-04	0.604E-04	-0.541E-04	0.482E-04	-0.435E-04
	30000.	0.207E-03	-0.263E-04	0.652E-04	-0.579E-04	0.513E-04	-0.466E-04
	50000.	0.203E-03	-0.144E-04	0.723E-04	-0.631E-04	0.556E-04	-0.507E-04

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
5P - 7D	2500.	0.541E-03	-0.266E-03	0.145E-03	-0.134E-03	0.116E-03	-0.107E-03
10267.8 Å	5000.	0.518E-03	-0.179E-03	0.165E-03	-0.150E-03	0.130E-03	-0.121E-03
C = 0.19E+13	10000.	0.501E-03	-0.122E-03	0.189E-03	-0.169E-03	0.146E-03	-0.136E-03
	20000.	0.473E-03	-0.551E-04	0.220E-03	-0.190E-03	0.163E-03	-0.153E-03
	30000.	0.451E-03	-0.371E-04	0.245E-03	-0.203E-03	0.175E-03	-0.163E-03
	50000.	0.422E-03	-0.193E-04	0.283E-03	-0.223E-03	0.191E-03	-0.178E-03
5P - 8D	2500.	0.568E-03	-0.600E-04	0.734E-04	-0.605E-04	0.622E-04	-0.486E-04
9545.3 Å	5000.	0.669E-03	-0.255E-04	0.811E-04	-0.681E-04	0.675E-04	-0.547E-04
C = 0.32E+13	10000.	0.727E-03	0.620E-06	0.907E-04	-0.764E-04	0.737E-04	-0.614E-04
	20000.	0.732E-03	0.787E-05	0.104E-03	-0.858E-04	0.809E-04	-0.690E-04
	30000.	0.715E-03	0.102E-04	0.114E-03	-0.918E-04	0.856E-04	-0.738E-04
	50000.	0.677E-03	0.119E-04	0.131E-03	-0.100E-03	0.924E-04	-0.803E-04
5P - 9D	2500.	0.257E-03	0.114E-03	0.775E-04	0.295E-04	0.760E-04	0.237E-04
8932.6 Å	5000.	0.338E-03	0.108E-03	0.787E-04	0.332E-04	0.767E-04	0.267E-04
C = 0.12E+14	10000.	0.444E-03	0.902E-04	0.803E-04	0.372E-04	0.776E-04	0.299E-04
	20000.	0.559E-03	0.624E-04	0.823E-04	0.418E-04	0.789E-04	0.336E-04
	30000.	0.616E-03	0.493E-04	0.838E-04	0.447E-04	0.797E-04	0.359E-04
	50000.	0.668E-03	0.336E-04	0.860E-04	0.487E-04	0.811E-04	0.391E-04
5P - 10D	2500.	0.569E-03	-0.348E-03	0.145E-03	-0.103E-03	0.131E-03	-0.827E-04
8719.1 Å	5000.	0.649E-03	-0.252E-03	0.155E-03	-0.116E-03	0.138E-03	-0.930E-04
C = 0.55E+13	10000.	0.810E-03	-0.147E-03	0.167E-03	-0.130E-03	0.146E-03	-0.105E-03
	20000.	0.956E-03	-0.878E-04	0.181E-03	-0.146E-03	0.157E-03	-0.118E-03
	30000.	0.102E-02	-0.565E-04	0.191E-03	-0.156E-03	0.163E-03	-0.126E-03
	50000.	0.107E-02	-0.120E-04	0.204E-03	-0.170E-03	0.173E-03	-0.137E-03
6P - 6D	2500.	0.278E-02	-0.164E-02	0.552E-03	-0.490E-03	0.456E-03	-0.394E-03
39550.7 Å	5000.	0.293E-02	-0.137E-02	0.614E-03	-0.550E-03	0.503E-03	-0.442E-03
C = 0.14E+15	10000.	0.298E-02	-0.996E-03	0.687E-03	-0.618E-03	0.557E-03	-0.497E-03
	20000.	0.307E-02	-0.598E-03	0.775E-03	-0.694E-03	0.618E-03	-0.558E-03
	30000.	0.304E-02	-0.448E-03	0.836E-03	-0.742E-03	0.658E-03	-0.597E-03
	50000.	0.295E-02	-0.282E-03	0.928E-03	-0.808E-03	0.712E-03	-0.650E-03
6P - 7D	2500.	0.386E-02	-0.162E-02	0.978E-03	-0.899E-03	0.784E-03	-0.722E-03
26442.6 Å	5000.	0.374E-02	-0.104E-02	0.111E-02	-0.101E-02	0.876E-03	-0.813E-03
C = 0.13E+14	10000.	0.362E-02	-0.677E-03	0.127E-02	-0.114E-02	0.981E-03	-0.914E-03
	20000.	0.346E-02	-0.418E-03	0.148E-02	-0.128E-02	0.110E-02	-0.103E-02
	30000.	0.330E-02	-0.200E-03	0.164E-02	-0.137E-02	0.118E-02	-0.110E-02
	50000.	0.309E-02	-0.918E-04	0.190E-02	-0.150E-02	0.129E-02	-0.120E-02
6P - 8D	2500.	0.316E-02	-0.429E-03	0.408E-03	-0.337E-03	0.345E-03	-0.271E-03
22128.6 Å	5000.	0.374E-02	-0.238E-03	0.451E-03	-0.379E-03	0.375E-03	-0.305E-03
C = 0.17E+14	10000.	0.408E-02	-0.103E-03	0.504E-03	-0.426E-03	0.410E-03	-0.343E-03
	20000.	0.413E-02	-0.266E-04	0.576E-03	-0.478E-03	0.450E-03	-0.385E-03
	30000.	0.404E-02	0.119E-04	0.632E-03	-0.512E-03	0.476E-03	-0.411E-03
	50000.	0.384E-02	0.261E-04	0.726E-03	-0.559E-03	0.514E-03	-0.448E-03
6P - 9D	2500.	0.122E-02	0.458E-03	0.353E-03	0.122E-03	0.348E-03	0.982E-04
19092.6 Å	5000.	0.163E-02	0.442E-03	0.358E-03	0.137E-03	0.351E-03	0.110E-03
C = 0.56E+14	10000.	0.215E-02	0.336E-03	0.363E-03	0.154E-03	0.354E-03	0.124E-03
	20000.	0.269E-02	0.220E-03	0.371E-03	0.173E-03	0.358E-03	0.139E-03
	30000.	0.296E-02	0.183E-03	0.377E-03	0.185E-03	0.361E-03	0.149E-03
	50000.	0.320E-02	0.102E-03	0.386E-03	0.202E-03	0.366E-03	0.162E-03
6P - 10D	2500.	0.256E-02	-0.147E-02	0.635E-03	-0.452E-03	0.570E-03	-0.363E-03
18143.5 Å	5000.	0.293E-02	-0.114E-02	0.679E-03	-0.508E-03	0.602E-03	-0.408E-03
C = 0.24E+14	10000.	0.363E-02	-0.651E-03	0.732E-03	-0.571E-03	0.639E-03	-0.459E-03
	20000.	0.428E-02	-0.399E-03	0.794E-03	-0.641E-03	0.685E-03	-0.515E-03
	30000.	0.455E-02	-0.195E-03	0.836E-03	-0.686E-03	0.715E-03	-0.552E-03
	50000.	0.478E-02	-0.703E-04	0.894E-03	-0.747E-03	0.757E-03	-0.601E-03
7P - 7D	2500.	0.369E-01	-0.172E-01	0.835E-02	-0.766E-02	0.669E-02	-0.615E-02
74364.9 Å	5000.	0.362E-01	-0.120E-01	0.944E-02	-0.861E-02	0.748E-02	-0.692E-02
C = 0.10E+15	10000.	0.351E-01	-0.853E-02	0.108E-01	-0.968E-02	0.837E-02	-0.778E-02
	20000.	0.337E-01	-0.368E-02	0.126E-01	-0.109E-01	0.938E-02	-0.874E-02
	30000.	0.322E-01	-0.274E-02	0.139E-01	-0.116E-01	0.100E-01	-0.935E-02
	50000.	0.302E-01	-0.181E-02	0.161E-01	-0.127E-01	0.110E-01	-0.102E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
7P - 8D	2500.	0.172E-01	-0.360E-02	0.224E-02	-0.189E-02	0.188E-02	-0.152E-02
48031.4 Å	5000.	0.202E-01	-0.235E-02	0.248E-02	-0.213E-02	0.205E-02	-0.171E-02
C = 0.82E+14	10000.	0.218E-01	-0.138E-02	0.278E-02	-0.239E-02	0.225E-02	-0.192E-02
	20000.	0.220E-01	-0.537E-03	0.318E-02	-0.268E-02	0.248E-02	-0.216E-02
	30000.	0.215E-01	-0.199E-03	0.348E-02	-0.287E-02	0.263E-02	-0.231E-02
	50000.	0.204E-01	-0.709E-04	0.398E-02	-0.313E-02	0.284E-02	-0.251E-02
7P - 9D	2500.	0.501E-02	0.728E-03	0.123E-02	0.102E-03	0.122E-02	0.823E-04
35707.0 Å	5000.	0.676E-02	0.804E-03	0.123E-02	0.115E-03	0.122E-02	0.924E-04
C = 0.12E+15	10000.	0.876E-02	0.637E-03	0.123E-02	0.132E-03	0.122E-02	0.104E-03
	20000.	0.107E-01	0.462E-03	0.124E-02	0.151E-03	0.122E-02	0.116E-03
	30000.	0.117E-01	0.397E-03	0.125E-02	0.156E-03	0.123E-02	0.125E-03
	50000.	0.125E-01	0.244E-03	0.126E-02	0.147E-03	0.123E-02	0.136E-03
7P - 10D	2500.	0.939E-02	-0.467E-02	0.213E-02	-0.155E-02	0.190E-02	-0.125E-02
32524.9 Å	5000.	0.107E-01	-0.352E-02	0.229E-02	-0.175E-02	0.201E-02	-0.140E-02
C = 0.77E+14	10000.	0.129E-01	-0.175E-02	0.248E-02	-0.196E-02	0.215E-02	-0.158E-02
	20000.	0.150E-01	-0.665E-03	0.270E-02	-0.220E-02	0.231E-02	-0.177E-02
	30000.	0.158E-01	-0.411E-03	0.285E-02	-0.236E-02	0.241E-02	-0.190E-02
	50000.	0.164E-01	-0.267E-03	0.306E-02	-0.257E-02	0.256E-02	-0.206E-02
8P - 8D	2500.	0.218	-0.524E-01	0.373E-01	-0.338E-01	0.302E-01	-0.271E-01
132406.5 Å	5000.	0.237	-0.312E-01	0.421E-01	-0.381E-01	0.336E-01	-0.306E-01
C = 0.32E+15	10000.	0.239	-0.159E-01	0.481E-01	-0.428E-01	0.374E-01	-0.344E-01
	20000.	0.231	-0.464E-02	0.559E-01	-0.481E-01	0.418E-01	-0.386E-01
	30000.	0.222	-0.282E-02	0.619E-01	-0.514E-01	0.447E-01	-0.413E-01
	50000.	0.208	-0.120E-02	0.718E-01	-0.561E-01	0.487E-01	-0.450E-01
8P - 9D	2500.	0.413E-01	-0.677E-02	0.871E-02	-0.711E-02	0.739E-02	-0.571E-02
67849.5 Å	5000.	0.458E-01	-0.283E-02	0.962E-02	-0.800E-02	0.800E-02	-0.642E-02
C = 0.83E+14	10000.	0.508E-01	-0.815E-03	0.108E-01	-0.899E-02	0.872E-02	-0.722E-02
	20000.	0.555E-01	0.657E-03	0.124E-01	-0.101E-01	0.957E-02	-0.812E-02
	30000.	0.575E-01	0.559E-03	0.136E-01	-0.108E-01	0.101E-01	-0.869E-02
	50000.	0.586E-01	0.292E-03	0.156E-01	-0.118E-01	0.109E-01	-0.946E-02
8P - 10D	2500.	0.455E-01	-0.149E-01	0.942E-02	-0.784E-02	0.796E-02	-0.630E-02
57213.1 Å	5000.	0.482E-01	-0.475E-02	0.104E-01	-0.883E-02	0.866E-02	-0.709E-02
C = 0.59E+14	10000.	0.535E-01	-0.258E-02	0.116E-01	-0.993E-02	0.947E-02	-0.798E-02
	20000.	0.581E-01	-0.266E-02	0.131E-01	-0.112E-01	0.104E-01	-0.897E-02
	30000.	0.596E-01	0.191E-03	0.142E-01	-0.119E-01	0.110E-01	-0.960E-02
	50000.	0.605E-01	0.486E-03	0.160E-01	-0.130E-01	0.119E-01	-0.105E-01
9P - 9D	2500.	0.200	0.106	0.407E-01	0.317E-01	0.354E-01	0.254E-01
148451.6 Å	5000.	0.230	0.927E-01	0.442E-01	0.356E-01	0.380E-01	0.286E-01
C = 0.99E+15	10000.	0.263	0.660E-01	0.485E-01	0.401E-01	0.410E-01	0.322E-01
	20000.	0.293	0.443E-01	0.536E-01	0.450E-01	0.445E-01	0.362E-01
	30000.	0.306	0.255E-01	0.573E-01	0.481E-01	0.468E-01	0.387E-01
	50000.	0.315	0.195E-01	0.627E-01	0.524E-01	0.500E-01	0.421E-01
9P - 10D	2500.	0.115	-0.109E-01	0.175E-01	-0.202E-02	0.174E-01	-0.162E-02
105527.5 Å	5000.	0.146	-0.549E-02	0.175E-01	-0.227E-02	0.174E-01	-0.182E-02
C = 0.50E+15	10000.	0.180	-0.239E-02	0.177E-01	-0.247E-02	0.174E-01	-0.205E-02
	20000.	0.205	0.148E-02	0.179E-01	-0.240E-02	0.175E-01	-0.230E-02
	30000.	0.215	0.181E-02	0.182E-01	-0.220E-02	0.175E-01	-0.244E-02
	50000.	0.222	0.349E-02	0.187E-01	-0.170E-02	0.175E-01	-0.258E-02
10P - 10D	2500.	0.608	-0.346	0.134	-0.952E-01	0.121	-0.764E-01
233252.5 Å	5000.	0.714	-0.287	0.144	-0.107	0.127	-0.861E-01
C = 0.40E+16	10000.	0.842	-0.232	0.155	-0.120	0.135	-0.968E-01
	20000.	0.993	-0.989E-01	0.168	-0.135	0.145	-0.109
	30000.	1.07	-0.841E-01	0.176	-0.145	0.151	-0.116
	50000.	1.12	-0.710E-01	0.188	-0.158	0.160	-0.127
4D - 5P	2500.	0.724E-03	0.416E-03	0.175E-03	0.110E-03	0.162E-03	0.888E-04
84142.5 Å	5000.	0.797E-03	0.412E-03	0.184E-03	0.124E-03	0.168E-03	0.997E-04
C = 0.84E+16	10000.	0.882E-03	0.366E-03	0.196E-03	0.139E-03	0.176E-03	0.112E-03
	20000.	0.101E-02	0.266E-03	0.210E-03	0.156E-03	0.185E-03	0.126E-03
	30000.	0.109E-02	0.227E-03	0.219E-03	0.167E-03	0.192E-03	0.134E-03
	50000.	0.116E-02	0.191E-03	0.233E-03	0.182E-03	0.201E-03	0.146E-03

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
4D - 6P	2500.	0.233E-03	0.158E-03	0.530E-04	0.450E-04	0.448E-04	0.362E-04
20969.1 Å	5000.	0.247E-03	0.148E-03	0.584E-04	0.505E-04	0.488E-04	0.406E-04
C = 0.98E+14	10000.	0.261E-03	0.123E-03	0.647E-04	0.567E-04	0.535E-04	0.456E-04
	20000.	0.269E-03	0.911E-04	0.721E-04	0.636E-04	0.588E-04	0.512E-04
	30000.	0.270E-03	0.713E-04	0.772E-04	0.681E-04	0.623E-04	0.547E-04
	50000.	0.268E-03	0.527E-04	0.846E-04	0.741E-04	0.672E-04	0.596E-04
4D - 7P	2500.	0.318E-03	0.212E-03	0.750E-04	0.668E-04	0.619E-04	0.537E-04
13877.4 Å	5000.	0.331E-03	0.183E-03	0.834E-04	0.750E-04	0.683E-04	0.603E-04
C = 0.18E+14	10000.	0.343E-03	0.144E-03	0.933E-04	0.842E-04	0.757E-04	0.677E-04
	20000.	0.340E-03	0.101E-03	0.105E-03	0.945E-04	0.840E-04	0.760E-04
	30000.	0.334E-03	0.734E-04	0.113E-03	0.101E-03	0.895E-04	0.813E-04
	50000.	0.324E-03	0.506E-04	0.125E-03	0.110E-03	0.969E-04	0.886E-04
4D - 8P	2500.	0.901E-03	0.416E-03	0.248E-03	0.228E-03	0.199E-03	0.183E-03
11719.6 Å	5000.	0.878E-03	0.313E-03	0.280E-03	0.257E-03	0.222E-03	0.206E-03
C = 0.25E+13	10000.	0.819E-03	0.202E-03	0.320E-03	0.289E-03	0.249E-03	0.232E-03
	20000.	0.750E-03	0.122E-03	0.372E-03	0.324E-03	0.279E-03	0.261E-03
	30000.	0.707E-03	0.874E-04	0.411E-03	0.347E-03	0.299E-03	0.279E-03
	50000.	0.651E-03	0.536E-04	0.474E-03	0.380E-03	0.326E-03	0.304E-03
4D - 9P	2500.	0.713E-03	-0.462E-03	0.170E-03	-0.150E-03	0.140E-03	-0.121E-03
10714.7 Å	5000.	0.741E-03	-0.382E-03	0.189E-03	-0.169E-03	0.155E-03	-0.136E-03
C = 0.52E+13	10000.	0.773E-03	-0.292E-03	0.211E-03	-0.190E-03	0.171E-03	-0.153E-03
	20000.	0.767E-03	-0.200E-03	0.238E-03	-0.213E-03	0.190E-03	-0.172E-03
	30000.	0.753E-03	-0.140E-03	0.256E-03	-0.228E-03	0.202E-03	-0.184E-03
	50000.	0.727E-03	-0.925E-04	0.284E-03	-0.248E-03	0.219E-03	-0.200E-03
4D - 10P	2500.	0.467E-03	0.322E-03	0.126E-03	0.847E-04	0.115E-03	0.680E-04
10150.4 Å	5000.	0.527E-03	0.348E-03	0.134E-03	0.953E-04	0.120E-03	0.766E-04
C = 0.16E+14	10000.	0.588E-03	0.325E-03	0.143E-03	0.107E-03	0.127E-03	0.860E-04
	20000.	0.657E-03	0.251E-03	0.154E-03	0.120E-03	0.135E-03	0.966E-04
	30000.	0.699E-03	0.184E-03	0.161E-03	0.129E-03	0.140E-03	0.103E-03
	50000.	0.733E-03	0.143E-03	0.172E-03	0.140E-03	0.148E-03	0.113E-03
5D - 6P	2500.	0.173	0.107	0.329E-01	0.283E-01	0.276E-01	0.227E-01
448510.9 Å	5000.	0.183	0.951E-01	0.363E-01	0.317E-01	0.302E-01	0.255E-01
C = 0.45E+17	10000.	0.189	0.759E-01	0.404E-01	0.356E-01	0.332E-01	0.286E-01
	20000.	0.197	0.525E-01	0.452E-01	0.400E-01	0.366E-01	0.321E-01
	30000.	0.198	0.437E-01	0.485E-01	0.428E-01	0.388E-01	0.344E-01
	50000.	0.194	0.277E-01	0.534E-01	0.466E-01	0.419E-01	0.374E-01
5D - 7P	2500.	0.404E-02	0.250E-02	0.846E-03	0.752E-03	0.698E-03	0.604E-03
45165.1 Å	5000.	0.423E-02	0.219E-02	0.941E-03	0.845E-03	0.771E-03	0.679E-03
C = 0.19E+15	10000.	0.435E-02	0.167E-02	0.105E-02	0.949E-03	0.853E-03	0.763E-03
	20000.	0.435E-02	0.108E-02	0.119E-02	0.107E-02	0.948E-03	0.856E-03
	30000.	0.429E-02	0.875E-03	0.128E-02	0.114E-02	0.101E-02	0.916E-03
	50000.	0.414E-02	0.461E-03	0.142E-02	0.124E-02	0.109E-02	0.998E-03
5D - 8P	2500.	0.548E-02	0.255E-02	0.145E-02	0.133E-02	0.116E-02	0.107E-02
28242.0 Å	5000.	0.537E-02	0.191E-02	0.164E-02	0.150E-02	0.130E-02	0.121E-02
C = 0.14E+14	10000.	0.503E-02	0.132E-02	0.187E-02	0.169E-02	0.145E-02	0.136E-02
	20000.	0.464E-02	0.767E-03	0.217E-02	0.190E-02	0.163E-02	0.152E-02
	30000.	0.439E-02	0.552E-03	0.240E-02	0.203E-02	0.175E-02	0.163E-02
	50000.	0.406E-02	0.287E-03	0.277E-02	0.222E-02	0.191E-02	0.178E-02
5D - 9P	2500.	0.335E-02	-0.209E-02	0.779E-03	-0.688E-03	0.644E-03	-0.553E-03
23035.9 Å	5000.	0.353E-02	-0.170E-02	0.866E-03	-0.774E-03	0.710E-03	-0.622E-03
C = 0.24E+14	10000.	0.372E-02	-0.130E-02	0.969E-03	-0.871E-03	0.786E-03	-0.699E-03
	20000.	0.371E-02	-0.862E-03	0.109E-02	-0.977E-03	0.872E-03	-0.786E-03
	30000.	0.366E-02	-0.618E-03	0.118E-02	-0.105E-02	0.928E-03	-0.841E-03
	50000.	0.354E-02	-0.365E-03	0.131E-02	-0.114E-02	0.100E-02	-0.915E-03
5D - 10P	2500.	0.204E-02	0.135E-02	0.524E-03	0.354E-03	0.477E-03	0.285E-03
20576.3 Å	5000.	0.231E-02	0.147E-02	0.557E-03	0.398E-03	0.500E-03	0.320E-03
C = 0.66E+14	10000.	0.257E-02	0.134E-02	0.596E-03	0.448E-03	0.527E-03	0.360E-03
	20000.	0.286E-02	0.928E-03	0.643E-03	0.502E-03	0.561E-03	0.404E-03
	30000.	0.303E-02	0.768E-03	0.674E-03	0.538E-03	0.583E-03	0.432E-03
	50000.	0.316E-02	0.451E-03	0.718E-03	0.585E-03	0.615E-03	0.471E-03

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
6D - 7P	2500.	3.51	2.03	0.661	0.591	0.544	0.475
	5000.	3.65	1.83	0.737	0.665	0.601	0.534
C = 0.11E+18	10000.	3.71	1.16	0.826	0.746	0.667	0.600
	20000.	3.73	0.854	0.934	0.838	0.741	0.673
	30000.	3.67	0.488	1.01	0.896	0.789	0.721
	50000.	3.53	0.325	1.12	0.976	0.855	0.785
6D - 8P	2500.	0.512E-01	0.240E-01	0.123E-01	0.114E-01	0.991E-02	0.913E-02
80946.8 Å	5000.	0.503E-01	0.187E-01	0.140E-01	0.128E-01	0.111E-01	0.103E-01
C = 0.12E+15	10000.	0.477E-01	0.125E-01	0.159E-01	0.144E-01	0.124E-01	0.116E-01
	20000.	0.444E-01	0.736E-02	0.185E-01	0.161E-01	0.139E-01	0.130E-01
	30000.	0.422E-01	0.380E-02	0.205E-01	0.173E-01	0.149E-01	0.139E-01
	50000.	0.392E-01	0.268E-02	0.236E-01	0.189E-01	0.162E-01	0.151E-01
6D - 9P	2500.	0.159E-01	-0.847E-02	0.338E-02	-0.296E-02	0.281E-02	-0.237E-02
49125.3 Å	5000.	0.176E-01	-0.663E-02	0.376E-02	-0.333E-02	0.309E-02	-0.267E-02
C = 0.11E+15	10000.	0.188E-01	-0.502E-02	0.420E-02	-0.374E-02	0.341E-02	-0.300E-02
	20000.	0.189E-01	-0.302E-02	0.474E-02	-0.420E-02	0.378E-02	-0.337E-02
	30000.	0.187E-01	-0.241E-02	0.512E-02	-0.449E-02	0.402E-02	-0.361E-02
	50000.	0.182E-01	-0.108E-02	0.571E-02	-0.489E-02	0.434E-02	-0.393E-02
6D - 10P	2500.	0.873E-02	0.538E-02	0.201E-02	0.142E-02	0.181E-02	0.114E-02
39146.5 Å	5000.	0.983E-02	0.577E-02	0.215E-02	0.159E-02	0.191E-02	0.128E-02
C = 0.14E+15	10000.	0.108E-01	0.517E-02	0.232E-02	0.179E-02	0.203E-02	0.144E-02
	20000.	0.118E-01	0.354E-02	0.252E-02	0.201E-02	0.216E-02	0.161E-02
	30000.	0.124E-01	0.221E-02	0.265E-02	0.215E-02	0.226E-02	0.173E-02
	50000.	0.128E-01	0.170E-02	0.284E-02	0.234E-02	0.239E-02	0.188E-02
7D - 8P	2500.	359.	159.	78.3	72.0	62.6	57.8
	5000.	347.	119.	88.8	81.0	70.0	65.1
C = 0.56E+18	10000.	325.	69.7	102.	91.1	78.4	73.2
	20000.	300.	27.2	119.	102.	87.9	82.3
	30000.	283.	20.8	132.	110.	94.1	88.1
	50000.	261.	14.4	154.	119.	103.	95.9
7D - 9P	2500.	0.154	-0.290E-01	0.107E-01	-0.280E-02	0.104E-01	-0.227E-02
127839.6 Å	5000.	0.170	-0.242E-01	0.111E-01	-0.247E-02	0.104E-01	-0.258E-02
C = 0.29E+15	10000.	0.176	-0.208E-01	0.119E-01	-0.186E-02	0.104E-01	-0.278E-02
	20000.	0.175	-0.135E-01	0.137E-01	-0.379E-03	0.104E-01	-0.243E-02
	30000.	0.171	-0.115E-01	0.156E-01	-0.172E-03	0.104E-01	-0.213E-02
	50000.	0.164	-0.619E-02	0.195E-01	0.234E-03	0.106E-01	-0.126E-02
7D - 10P	2500.	0.558E-01	0.285E-01	0.119E-01	0.989E-02	0.998E-02	0.794E-02
76856.3 Å	5000.	0.587E-01	0.269E-01	0.131E-01	0.111E-01	0.109E-01	0.894E-02
C = 0.11E+15	10000.	0.607E-01	0.209E-01	0.147E-01	0.125E-01	0.119E-01	0.101E-01
	20000.	0.626E-01	0.118E-01	0.167E-01	0.141E-01	0.131E-01	0.113E-01
	30000.	0.638E-01	0.903E-02	0.182E-01	0.150E-01	0.139E-01	0.121E-01
	50000.	0.640E-01	0.681E-02	0.206E-01	0.164E-01	0.150E-01	0.132E-01
8D - 9P	2500.	58.3	-16.5	6.11	-4.81	5.27	-3.86
	5000.	66.2	-14.3	6.70	-5.41	5.67	-4.35
C = 0.17E+18	10000.	70.9	-10.7	7.44	-6.08	6.13	-4.89
	20000.	71.1	-7.48	8.41	-6.83	6.67	-5.49
	30000.	69.5	-4.20	9.15	-7.30	7.02	-5.87
	50000.	66.3	-3.18	10.4	-7.95	7.51	-6.39
8D - 10P	2500.	0.323	0.122	0.502E-01	0.371E-01	0.444E-01	0.298E-01
177342.7 Å	5000.	0.375	0.119	0.543E-01	0.418E-01	0.472E-01	0.336E-01
C = 0.11E+16	10000.	0.413	0.928E-01	0.592E-01	0.470E-01	0.505E-01	0.377E-01
	20000.	0.438	0.589E-01	0.656E-01	0.527E-01	0.544E-01	0.424E-01
	30000.	0.445	0.391E-01	0.702E-01	0.564E-01	0.570E-01	0.453E-01
	50000.	0.442	0.301E-01	0.775E-01	0.614E-01	0.606E-01	0.494E-01
9D - 10P	2500.	2.42	1.03	0.630	0.270	0.613	0.217
646328.9 Å	5000.	3.20	1.05	0.643	0.304	0.621	0.244
C = 0.65E+17	10000.	4.16	0.874	0.660	0.341	0.631	0.274
	20000.	5.19	0.621	0.682	0.383	0.645	0.308
	30000.	5.70	0.405	0.698	0.410	0.654	0.329
	50000.	6.14	0.309	0.720	0.446	0.669	0.359

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

Table 2. This table shows Mg II-, Si II-, and Fe II-impact broadening parameters for Ca I for perturber density of 10^{11}cm^{-3} and temperatures from 2,500 up to 50,000 K. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given in the table. By dividing C by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević and Sahal−Bréchot 1984), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used.

PERTURBER DENSITY = 1.E+11 cm^{-3}

PERTURBERS ARE:		IONIZED MAGNESIUM		IONIZED SILICON		IONIZED IRON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
4S - 4P	2500.	0.576E-07	0.104E-07	0.576E-07	0.102E-07	0.576E-07	0.965E-08
4227.9 Å	5000.	0.577E-07	0.116E-07	0.577E-07	0.115E-07	0.577E-07	0.108E-07
C = 0.17E+15	10000.	0.579E-07	0.131E-07	0.579E-07	0.129E-07	0.578E-07	0.122E-07
	20000.	0.581E-07	0.147E-07	0.581E-07	0.144E-07	0.580E-07	0.136E-07
	30000.	0.582E-07	0.157E-07	0.582E-07	0.154E-07	0.581E-07	0.146E-07
	50000.	0.585E-07	0.171E-07	0.584E-07	0.168E-07	0.583E-07	0.159E-07
4S - 5P	2500.	0.142E-06	0.904E-07	0.141E-06	0.890E-07	0.138E-06	0.841E-07
2722.5 Å	5000.	0.150E-06	0.101E-06	0.148E-06	0.998E-07	0.145E-06	0.944E-07
C = 0.42E+13	10000.	0.159E-06	0.114E-06	0.158E-06	0.112E-06	0.153E-06	0.106E-06
	20000.	0.170E-06	0.128E-06	0.168E-06	0.126E-06	0.163E-06	0.119E-06
	30000.	0.178E-06	0.137E-06	0.176E-06	0.135E-06	0.170E-06	0.127E-06
	50000.	0.188E-06	0.149E-06	0.186E-06	0.147E-06	0.179E-06	0.138E-06
4S - 6P	2500.	0.257E-06	0.680E-07	0.257E-06	0.669E-07	0.257E-06	0.632E-07
2399.3 Å	5000.	0.259E-06	0.763E-07	0.259E-06	0.751E-07	0.258E-06	0.710E-07
C = 0.57E+13	10000.	0.261E-06	0.856E-07	0.261E-06	0.843E-07	0.260E-06	0.796E-07
	20000.	0.264E-06	0.961E-07	0.263E-06	0.946E-07	0.262E-06	0.894E-07
	30000.	0.265E-06	0.103E-06	0.265E-06	0.101E-06	0.263E-06	0.956E-07
	50000.	0.268E-06	0.112E-06	0.268E-06	0.110E-06	0.266E-06	0.104E-06
4S - 7P	2500.	0.857E-06	0.113E-06	0.857E-06	0.111E-06	0.857E-06	0.105E-06
2201.4 Å	5000.	0.858E-06	0.127E-06	0.858E-06	0.125E-06	0.858E-06	0.118E-06
C = 0.21E+13	10000.	0.859E-06	0.142E-06	0.859E-06	0.140E-06	0.858E-06	0.132E-06
	20000.	0.860E-06	0.160E-06	0.860E-06	0.157E-06	0.859E-06	0.148E-06
	30000.	0.861E-06	0.171E-06	0.861E-06	0.168E-06	0.860E-06	0.159E-06
	50000.	0.863E-06	0.186E-06	0.862E-06	0.183E-06	0.861E-06	0.173E-06
4S - 8P	2500.	0.156E-05	-0.941E-07	0.156E-05	-0.926E-07	0.156E-05	-0.875E-07
2151.5 Å	5000.	0.156E-05	-0.106E-06	0.156E-05	-0.104E-06	0.156E-05	-0.983E-07
C = 0.13E+13	10000.	0.156E-05	-0.119E-06	0.156E-05	-0.117E-06	0.156E-05	-0.110E-06
	20000.	0.156E-05	-0.133E-06	0.156E-05	-0.131E-06	0.156E-05	-0.124E-06
	30000.	0.156E-05	-0.142E-06	0.156E-05	-0.140E-06	0.156E-05	-0.132E-06
	50000.	0.156E-05	-0.155E-06	0.156E-05	-0.153E-06	0.156E-05	-0.144E-06
4S - 9P	2500.	0.275E-05	-0.778E-06	0.274E-05	-0.765E-06	0.274E-05	-0.723E-06
2119.3 Å	5000.	0.276E-05	-0.874E-06	0.276E-05	-0.860E-06	0.275E-05	-0.813E-06
C = 0.11E+13	10000.	0.279E-05	-0.982E-06	0.279E-05	-0.966E-06	0.277E-05	-0.913E-06
	20000.	0.282E-05	-0.110E-05	0.282E-05	-0.108E-05	0.280E-05	-0.103E-05
	30000.	0.285E-05	-0.118E-05	0.284E-05	-0.116E-05	0.282E-05	-0.110E-05
	50000.	0.289E-05	-0.128E-05	0.288E-05	-0.126E-05	0.285E-05	-0.119E-05
4S - 10P	2500.	0.492E-05	0.251E-05	0.490E-05	0.247E-05	0.484E-05	0.233E-05
2098.1 Å	5000.	0.508E-05	0.283E-05	0.506E-05	0.278E-05	0.498E-05	0.263E-05
C = 0.66E+12	10000.	0.529E-05	0.318E-05	0.525E-05	0.313E-05	0.515E-05	0.296E-05
	20000.	0.554E-05	0.357E-05	0.550E-05	0.352E-05	0.537E-05	0.332E-05
	30000.	0.571E-05	0.382E-05	0.567E-05	0.376E-05	0.553E-05	0.355E-05
	50000.	0.596E-05	0.416E-05	0.591E-05	0.410E-05	0.575E-05	0.387E-05
5S - 5P	2500.	0.153E-04	0.861E-05	0.152E-04	0.847E-05	0.150E-04	0.801E-05
29288.1 Å	5000.	0.159E-04	0.966E-05	0.158E-04	0.951E-05	0.155E-04	0.899E-05
C = 0.49E+15	10000.	0.167E-04	0.108E-04	0.166E-04	0.107E-04	0.162E-04	0.101E-04
	20000.	0.176E-04	0.122E-04	0.175E-04	0.120E-04	0.170E-04	0.113E-04
	30000.	0.183E-04	0.130E-04	0.181E-04	0.128E-04	0.176E-04	0.121E-04
	50000.	0.192E-04	0.142E-04	0.190E-04	0.140E-04	0.184E-04	0.132E-04
5S - 6P	2500.	0.636E-05	0.137E-05	0.635E-05	0.135E-05	0.635E-05	0.128E-05
11959.2 Å	5000.	0.638E-05	0.154E-05	0.637E-05	0.152E-05	0.636E-05	0.143E-05
C = 0.14E+15	10000.	0.640E-05	0.173E-05	0.640E-05	0.170E-05	0.639E-05	0.161E-05
	20000.	0.644E-05	0.194E-05	0.644E-05	0.191E-05	0.642E-05	0.181E-05
	30000.	0.647E-05	0.208E-05	0.646E-05	0.205E-05	0.644E-05	0.193E-05
	50000.	0.651E-05	0.226E-05	0.651E-05	0.223E-05	0.648E-05	0.211E-05

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		IONIZED MAGNESIUM		IONIZED SILICON		IONIZED IRON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
5S - 7P	2500.	0.121E-04	0.149E-05	0.121E-04	0.146E-05	0.121E-04	0.138E-05
8258.9 Å	5000.	0.121E-04	0.167E-05	0.121E-04	0.164E-05	0.121E-04	0.155E-05
C = 0.30E+14	10000.	0.121E-04	0.187E-05	0.121E-04	0.184E-05	0.121E-04	0.174E-05
	20000.	0.121E-04	0.210E-05	0.121E-04	0.207E-05	0.121E-04	0.195E-05
	30000.	0.121E-04	0.225E-05	0.121E-04	0.221E-05	0.121E-04	0.209E-05
	50000.	0.121E-04	0.245E-05	0.121E-04	0.241E-05	0.121E-04	0.228E-05
5S - 8P	2500.	0.194E-04	-0.126E-05	0.194E-04	-0.124E-05	0.194E-04	-0.118E-05
7597.3 Å	5000.	0.194E-04	-0.142E-05	0.194E-04	-0.140E-05	0.194E-04	-0.132E-05
C = 0.16E+14	10000.	0.194E-04	-0.159E-05	0.194E-04	-0.157E-05	0.194E-04	-0.148E-05
	20000.	0.194E-04	-0.179E-05	0.194E-04	-0.176E-05	0.194E-04	-0.166E-05
	30000.	0.194E-04	-0.191E-05	0.194E-04	-0.188E-05	0.194E-04	-0.178E-05
	50000.	0.194E-04	-0.208E-05	0.194E-04	-0.205E-05	0.194E-04	-0.194E-05
5S - 9P	2500.	0.318E-04	-0.903E-05	0.318E-04	-0.889E-05	0.317E-04	-0.840E-05
7211.3 Å	5000.	0.320E-04	-0.102E-04	0.320E-04	-0.999E-05	0.319E-04	-0.944E-05
C = 0.12E+14	10000.	0.323E-04	-0.114E-04	0.323E-04	-0.112E-04	0.321E-04	-0.106E-04
	20000.	0.327E-04	-0.128E-04	0.326E-04	-0.126E-04	0.324E-04	-0.119E-04
	30000.	0.330E-04	-0.137E-04	0.329E-04	-0.135E-04	0.327E-04	-0.127E-04
	50000.	0.335E-04	-0.149E-04	0.334E-04	-0.147E-04	0.331E-04	-0.139E-04
5S - 10P	2500.	0.543E-04	0.277E-04	0.541E-04	0.273E-04	0.534E-04	0.258E-04
6971.1 Å	5000.	0.561E-04	0.312E-04	0.558E-04	0.307E-04	0.549E-04	0.290E-04
C = 0.73E+13	10000.	0.583E-04	0.351E-04	0.580E-04	0.345E-04	0.569E-04	0.326E-04
	20000.	0.611E-04	0.394E-04	0.607E-04	0.388E-04	0.593E-04	0.367E-04
	30000.	0.630E-04	0.422E-04	0.626E-04	0.415E-04	0.610E-04	0.392E-04
	50000.	0.658E-04	0.459E-04	0.652E-04	0.452E-04	0.634E-04	0.427E-04
6S - 6P	2500.	0.478E-03	-0.200E-03	0.476E-03	-0.197E-03	0.473E-03	-0.186E-03
101156.2 Å	5000.	0.487E-03	-0.224E-03	0.485E-03	-0.221E-03	0.481E-03	-0.209E-03
C = 0.10E+17	10000.	0.499E-03	-0.252E-03	0.497E-03	-0.248E-03	0.491E-03	-0.234E-03
	20000.	0.515E-03	-0.283E-03	0.512E-03	-0.278E-03	0.505E-03	-0.263E-03
	30000.	0.526E-03	-0.302E-03	0.523E-03	-0.298E-03	0.514E-03	-0.281E-03
	50000.	0.542E-03	-0.329E-03	0.539E-03	-0.324E-03	0.528E-03	-0.306E-03
6S - 7P	2500.	0.788E-04	-0.266E-05	0.788E-04	-0.262E-05	0.788E-04	-0.247E-05
21119.7 Å	5000.	0.788E-04	-0.298E-05	0.788E-04	-0.294E-05	0.788E-04	-0.277E-05
C = 0.19E+15	10000.	0.788E-04	-0.335E-05	0.788E-04	-0.330E-05	0.788E-04	-0.311E-05
	20000.	0.788E-04	-0.376E-05	0.788E-04	-0.370E-05	0.788E-04	-0.350E-05
	30000.	0.788E-04	-0.402E-05	0.788E-04	-0.396E-05	0.788E-04	-0.374E-05
	50000.	0.788E-04	-0.438E-05	0.788E-04	-0.431E-05	0.788E-04	-0.407E-05
6S - 8P	2500.	0.100E-03	-0.108E-04	0.100E-03	-0.107E-04	0.100E-03	-0.101E-04
17273.0 Å	5000.	0.100E-03	-0.122E-04	0.100E-03	-0.120E-04	0.100E-03	-0.113E-04
C = 0.83E+14	10000.	0.101E-03	-0.136E-04	0.101E-03	-0.134E-04	0.100E-03	-0.127E-04
	20000.	0.101E-03	-0.153E-04	0.101E-03	-0.151E-04	0.101E-03	-0.142E-04
	30000.	0.101E-03	-0.164E-04	0.101E-03	-0.161E-04	0.101E-03	-0.152E-04
	50000.	0.101E-03	-0.178E-04	0.101E-03	-0.176E-04	0.101E-03	-0.166E-04
6S - 9P	2500.	0.145E-03	-0.426E-04	0.145E-03	-0.419E-04	0.145E-03	-0.396E-04
15399.0 Å	5000.	0.146E-03	-0.478E-04	0.146E-03	-0.471E-04	0.146E-03	-0.445E-04
C = 0.56E+14	10000.	0.148E-03	-0.537E-04	0.148E-03	-0.529E-04	0.147E-03	-0.500E-04
	20000.	0.150E-03	-0.603E-04	0.149E-03	-0.594E-04	0.148E-03	-0.561E-04
	30000.	0.151E-03	-0.645E-04	0.151E-03	-0.635E-04	0.150E-03	-0.600E-04
	50000.	0.153E-03	-0.703E-04	0.153E-03	-0.692E-04	0.152E-03	-0.654E-04
6S - 10P	2500.	0.230E-03	0.117E-03	0.229E-03	0.115E-03	0.226E-03	0.108E-03
14343.8 Å	5000.	0.237E-03	0.131E-03	0.236E-03	0.129E-03	0.232E-03	0.122E-03
C = 0.31E+14	10000.	0.246E-03	0.148E-03	0.245E-03	0.145E-03	0.240E-03	0.137E-03
	20000.	0.258E-03	0.166E-03	0.256E-03	0.163E-03	0.251E-03	0.154E-03
	30000.	0.266E-03	0.178E-03	0.264E-03	0.175E-03	0.258E-03	0.165E-03
	50000.	0.278E-03	0.193E-03	0.275E-03	0.190E-03	0.268E-03	0.180E-03
7S - 7P	2500.	0.134E-02	-0.119E-03	0.134E-02	-0.117E-03	0.134E-02	-0.110E-03
87045.8 Å	5000.	0.134E-02	-0.133E-03	0.134E-02	-0.131E-03	0.134E-02	-0.124E-03
C = 0.33E+16	10000.	0.134E-02	-0.149E-03	0.134E-02	-0.147E-03	0.134E-02	-0.139E-03
	20000.	0.134E-02	-0.168E-03	0.134E-02	-0.165E-03	0.134E-02	-0.156E-03
	30000.	0.134E-02	-0.179E-03	0.134E-02	-0.177E-03	0.134E-02	-0.167E-03
	50000.	0.134E-02	-0.195E-03	0.134E-02	-0.192E-03	0.134E-02	-0.182E-03

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		IONIZED MAGNESIUM		IONIZED SILICON		IONIZED IRON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
7S - 8P	2500.	0.694E-03	-0.852E-04	0.694E-03	-0.838E-04	0.694E-03	-0.792E-04
45387.1 Å	5000.	0.694E-03	-0.956E-04	0.694E-03	-0.941E-04	0.694E-03	-0.890E-04
C = 0.58E+15	10000.	0.695E-03	-0.107E-03	0.695E-03	-0.106E-03	0.694E-03	-0.998E-04
	20000.	0.696E-03	-0.120E-03	0.695E-03	-0.119E-03	0.695E-03	-0.112E-03
	30000.	0.696E-03	-0.129E-03	0.696E-03	-0.127E-03	0.696E-03	-0.120E-03
	50000.	0.697E-03	-0.140E-03	0.697E-03	-0.138E-03	0.696E-03	-0.131E-03
7S - 9P	2500.	0.725E-03	-0.215E-03	0.724E-03	-0.212E-03	0.722E-03	-0.200E-03
34389.9 Å	5000.	0.730E-03	-0.242E-03	0.730E-03	-0.238E-03	0.727E-03	-0.225E-03
C = 0.28E+15	10000.	0.738E-03	-0.272E-03	0.737E-03	-0.267E-03	0.733E-03	-0.253E-03
	20000.	0.748E-03	-0.305E-03	0.747E-03	-0.300E-03	0.742E-03	-0.283E-03
	30000.	0.756E-03	-0.326E-03	0.754E-03	-0.321E-03	0.748E-03	-0.303E-03
	50000.	0.767E-03	-0.355E-03	0.765E-03	-0.349E-03	0.757E-03	-0.330E-03
7S - 10P	2500.	0.973E-03	0.494E-03	0.969E-03	0.486E-03	0.957E-03	0.459E-03
29537.2 Å	5000.	0.100E-02	0.556E-03	0.100E-02	0.547E-03	0.984E-03	0.517E-03
C = 0.13E+15	10000.	0.104E-02	0.625E-03	0.104E-02	0.615E-03	0.102E-02	0.581E-03
	20000.	0.109E-02	0.702E-03	0.109E-02	0.691E-03	0.106E-02	0.653E-03
	30000.	0.113E-02	0.751E-03	0.112E-02	0.739E-03	0.109E-02	0.699E-03
	50000.	0.118E-02	0.818E-03	0.117E-02	0.805E-03	0.113E-02	0.761E-03
8S - 8P	2500.	0.958E-02	0.296E-03	0.958E-02	0.291E-03	0.958E-02	0.275E-03
168745.0 Å	5000.	0.958E-02	0.332E-03	0.958E-02	0.327E-03	0.958E-02	0.309E-03
C = 0.80E+16	10000.	0.958E-02	0.373E-03	0.958E-02	0.367E-03	0.958E-02	0.347E-03
	20000.	0.958E-02	0.419E-03	0.958E-02	0.412E-03	0.958E-02	0.389E-03
	30000.	0.958E-02	0.448E-03	0.958E-02	0.441E-03	0.958E-02	0.417E-03
	50000.	0.958E-02	0.488E-03	0.958E-02	0.480E-03	0.958E-02	0.454E-03
8S - 9P	2500.	0.363E-02	-0.991E-03	0.362E-02	-0.975E-03	0.362E-02	-0.922E-03
77090.9 Å	5000.	0.365E-02	-0.111E-02	0.365E-02	-0.110E-02	0.363E-02	-0.104E-02
C = 0.14E+16	10000.	0.368E-02	-0.125E-02	0.367E-02	-0.123E-02	0.366E-02	-0.116E-02
	20000.	0.372E-02	-0.140E-02	0.371E-02	-0.138E-02	0.369E-02	-0.131E-02
	30000.	0.375E-02	-0.150E-02	0.374E-02	-0.148E-02	0.372E-02	-0.140E-02
	50000.	0.380E-02	-0.164E-02	0.379E-02	-0.161E-02	0.376E-02	-0.152E-02
8S - 10P	2500.	0.355E-02	0.182E-02	0.354E-02	0.179E-02	0.349E-02	0.169E-02
56341.2 Å	5000.	0.367E-02	0.205E-02	0.365E-02	0.202E-02	0.359E-02	0.191E-02
C = 0.48E+15	10000.	0.382E-02	0.231E-02	0.380E-02	0.227E-02	0.372E-02	0.214E-02
	20000.	0.400E-02	0.259E-02	0.398E-02	0.255E-02	0.388E-02	0.241E-02
	30000.	0.413E-02	0.277E-02	0.410E-02	0.273E-02	0.400E-02	0.258E-02
	50000.	0.431E-02	0.302E-02	0.428E-02	0.297E-02	0.416E-02	0.281E-02
9S - 9P	2500.	0.508E-01	-0.175E-01	0.507E-01	-0.172E-01	0.505E-01	-0.163E-01
286278.7 Å	5000.	0.514E-01	-0.197E-01	0.513E-01	-0.194E-01	0.510E-01	-0.183E-01
C = 0.19E+17	10000.	0.522E-01	-0.221E-01	0.521E-01	-0.217E-01	0.517E-01	-0.206E-01
	20000.	0.533E-01	-0.248E-01	0.531E-01	-0.244E-01	0.526E-01	-0.231E-01
	30000.	0.540E-01	-0.265E-01	0.538E-01	-0.261E-01	0.532E-01	-0.247E-01
	50000.	0.551E-01	-0.289E-01	0.549E-01	-0.284E-01	0.542E-01	-0.269E-01
9S - 10P	2500.	0.162E-01	0.800E-02	0.161E-01	0.787E-02	0.159E-01	0.743E-02
120913.1 Å	5000.	0.167E-01	0.900E-02	0.166E-01	0.886E-02	0.163E-01	0.837E-02
C = 0.22E+16	10000.	0.173E-01	0.101E-01	0.172E-01	0.996E-02	0.169E-01	0.941E-02
	20000.	0.181E-01	0.114E-01	0.179E-01	0.112E-01	0.176E-01	0.106E-01
	30000.	0.186E-01	0.122E-01	0.185E-01	0.120E-01	0.180E-01	0.113E-01
	50000.	0.194E-01	0.132E-01	0.192E-01	0.130E-01	0.187E-01	0.123E-01
10S - 10P	2500.	0.213	0.943E-01	0.213	0.928E-01	0.211	0.877E-01
445176.5 Å	5000.	0.218	0.106	0.217	0.104	0.215	0.987E-01
C = 0.30E+17	10000.	0.224	0.119	0.223	0.117	0.220	0.111
	20000.	0.232	0.134	0.231	0.132	0.227	0.125
	30000.	0.238	0.143	0.237	0.141	0.232	0.133
	50000.	0.246	0.156	0.245	0.154	0.239	0.145
4P - 5S	2500.	0.642E-06	0.412E-06	0.638E-06	0.405E-06	0.624E-06	0.383E-06
12678.8 Å	5000.	0.678E-06	0.462E-06	0.673E-06	0.455E-06	0.655E-06	0.430E-06
C = 0.83E+15	10000.	0.721E-06	0.518E-06	0.714E-06	0.510E-06	0.693E-06	0.482E-06
	20000.	0.772E-06	0.582E-06	0.764E-06	0.573E-06	0.739E-06	0.541E-06
	30000.	0.806E-06	0.623E-06	0.797E-06	0.613E-06	0.769E-06	0.579E-06
	50000.	0.854E-06	0.678E-06	0.844E-06	0.667E-06	0.813E-06	0.631E-06

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		IONIZED MAGNESIUM		IONIZED SILICON		IONIZED IRON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
4P - 6S	2500.	0.924E-06	0.868E-06	0.909E-06	0.854E-06	0.860E-06	0.807E-06
5869.2 Å	5000.	0.104E-05	0.974E-06	0.102E-05	0.959E-06	0.964E-06	0.906E-06
C = 0.34E+14	10000.	0.116E-05	0.109E-05	0.114E-05	0.108E-05	0.108E-05	0.102E-05
	20000.	0.130E-05	0.123E-05	0.128E-05	0.121E-05	0.121E-05	0.114E-05
	30000.	0.139E-05	0.131E-05	0.137E-05	0.129E-05	0.130E-05	0.122E-05
	50000.	0.152E-05	0.143E-05	0.149E-05	0.141E-05	0.141E-05	0.133E-05
4P - 7S	2500.	0.778E-06	0.732E-06	0.766E-06	0.721E-06	0.724E-06	0.681E-06
4848.7 Å	5000.	0.872E-06	0.822E-06	0.859E-06	0.809E-06	0.812E-06	0.765E-06
C = 0.27E+14	10000.	0.979E-06	0.923E-06	0.963E-06	0.908E-06	0.911E-06	0.858E-06
	20000.	0.110E-05	0.104E-05	0.108E-05	0.102E-05	0.102E-05	0.963E-06
	30000.	0.117E-05	0.111E-05	0.116E-05	0.109E-05	0.109E-05	0.103E-05
	50000.	0.128E-05	0.121E-05	0.126E-05	0.119E-05	0.119E-05	0.112E-05
4P - 8S	2500.	0.540E-06	-0.507E-06	0.532E-06	-0.499E-06	0.503E-06	-0.472E-06
4497.4 Å	5000.	0.605E-06	-0.570E-06	0.596E-06	-0.561E-06	0.564E-06	-0.530E-06
C = 0.93E+13	10000.	0.679E-06	-0.639E-06	0.668E-06	-0.629E-06	0.632E-06	-0.595E-06
	20000.	0.762E-06	-0.718E-06	0.750E-06	-0.706E-06	0.709E-06	-0.667E-06
	30000.	0.815E-06	-0.768E-06	0.802E-06	-0.756E-06	0.758E-06	-0.714E-06
	50000.	0.887E-06	-0.836E-06	0.873E-06	-0.823E-06	0.825E-06	-0.778E-06
4P - 9S	2500.	0.176E-05	0.166E-05	0.173E-05	0.163E-05	0.164E-05	0.154E-05
4313.6 Å	5000.	0.198E-05	0.187E-05	0.194E-05	0.184E-05	0.184E-05	0.174E-05
C = 0.65E+13	10000.	0.222E-05	0.209E-05	0.218E-05	0.206E-05	0.206E-05	0.195E-05
	20000.	0.249E-05	0.235E-05	0.245E-05	0.231E-05	0.231E-05	0.219E-05
	30000.	0.266E-05	0.252E-05	0.262E-05	0.248E-05	0.248E-05	0.234E-05
	50000.	0.290E-05	0.274E-05	0.285E-05	0.270E-05	0.270E-05	0.255E-05
4P - 10S	2500.	0.413E-05	0.389E-05	0.406E-05	0.383E-05	0.384E-05	0.362E-05
4204.3 Å	5000.	0.464E-05	0.438E-05	0.456E-05	0.431E-05	0.431E-05	0.407E-05
C = 0.40E+13	10000.	0.520E-05	0.492E-05	0.512E-05	0.484E-05	0.484E-05	0.457E-05
	20000.	0.584E-05	0.552E-05	0.575E-05	0.543E-05	0.543E-05	0.513E-05
	30000.	0.625E-05	0.590E-05	0.615E-05	0.581E-05	0.581E-05	0.549E-05
	50000.	0.680E-05	0.643E-05	0.670E-05	0.633E-05	0.633E-05	0.598E-05
5P - 6S	2500.	0.157E-04	0.123E-04	0.155E-04	0.121E-04	0.150E-04	0.114E-04
25260.1 Å	5000.	0.170E-04	0.138E-04	0.168E-04	0.136E-04	0.162E-04	0.128E-04
C = 0.36E+15	10000.	0.186E-04	0.155E-04	0.183E-04	0.152E-04	0.176E-04	0.144E-04
	20000.	0.203E-04	0.174E-04	0.201E-04	0.171E-04	0.192E-04	0.161E-04
	30000.	0.215E-04	0.186E-04	0.212E-04	0.183E-04	0.203E-04	0.173E-04
	50000.	0.231E-04	0.202E-04	0.228E-04	0.199E-04	0.217E-04	0.188E-04
5P - 7S	2500.	0.538E-05	0.455E-05	0.532E-05	0.448E-05	0.509E-05	0.423E-05
13254.0 Å	5000.	0.592E-05	0.511E-05	0.584E-05	0.502E-05	0.557E-05	0.475E-05
C = 0.10E+15	10000.	0.652E-05	0.573E-05	0.643E-05	0.564E-05	0.613E-05	0.533E-05
	20000.	0.722E-05	0.643E-05	0.712E-05	0.633E-05	0.677E-05	0.598E-05
	30000.	0.767E-05	0.688E-05	0.756E-05	0.677E-05	0.719E-05	0.640E-05
	50000.	0.828E-05	0.749E-05	0.816E-05	0.737E-05	0.776E-05	0.697E-05
5P - 8S	2500.	0.417E-05	-0.363E-05	0.412E-05	-0.357E-05	0.393E-05	-0.338E-05
10922.3 Å	5000.	0.461E-05	-0.407E-05	0.455E-05	-0.401E-05	0.433E-05	-0.379E-05
C = 0.55E+14	10000.	0.511E-05	-0.457E-05	0.503E-05	-0.450E-05	0.479E-05	-0.425E-05
	20000.	0.567E-05	-0.513E-05	0.559E-05	-0.505E-05	0.531E-05	-0.477E-05
	30000.	0.603E-05	-0.549E-05	0.595E-05	-0.540E-05	0.564E-05	-0.511E-05
	50000.	0.653E-05	-0.598E-05	0.644E-05	-0.588E-05	0.611E-05	-0.556E-05
5P - 9S	2500.	0.905E-05	0.845E-05	0.891E-05	0.832E-05	0.843E-05	0.786E-05
9897.6 Å	5000.	0.101E-04	0.949E-05	0.998E-05	0.934E-05	0.944E-05	0.883E-05
C = 0.34E+14	10000.	0.114E-04	0.107E-04	0.112E-04	0.105E-04	0.106E-04	0.991E-05
	20000.	0.127E-04	0.120E-04	0.125E-04	0.118E-04	0.118E-04	0.111E-04
	30000.	0.136E-04	0.128E-04	0.134E-04	0.126E-04	0.127E-04	0.119E-04
	50000.	0.148E-04	0.139E-04	0.146E-04	0.137E-04	0.138E-04	0.130E-04
5P - 10S	2500.	0.202E-04	0.190E-04	0.199E-04	0.187E-04	0.188E-04	0.177E-04
9340.7 Å	5000.	0.227E-04	0.214E-04	0.224E-04	0.211E-04	0.211E-04	0.199E-04
C = 0.20E+14	10000.	0.255E-04	0.241E-04	0.251E-04	0.237E-04	0.237E-04	0.224E-04
	20000.	0.286E-04	0.270E-04	0.282E-04	0.266E-04	0.266E-04	0.251E-04
	30000.	0.306E-04	0.289E-04	0.301E-04	0.284E-04	0.285E-04	0.269E-04
	50000.	0.333E-04	0.315E-04	0.328E-04	0.310E-04	0.310E-04	0.293E-04

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		IONIZED MAGNESIUM		IONIZED SILICON		IONIZED IRON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
6P - 7S	2500.	0.734E-04	0.388E-04	0.731E-04	0.381E-04	0.721E-04	0.361E-04
38498.1 Å	5000.	0.760E-04	0.435E-04	0.756E-04	0.428E-04	0.743E-04	0.405E-04
C = 0.15E+16	10000.	0.792E-04	0.488E-04	0.787E-04	0.481E-04	0.771E-04	0.454E-04
	20000.	0.832E-04	0.548E-04	0.826E-04	0.540E-04	0.806E-04	0.510E-04
	30000.	0.860E-04	0.587E-04	0.853E-04	0.577E-04	0.830E-04	0.546E-04
	50000.	0.899E-04	0.639E-04	0.891E-04	0.629E-04	0.865E-04	0.594E-04
6P - 8S	2500.	0.292E-04	-0.170E-04	0.291E-04	-0.168E-04	0.285E-04	-0.158E-04
23763.2 Å	5000.	0.305E-04	-0.191E-04	0.303E-04	-0.188E-04	0.297E-04	-0.178E-04
C = 0.26E+15	10000.	0.321E-04	-0.215E-04	0.319E-04	-0.211E-04	0.311E-04	-0.200E-04
	20000.	0.341E-04	-0.241E-04	0.338E-04	-0.237E-04	0.328E-04	-0.224E-04
	30000.	0.354E-04	-0.258E-04	0.351E-04	-0.254E-04	0.340E-04	-0.240E-04
	50000.	0.372E-04	-0.281E-04	0.369E-04	-0.276E-04	0.356E-04	-0.261E-04
6P - 9S	2500.	0.374E-04	0.325E-04	0.369E-04	0.320E-04	0.353E-04	0.302E-04
19394.7 Å	5000.	0.413E-04	0.365E-04	0.408E-04	0.359E-04	0.388E-04	0.340E-04
C = 0.13E+15	10000.	0.458E-04	0.410E-04	0.451E-04	0.403E-04	0.429E-04	0.381E-04
	20000.	0.508E-04	0.460E-04	0.501E-04	0.453E-04	0.476E-04	0.428E-04
	30000.	0.541E-04	0.492E-04	0.533E-04	0.484E-04	0.506E-04	0.458E-04
	50000.	0.586E-04	0.536E-04	0.577E-04	0.528E-04	0.548E-04	0.499E-04
6P - 10S	2500.	0.708E-04	0.658E-04	0.698E-04	0.648E-04	0.660E-04	0.612E-04
17365.8 Å	5000.	0.793E-04	0.740E-04	0.781E-04	0.729E-04	0.739E-04	0.689E-04
C = 0.68E+14	10000.	0.888E-04	0.832E-04	0.874E-04	0.819E-04	0.827E-04	0.774E-04
	20000.	0.995E-04	0.934E-04	0.980E-04	0.919E-04	0.927E-04	0.869E-04
	30000.	0.106E-03	0.999E-04	0.105E-03	0.983E-04	0.990E-04	0.929E-04
	50000.	0.116E-03	0.109E-03	0.114E-03	0.107E-03	0.108E-03	0.101E-03
7P - 8S	2500.	0.834E-02	-0.180E-02	0.834E-02	-0.177E-02	0.833E-02	-0.167E-02
216525.2 Å	5000.	0.837E-02	-0.202E-02	0.837E-02	-0.199E-02	0.835E-02	-0.188E-02
C = 0.20E+17	10000.	0.841E-02	-0.227E-02	0.840E-02	-0.223E-02	0.838E-02	-0.211E-02
	20000.	0.845E-02	-0.254E-02	0.845E-02	-0.250E-02	0.842E-02	-0.237E-02
	30000.	0.849E-02	-0.272E-02	0.848E-02	-0.268E-02	0.845E-02	-0.253E-02
	50000.	0.855E-02	-0.296E-02	0.854E-02	-0.292E-02	0.850E-02	-0.276E-02
7P - 9S	2500.	0.946E-03	0.409E-03	0.944E-03	0.402E-03	0.936E-03	0.380E-03
70937.1 Å	5000.	0.966E-03	0.459E-03	0.963E-03	0.452E-03	0.953E-03	0.427E-03
C = 0.18E+16	10000.	0.992E-03	0.515E-03	0.988E-03	0.507E-03	0.975E-03	0.479E-03
	20000.	0.103E-02	0.578E-03	0.102E-02	0.569E-03	0.100E-02	0.538E-03
	30000.	0.105E-02	0.619E-03	0.104E-02	0.609E-03	0.102E-02	0.575E-03
	50000.	0.108E-02	0.674E-03	0.108E-02	0.663E-03	0.105E-02	0.627E-03
7P - 10S	2500.	0.687E-03	0.531E-03	0.679E-03	0.523E-03	0.655E-03	0.494E-03
49699.1 Å	5000.	0.744E-03	0.597E-03	0.735E-03	0.588E-03	0.707E-03	0.556E-03
C = 0.55E+15	10000.	0.810E-03	0.671E-03	0.800E-03	0.661E-03	0.767E-03	0.624E-03
	20000.	0.887E-03	0.753E-03	0.876E-03	0.742E-03	0.837E-03	0.701E-03
	30000.	0.937E-03	0.806E-03	0.925E-03	0.793E-03	0.883E-03	0.750E-03
	50000.	0.101E-02	0.878E-03	0.993E-03	0.864E-03	0.947E-03	0.816E-03
8P - 9S	2500.	0.271E-01	0.758E-02	0.271E-01	0.746E-02	0.270E-01	0.704E-02
281491.9 Å	5000.	0.273E-01	0.851E-02	0.272E-01	0.838E-02	0.272E-01	0.792E-02
C = 0.22E+17	10000.	0.275E-01	0.956E-02	0.275E-01	0.941E-02	0.274E-01	0.889E-02
	20000.	0.278E-01	0.107E-01	0.278E-01	0.106E-01	0.276E-01	0.998E-02
	30000.	0.281E-01	0.115E-01	0.280E-01	0.113E-01	0.278E-01	0.107E-01
	50000.	0.285E-01	0.125E-01	0.284E-01	0.123E-01	0.281E-01	0.116E-01
8P - 10S	2500.	0.427E-02	0.244E-02	0.425E-02	0.241E-02	0.417E-02	0.227E-02
104421.2 Å	5000.	0.445E-02	0.275E-02	0.443E-02	0.271E-02	0.433E-02	0.256E-02
C = 0.24E+16	10000.	0.468E-02	0.309E-02	0.464E-02	0.304E-02	0.453E-02	0.287E-02
	20000.	0.495E-02	0.347E-02	0.491E-02	0.341E-02	0.478E-02	0.323E-02
	30000.	0.514E-02	0.371E-02	0.509E-02	0.365E-02	0.494E-02	0.345E-02
	50000.	0.540E-02	0.404E-02	0.535E-02	0.398E-02	0.518E-02	0.376E-02
9P - 10S	2500.	0.102	0.488E-01	0.102	0.481E-01	0.101	0.454E-01
395100.8 Å	5000.	0.105	0.549E-01	0.105	0.541E-01	0.103	0.511E-01
C = 0.35E+17	10000.	0.109	0.618E-01	0.108	0.608E-01	0.106	0.574E-01
	20000.	0.113	0.693E-01	0.113	0.682E-01	0.110	0.645E-01
	30000.	0.116	0.742E-01	0.116	0.730E-01	0.113	0.690E-01
	50000.	0.121	0.808E-01	0.120	0.795E-01	0.117	0.751E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		IONIZED MAGNESIUM		IONIZED SILICON		IONIZED IRON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
4P - 4D	2500.	0.705E-06	-0.418E-06	0.701E-06	-0.411E-06	0.688E-06	-0.389E-06
7328.2 Å	5000.	0.738E-06	-0.469E-06	0.733E-06	-0.462E-06	0.717E-06	-0.436E-06
C = 0.30E+14	10000.	0.778E-06	-0.526E-06	0.772E-06	-0.518E-06	0.752E-06	-0.490E-06
	20000.	0.826E-06	-0.591E-06	0.819E-06	-0.581E-06	0.795E-06	-0.550E-06
	30000.	0.859E-06	-0.632E-06	0.851E-06	-0.622E-06	0.824E-06	-0.588E-06
	50000.	0.906E-06	-0.688E-06	0.897E-06	-0.677E-06	0.865E-06	-0.640E-06
4P - 5D	2500.	0.130E-05	-0.474E-06	0.130E-05	-0.466E-06	0.129E-05	-0.441E-06
5190.3 Å	5000.	0.132E-05	-0.532E-06	0.131E-05	-0.524E-06	0.130E-05	-0.495E-06
C = 0.16E+14	10000.	0.134E-05	-0.597E-06	0.134E-05	-0.588E-06	0.132E-05	-0.555E-06
	20000.	0.137E-05	-0.670E-06	0.137E-05	-0.660E-06	0.135E-05	-0.623E-06
	30000.	0.139E-05	-0.717E-06	0.139E-05	-0.706E-06	0.137E-05	-0.667E-06
	50000.	0.143E-05	-0.781E-06	0.142E-05	-0.768E-06	0.140E-05	-0.726E-06
4P - 6D	2500.	0.263E-05	-0.130E-05	0.262E-05	-0.128E-05	0.259E-05	-0.121E-05
4686.6 Å	5000.	0.271E-05	-0.146E-05	0.270E-05	-0.144E-05	0.266E-05	-0.136E-05
C = 0.41E+13	10000.	0.281E-05	-0.164E-05	0.279E-05	-0.161E-05	0.274E-05	-0.153E-05
	20000.	0.293E-05	-0.184E-05	0.291E-05	-0.181E-05	0.285E-05	-0.171E-05
	30000.	0.302E-05	-0.197E-05	0.300E-05	-0.194E-05	0.293E-05	-0.183E-05
	50000.	0.314E-05	-0.214E-05	0.312E-05	-0.211E-05	0.304E-05	-0.199E-05
4P - 7D	2500.	0.173E-04	-0.158E-04	0.170E-04	-0.155E-04	0.161E-04	-0.147E-04
4435.0 Å	5000.	0.193E-04	-0.178E-04	0.190E-04	-0.175E-04	0.180E-04	-0.165E-04
C = 0.35E+12	10000.	0.216E-04	-0.200E-04	0.213E-04	-0.197E-04	0.201E-04	-0.186E-04
	20000.	0.242E-04	-0.225E-04	0.239E-04	-0.221E-04	0.225E-04	-0.209E-04
	30000.	0.260E-04	-0.241E-04	0.256E-04	-0.237E-04	0.240E-04	-0.224E-04
	50000.	0.284E-04	-0.262E-04	0.279E-04	-0.258E-04	0.261E-04	-0.244E-04
4P - 8D	2500.	0.133E-04	0.110E-04	0.132E-04	0.108E-04	0.126E-04	0.102E-04
4292.5 Å	5000.	0.146E-04	0.124E-04	0.144E-04	0.122E-04	0.138E-04	0.115E-04
C = 0.12E+13	10000.	0.161E-04	0.139E-04	0.158E-04	0.137E-04	0.151E-04	0.129E-04
	20000.	0.177E-04	0.156E-04	0.175E-04	0.154E-04	0.167E-04	0.145E-04
	30000.	0.188E-04	0.167E-04	0.185E-04	0.165E-04	0.177E-04	0.156E-04
	50000.	0.203E-04	0.182E-04	0.200E-04	0.179E-04	0.190E-04	0.169E-04
4P - 9D	2500.	0.191E-04	0.990E-05	0.190E-04	0.974E-05	0.188E-04	0.920E-05
4139.1 Å	5000.	0.197E-04	0.111E-04	0.196E-04	0.110E-04	0.193E-04	0.104E-04
C = 0.19E+13	10000.	0.206E-04	0.125E-04	0.204E-04	0.123E-04	0.200E-04	0.116E-04
	20000.	0.216E-04	0.141E-04	0.214E-04	0.139E-04	0.209E-04	0.131E-04
	30000.	0.223E-04	0.151E-04	0.221E-04	0.148E-04	0.215E-04	0.140E-04
	50000.	0.233E-04	0.164E-04	0.231E-04	0.161E-04	0.224E-04	0.153E-04
4P - 10D	2500.	0.252E-04	0.386E-05	0.252E-04	0.380E-05	0.252E-04	0.359E-05
4093.1 Å	5000.	0.252E-04	0.434E-05	0.252E-04	0.427E-05	0.252E-04	0.403E-05
C = 0.14E+13	10000.	0.253E-04	0.487E-05	0.253E-04	0.480E-05	0.252E-04	0.453E-05
	20000.	0.253E-04	0.547E-05	0.253E-04	0.539E-05	0.253E-04	0.509E-05
	30000.	0.254E-04	0.585E-05	0.254E-04	0.576E-05	0.253E-04	0.545E-05
	50000.	0.254E-04	0.637E-05	0.254E-04	0.627E-05	0.254E-04	0.593E-05
5P - 5D	2500.	0.141E-04	-0.621E-05	0.141E-04	-0.611E-05	0.139E-04	-0.578E-05
16161.8 Å	5000.	0.144E-04	-0.697E-05	0.144E-04	-0.686E-05	0.142E-04	-0.648E-05
C = 0.15E+15	10000.	0.148E-04	-0.782E-05	0.148E-04	-0.770E-05	0.146E-04	-0.728E-05
	20000.	0.153E-04	-0.878E-05	0.153E-04	-0.864E-05	0.150E-04	-0.817E-05
	30000.	0.157E-04	-0.940E-05	0.156E-04	-0.925E-05	0.153E-04	-0.874E-05
	50000.	0.162E-04	-0.102E-04	0.161E-04	-0.101E-04	0.158E-04	-0.952E-05
5P - 6D	2500.	0.182E-04	-0.921E-05	0.181E-04	-0.907E-05	0.179E-04	-0.857E-05
12109.2 Å	5000.	0.187E-04	-0.103E-04	0.186E-04	-0.102E-04	0.184E-04	-0.962E-05
C = 0.27E+14	10000.	0.195E-04	-0.116E-04	0.194E-04	-0.114E-04	0.190E-04	-0.108E-04
	20000.	0.204E-04	-0.130E-04	0.202E-04	-0.128E-04	0.198E-04	-0.121E-04
	30000.	0.210E-04	-0.139E-04	0.209E-04	-0.137E-04	0.203E-04	-0.130E-04
	50000.	0.219E-04	-0.152E-04	0.217E-04	-0.149E-04	0.211E-04	-0.141E-04
5P - 7D	2500.	0.981E-04	-0.896E-04	0.966E-04	-0.882E-04	0.915E-04	-0.834E-04
10561.3 Å	5000.	0.110E-03	-0.101E-03	0.108E-03	-0.994E-04	0.102E-03	-0.939E-04
C = 0.20E+13	10000.	0.123E-03	-0.114E-03	0.121E-03	-0.112E-03	0.114E-03	-0.106E-03
	20000.	0.138E-03	-0.128E-03	0.135E-03	-0.126E-03	0.128E-03	-0.119E-03
	30000.	0.148E-03	-0.137E-03	0.145E-03	-0.134E-03	0.136E-03	-0.127E-03
	50000.	0.161E-03	-0.149E-03	0.159E-03	-0.146E-03	0.148E-03	-0.138E-03

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		IONIZED MAGNESIUM		IONIZED SILICON		IONIZED IRON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
5P - 8D	2500.	0.693E-04	0.570E-04	0.685E-04	0.561E-04	0.657E-04	0.530E-04
9787.3 Å	5000.	0.759E-04	0.642E-04	0.749E-04	0.632E-04	0.717E-04	0.597E-04
C = 0.63E+13	10000.	0.834E-04	0.722E-04	0.823E-04	0.711E-04	0.786E-04	0.671E-04
	20000.	0.921E-04	0.811E-04	0.908E-04	0.799E-04	0.865E-04	0.755E-04
	30000.	0.977E-04	0.868E-04	0.963E-04	0.854E-04	0.917E-04	0.807E-04
	50000.	0.105E-03	0.945E-04	0.104E-03	0.930E-04	0.988E-04	0.879E-04
5P - 9D	2500.	0.908E-04	0.470E-04	0.905E-04	0.462E-04	0.893E-04	0.437E-04
9024.6 Å	5000.	0.939E-04	0.529E-04	0.934E-04	0.520E-04	0.919E-04	0.491E-04
C = 0.92E+13	10000.	0.978E-04	0.594E-04	0.972E-04	0.585E-04	0.953E-04	0.553E-04
	20000.	0.103E-03	0.668E-04	0.102E-03	0.657E-04	0.995E-04	0.621E-04
	30000.	0.106E-03	0.715E-04	0.105E-03	0.703E-04	0.102E-03	0.665E-04
	50000.	0.111E-03	0.778E-04	0.110E-03	0.766E-04	0.107E-03	0.724E-04
5P - 10D	2500.	0.117E-03	0.177E-04	0.117E-03	0.174E-04	0.117E-03	0.165E-04
8809.2 Å	5000.	0.117E-03	0.199E-04	0.117E-03	0.196E-04	0.117E-03	0.185E-04
C = 0.67E+13	10000.	0.117E-03	0.224E-04	0.117E-03	0.220E-04	0.117E-03	0.208E-04
	20000.	0.117E-03	0.251E-04	0.117E-03	0.247E-04	0.117E-03	0.234E-04
	30000.	0.118E-03	0.269E-04	0.118E-03	0.265E-04	0.117E-03	0.250E-04
	50000.	0.118E-03	0.293E-04	0.118E-03	0.288E-04	0.118E-03	0.272E-04
6P - 6D	2500.	0.122E-03	-0.572E-04	0.121E-03	-0.563E-04	0.120E-03	-0.532E-04
30204.0 Å	5000.	0.125E-03	-0.642E-04	0.124E-03	-0.632E-04	0.123E-03	-0.597E-04
C = 0.17E+15	10000.	0.129E-03	-0.721E-04	0.128E-03	-0.709E-04	0.126E-03	-0.670E-04
	20000.	0.134E-03	-0.809E-04	0.133E-03	-0.796E-04	0.131E-03	-0.752E-04
	30000.	0.138E-03	-0.865E-04	0.137E-03	-0.852E-04	0.134E-03	-0.805E-04
	50000.	0.143E-03	-0.942E-04	0.142E-03	-0.927E-04	0.139E-03	-0.876E-04
6P - 7D	2500.	0.431E-03	-0.393E-03	0.424E-03	-0.387E-03	0.402E-03	-0.366E-03
22118.4 Å	5000.	0.481E-03	-0.443E-03	0.474E-03	-0.436E-03	0.449E-03	-0.412E-03
C = 0.87E+13	10000.	0.539E-03	-0.498E-03	0.530E-03	-0.490E-03	0.501E-03	-0.463E-03
	20000.	0.604E-03	-0.560E-03	0.595E-03	-0.551E-03	0.560E-03	-0.521E-03
	30000.	0.648E-03	-0.599E-03	0.637E-03	-0.590E-03	0.598E-03	-0.557E-03
	50000.	0.708E-03	-0.652E-03	0.696E-03	-0.642E-03	0.650E-03	-0.607E-03
6P - 8D	2500.	0.262E-03	0.214E-03	0.259E-03	0.211E-03	0.248E-03	0.199E-03
18975.4 Å	5000.	0.286E-03	0.241E-03	0.283E-03	0.238E-03	0.270E-03	0.224E-03
C = 0.24E+14	10000.	0.314E-03	0.271E-03	0.310E-03	0.267E-03	0.296E-03	0.252E-03
	20000.	0.347E-03	0.305E-03	0.342E-03	0.300E-03	0.326E-03	0.284E-03
	30000.	0.368E-03	0.326E-03	0.363E-03	0.321E-03	0.345E-03	0.304E-03
	50000.	0.397E-03	0.355E-03	0.391E-03	0.350E-03	0.372E-03	0.331E-03
6P - 9D	2500.	0.298E-03	0.153E-03	0.296E-03	0.151E-03	0.293E-03	0.142E-03
16304.2 Å	5000.	0.308E-03	0.173E-03	0.306E-03	0.170E-03	0.301E-03	0.160E-03
C = 0.30E+14	10000.	0.320E-03	0.194E-03	0.318E-03	0.191E-03	0.312E-03	0.180E-03
	20000.	0.336E-03	0.218E-03	0.333E-03	0.215E-03	0.326E-03	0.203E-03
	30000.	0.346E-03	0.233E-03	0.344E-03	0.230E-03	0.335E-03	0.217E-03
	50000.	0.362E-03	0.254E-03	0.359E-03	0.250E-03	0.349E-03	0.236E-03
6P - 10D	2500.	0.368E-03	0.557E-04	0.368E-03	0.548E-04	0.368E-03	0.518E-04
15614.3 Å	5000.	0.369E-03	0.626E-04	0.369E-03	0.617E-04	0.369E-03	0.583E-04
C = 0.21E+14	10000.	0.369E-03	0.704E-04	0.369E-03	0.693E-04	0.369E-03	0.655E-04
	20000.	0.370E-03	0.790E-04	0.370E-03	0.778E-04	0.370E-03	0.735E-04
	30000.	0.371E-03	0.845E-04	0.371E-03	0.832E-04	0.370E-03	0.786E-04
	50000.	0.372E-03	0.921E-04	0.372E-03	0.906E-04	0.371E-03	0.856E-04
7P - 7D	2500.	0.150E-01	-0.134E-01	0.148E-01	-0.132E-01	0.140E-01	-0.125E-01
129070.6 Å	5000.	0.167E-01	-0.151E-01	0.164E-01	-0.149E-01	0.156E-01	-0.140E-01
C = 0.30E+15	10000.	0.186E-01	-0.170E-01	0.183E-01	-0.167E-01	0.173E-01	-0.158E-01
	20000.	0.208E-01	-0.191E-01	0.205E-01	-0.188E-01	0.193E-01	-0.178E-01
	30000.	0.223E-01	-0.204E-01	0.219E-01	-0.201E-01	0.206E-01	-0.190E-01
	50000.	0.243E-01	-0.223E-01	0.239E-01	-0.219E-01	0.224E-01	-0.207E-01
7P - 8D	2500.	0.323E-02	0.256E-02	0.319E-02	0.252E-02	0.307E-02	0.238E-02
65633.2 Å	5000.	0.351E-02	0.288E-02	0.347E-02	0.283E-02	0.333E-02	0.268E-02
C = 0.28E+15	10000.	0.384E-02	0.324E-02	0.379E-02	0.319E-02	0.363E-02	0.301E-02
	20000.	0.422E-02	0.364E-02	0.416E-02	0.358E-02	0.398E-02	0.338E-02
	30000.	0.446E-02	0.389E-02	0.440E-02	0.383E-02	0.420E-02	0.362E-02
	50000.	0.480E-02	0.424E-02	0.474E-02	0.417E-02	0.451E-02	0.394E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		IONIZED MAGNESIUM		IONIZED SILICON		IONIZED IRON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
7P - 9D	2500.	0.201E-02	0.101E-02	0.201E-02	0.993E-03	0.198E-02	0.938E-03
41893.1 Å	5000.	0.208E-02	0.114E-02	0.207E-02	0.112E-02	0.204E-02	0.106E-02
C = 0.20E+15	10000.	0.216E-02	0.128E-02	0.214E-02	0.126E-02	0.210E-02	0.119E-02
	20000.	0.226E-02	0.143E-02	0.224E-02	0.141E-02	0.219E-02	0.133E-02
	30000.	0.232E-02	0.153E-02	0.231E-02	0.151E-02	0.225E-02	0.143E-02
	50000.	0.242E-02	0.167E-02	0.240E-02	0.164E-02	0.234E-02	0.155E-02
7P - 10D	2500.	0.218E-02	0.319E-03	0.218E-02	0.314E-03	0.218E-02	0.297E-03
37621.6 Å	5000.	0.218E-02	0.359E-03	0.218E-02	0.353E-03	0.218E-02	0.334E-03
C = 0.12E+15	10000.	0.219E-02	0.403E-03	0.219E-02	0.397E-03	0.218E-02	0.375E-03
	20000.	0.219E-02	0.452E-03	0.219E-02	0.445E-03	0.219E-02	0.421E-03
	30000.	0.219E-02	0.484E-03	0.219E-02	0.476E-03	0.219E-02	0.450E-03
	50000.	0.220E-02	0.527E-03	0.220E-02	0.519E-03	0.219E-02	0.490E-03
8P - 8D	2500.	0.367E-01	0.272E-01	0.364E-01	0.268E-01	0.352E-01	0.253E-01
213142.4 Å	5000.	0.395E-01	0.306E-01	0.391E-01	0.301E-01	0.377E-01	0.285E-01
C = 0.30E+16	10000.	0.428E-01	0.345E-01	0.424E-01	0.339E-01	0.407E-01	0.320E-01
	20000.	0.467E-01	0.387E-01	0.461E-01	0.381E-01	0.442E-01	0.360E-01
	30000.	0.492E-01	0.414E-01	0.486E-01	0.408E-01	0.465E-01	0.385E-01
	50000.	0.527E-01	0.451E-01	0.520E-01	0.444E-01	0.497E-01	0.420E-01
8P - 9D	2500.	0.677E-02	0.327E-02	0.674E-02	0.322E-02	0.667E-02	0.304E-02
75042.4 Å	5000.	0.696E-02	0.368E-02	0.693E-02	0.362E-02	0.683E-02	0.342E-02
C = 0.63E+15	10000.	0.721E-02	0.414E-02	0.717E-02	0.407E-02	0.705E-02	0.385E-02
	20000.	0.752E-02	0.465E-02	0.747E-02	0.457E-02	0.731E-02	0.432E-02
	30000.	0.773E-02	0.497E-02	0.768E-02	0.489E-02	0.750E-02	0.462E-02
	50000.	0.804E-02	0.541E-02	0.798E-02	0.533E-02	0.777E-02	0.504E-02
8P - 10D	2500.	0.618E-02	0.911E-03	0.618E-02	0.897E-03	0.618E-02	0.847E-03
62359.7 Å	5000.	0.619E-02	0.102E-02	0.619E-02	0.101E-02	0.619E-02	0.953E-03
C = 0.33E+15	10000.	0.620E-02	0.115E-02	0.620E-02	0.113E-02	0.619E-02	0.107E-02
	20000.	0.621E-02	0.129E-02	0.621E-02	0.127E-02	0.620E-02	0.120E-02
	30000.	0.622E-02	0.138E-02	0.622E-02	0.136E-02	0.621E-02	0.129E-02
	50000.	0.624E-02	0.151E-02	0.623E-02	0.148E-02	0.622E-02	0.140E-02
9P - 9D	2500.	0.342E-01	0.162E-01	0.341E-01	0.159E-01	0.337E-01	0.151E-01
159230.6 Å	5000.	0.351E-01	0.182E-01	0.350E-01	0.179E-01	0.345E-01	0.170E-01
C = 0.29E+16	10000.	0.363E-01	0.205E-01	0.361E-01	0.202E-01	0.355E-01	0.191E-01
	20000.	0.378E-01	0.230E-01	0.376E-01	0.227E-01	0.368E-01	0.214E-01
	30000.	0.389E-01	0.247E-01	0.386E-01	0.243E-01	0.377E-01	0.229E-01
	50000.	0.404E-01	0.268E-01	0.401E-01	0.264E-01	0.391E-01	0.250E-01
9P - 10D	2500.	0.211E-01	0.398E-02	0.211E-01	0.391E-02	0.211E-01	0.370E-02
111229.8 Å	5000.	0.212E-01	0.447E-02	0.212E-01	0.440E-02	0.211E-01	0.416E-02
C = 0.11E+16	10000.	0.212E-01	0.503E-02	0.212E-01	0.495E-02	0.212E-01	0.468E-02
	20000.	0.213E-01	0.565E-02	0.213E-01	0.556E-02	0.213E-01	0.525E-02
	30000.	0.214E-01	0.604E-02	0.214E-01	0.594E-02	0.213E-01	0.562E-02
	50000.	0.215E-01	0.658E-02	0.215E-01	0.647E-02	0.214E-01	0.612E-02
10P - 10D	2500.	0.110	-0.264E-01	0.110	-0.260E-01	0.110	-0.246E-01
237354.9 Å	5000.	0.110	-0.297E-01	0.110	-0.293E-01	0.110	-0.277E-01
C = 0.48E+16	10000.	0.111	-0.334E-01	0.111	-0.329E-01	0.111	-0.311E-01
	20000.	0.112	-0.376E-01	0.112	-0.370E-01	0.111	-0.349E-01
	30000.	0.113	-0.402E-01	0.112	-0.396E-01	0.112	-0.374E-01
	50000.	0.114	-0.438E-01	0.113	-0.431E-01	0.113	-0.407E-01
4D - 5P	2500.	0.770E-03	0.497E-03	0.765E-03	0.490E-03	0.747E-03	0.463E-03
176469.6 Å	5000.	0.813E-03	0.558E-03	0.807E-03	0.550E-03	0.785E-03	0.519E-03
C = 0.18E+17	10000.	0.865E-03	0.627E-03	0.857E-03	0.617E-03	0.831E-03	0.583E-03
	20000.	0.928E-03	0.703E-03	0.918E-03	0.692E-03	0.887E-03	0.654E-03
	30000.	0.969E-03	0.753E-03	0.959E-03	0.741E-03	0.925E-03	0.700E-03
	50000.	0.103E-02	0.820E-03	0.102E-02	0.807E-03	0.977E-03	0.762E-03
4D - 6P	2500.	0.250E-04	0.815E-05	0.250E-04	0.802E-05	0.249E-04	0.758E-05
22827.3 Å	5000.	0.253E-04	0.914E-05	0.252E-04	0.900E-05	0.251E-04	0.851E-05
C = 0.30E+15	10000.	0.256E-04	0.103E-04	0.255E-04	0.101E-04	0.254E-04	0.955E-05
	20000.	0.260E-04	0.115E-04	0.260E-04	0.113E-04	0.257E-04	0.107E-04
	30000.	0.264E-04	0.123E-04	0.263E-04	0.121E-04	0.260E-04	0.115E-04
	50000.	0.269E-04	0.134E-04	0.268E-04	0.132E-04	0.264E-04	0.125E-04

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		IONIZED MAGNESIUM		IONIZED SILICON		IONIZED IRON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
4D - 7P	2500.	0.271E-04	0.396E-05	0.271E-04	0.389E-05	0.271E-04	0.368E-05
12304.6 Å	5000.	0.271E-04	0.444E-05	0.271E-04	0.437E-05	0.271E-04	0.413E-05
C = 0.66E+14	10000.	0.271E-04	0.499E-05	0.271E-04	0.491E-05	0.271E-04	0.464E-05
	20000.	0.272E-04	0.560E-05	0.272E-04	0.551E-05	0.272E-04	0.521E-05
	30000.	0.272E-04	0.599E-05	0.272E-04	0.589E-05	0.272E-04	0.557E-05
	50000.	0.273E-04	0.652E-05	0.273E-04	0.642E-05	0.272E-04	0.606E-05
4D - 8P	2500.	0.401E-04	-0.202E-05	0.401E-04	-0.199E-05	0.401E-04	-0.188E-05
10891.4 Å	5000.	0.401E-04	-0.227E-05	0.401E-04	-0.223E-05	0.401E-04	-0.211E-05
C = 0.33E+14	10000.	0.401E-04	-0.255E-05	0.401E-04	-0.251E-05	0.401E-04	-0.237E-05
	20000.	0.401E-04	-0.286E-05	0.401E-04	-0.282E-05	0.401E-04	-0.266E-05
	30000.	0.401E-04	-0.306E-05	0.401E-04	-0.301E-05	0.401E-04	-0.285E-05
	50000.	0.401E-04	-0.333E-05	0.401E-04	-0.328E-05	0.401E-04	-0.310E-05
4D - 9P	2500.	0.627E-04	-0.176E-04	0.626E-04	-0.173E-04	0.625E-04	-0.164E-04
10115.2 Å	5000.	0.631E-04	-0.198E-04	0.630E-04	-0.195E-04	0.628E-04	-0.184E-04
C = 0.24E+14	10000.	0.637E-04	-0.222E-04	0.636E-04	-0.219E-04	0.633E-04	-0.207E-04
	20000.	0.644E-04	-0.250E-04	0.643E-04	-0.246E-04	0.639E-04	-0.232E-04
	30000.	0.650E-04	-0.267E-04	0.649E-04	-0.263E-04	0.644E-04	-0.248E-04
	50000.	0.659E-04	-0.291E-04	0.657E-04	-0.286E-04	0.651E-04	-0.270E-04
4D - 10P	2500.	0.104E-03	0.532E-04	0.104E-03	0.523E-04	0.102E-03	0.494E-04
9649.0 Å	5000.	0.108E-03	0.599E-04	0.107E-03	0.589E-04	0.105E-03	0.557E-04
C = 0.14E+14	10000.	0.112E-03	0.673E-04	0.111E-03	0.662E-04	0.109E-03	0.626E-04
	20000.	0.117E-03	0.756E-04	0.116E-03	0.744E-04	0.114E-03	0.703E-04
	30000.	0.121E-03	0.809E-04	0.120E-03	0.796E-04	0.117E-03	0.753E-04
	50000.	0.126E-03	0.881E-04	0.125E-03	0.867E-04	0.122E-03	0.819E-04
5D - 6P	2500.	0.457E-03	0.153E-03	0.456E-03	0.150E-03	0.455E-03	0.142E-03
80642.6 Å	5000.	0.462E-03	0.172E-03	0.461E-03	0.169E-03	0.459E-03	0.160E-03
C = 0.37E+16	10000.	0.468E-03	0.193E-03	0.467E-03	0.190E-03	0.464E-03	0.179E-03
	20000.	0.477E-03	0.216E-03	0.476E-03	0.213E-03	0.471E-03	0.201E-03
	30000.	0.483E-03	0.231E-03	0.482E-03	0.228E-03	0.477E-03	0.215E-03
	50000.	0.493E-03	0.252E-03	0.491E-03	0.248E-03	0.485E-03	0.234E-03
5D - 7P	2500.	0.302E-03	0.518E-04	0.302E-03	0.510E-04	0.302E-03	0.482E-04
39899.3 Å	5000.	0.303E-03	0.582E-04	0.303E-03	0.572E-04	0.302E-03	0.541E-04
C = 0.69E+15	10000.	0.303E-03	0.653E-04	0.303E-03	0.643E-04	0.303E-03	0.607E-04
	20000.	0.304E-03	0.733E-04	0.304E-03	0.721E-04	0.304E-03	0.682E-04
	30000.	0.305E-03	0.784E-04	0.305E-03	0.772E-04	0.304E-03	0.729E-04
	50000.	0.306E-03	0.854E-04	0.306E-03	0.840E-04	0.305E-03	0.794E-04
5D - 8P	2500.	0.273E-03	-0.548E-05	0.273E-03	-0.540E-05	0.273E-03	-0.510E-05
28083.9 Å	5000.	0.273E-03	-0.615E-05	0.273E-03	-0.606E-05	0.273E-03	-0.572E-05
C = 0.22E+15	10000.	0.273E-03	-0.691E-05	0.273E-03	-0.680E-05	0.273E-03	-0.642E-05
	20000.	0.273E-03	-0.775E-05	0.273E-03	-0.763E-05	0.273E-03	-0.721E-05
	30000.	0.273E-03	-0.830E-05	0.273E-03	-0.817E-05	0.273E-03	-0.772E-05
	50000.	0.273E-03	-0.904E-05	0.273E-03	-0.890E-05	0.273E-03	-0.840E-05
5D - 9P	2500.	0.340E-03	-0.931E-04	0.340E-03	-0.916E-04	0.339E-03	-0.866E-04
23444.9 Å	5000.	0.342E-03	-0.105E-03	0.342E-03	-0.103E-03	0.341E-03	-0.974E-04
C = 0.13E+15	10000.	0.345E-03	-0.118E-03	0.345E-03	-0.116E-03	0.343E-03	-0.109E-03
	20000.	0.349E-03	-0.132E-03	0.349E-03	-0.130E-03	0.347E-03	-0.123E-03
	30000.	0.352E-03	-0.141E-03	0.351E-03	-0.139E-03	0.349E-03	-0.131E-03
	50000.	0.356E-03	-0.154E-03	0.356E-03	-0.151E-03	0.353E-03	-0.143E-03
5D - 10P	2500.	0.500E-03	0.255E-03	0.498E-03	0.251E-03	0.492E-03	0.237E-03
21083.5 Å	5000.	0.517E-03	0.286E-03	0.514E-03	0.282E-03	0.506E-03	0.266E-03
C = 0.67E+14	10000.	0.537E-03	0.322E-03	0.534E-03	0.317E-03	0.524E-03	0.300E-03
	20000.	0.563E-03	0.362E-03	0.559E-03	0.356E-03	0.546E-03	0.337E-03
	30000.	0.580E-03	0.387E-03	0.576E-03	0.381E-03	0.561E-03	0.360E-03
	50000.	0.605E-03	0.422E-03	0.600E-03	0.415E-03	0.584E-03	0.392E-03
6D - 7P	2500.	0.119E-01	0.361E-02	0.119E-01	0.356E-02	0.118E-01	0.336E-02
229605.3 Å	5000.	0.120E-01	0.406E-02	0.120E-01	0.400E-02	0.119E-01	0.378E-02
C = 0.98E+16	10000.	0.121E-01	0.456E-02	0.121E-01	0.448E-02	0.120E-01	0.424E-02
	20000.	0.123E-01	0.511E-02	0.123E-01	0.503E-02	0.122E-01	0.476E-02
	30000.	0.124E-01	0.547E-02	0.124E-01	0.539E-02	0.123E-01	0.509E-02
	50000.	0.126E-01	0.596E-02	0.126E-01	0.586E-02	0.125E-01	0.554E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		IONIZED MAGNESIUM		IONIZED SILICON		IONIZED IRON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
6D - 8P	2500.	0.166E-02	0.230E-03	0.166E-02	0.226E-03	0.166E-02	0.214E-03
67115.0 Å	5000.	0.167E-02	0.258E-03	0.167E-02	0.254E-03	0.166E-02	0.240E-03
C = 0.83E+15	10000.	0.167E-02	0.289E-03	0.167E-02	0.285E-03	0.167E-02	0.269E-03
	20000.	0.167E-02	0.325E-03	0.167E-02	0.320E-03	0.167E-02	0.302E-03
	30000.	0.167E-02	0.348E-03	0.167E-02	0.342E-03	0.167E-02	0.323E-03
	50000.	0.168E-02	0.378E-03	0.168E-02	0.373E-03	0.167E-02	0.352E-03
6D - 9P	2500.	0.131E-02	-0.310E-03	0.131E-02	-0.305E-03	0.131E-02	-0.288E-03
45567.6 Å	5000.	0.132E-02	-0.349E-03	0.132E-02	-0.343E-03	0.132E-02	-0.324E-03
C = 0.38E+15	10000.	0.133E-02	-0.391E-03	0.133E-02	-0.385E-03	0.132E-02	-0.364E-03
	20000.	0.134E-02	-0.439E-03	0.134E-02	-0.432E-03	0.133E-02	-0.409E-03
	30000.	0.134E-02	-0.470E-03	0.134E-02	-0.463E-03	0.134E-02	-0.437E-03
	50000.	0.136E-02	-0.512E-03	0.135E-02	-0.504E-03	0.135E-02	-0.476E-03
6D - 10P	2500.	0.160E-02	0.817E-03	0.159E-02	0.804E-03	0.157E-02	0.759E-03
37421.4 Å	5000.	0.165E-02	0.919E-03	0.164E-02	0.905E-03	0.162E-02	0.855E-03
C = 0.21E+15	10000.	0.172E-02	0.103E-02	0.171E-02	0.102E-02	0.168E-02	0.961E-03
	20000.	0.180E-02	0.116E-02	0.179E-02	0.114E-02	0.175E-02	0.108E-02
	30000.	0.186E-02	0.124E-02	0.184E-02	0.122E-02	0.180E-02	0.116E-02
	50000.	0.194E-02	0.135E-02	0.192E-02	0.133E-02	0.187E-02	0.126E-02
7D - 8P	2500.	0.119	0.102	0.118	0.101	0.113	0.952E-01
357551.5 Å	5000.	0.132	0.115	0.130	0.113	0.124	0.107
C = 0.23E+16	10000.	0.146	0.130	0.144	0.128	0.137	0.121
	20000.	0.163	0.146	0.160	0.143	0.151	0.136
	30000.	0.174	0.156	0.171	0.153	0.161	0.145
	50000.	0.189	0.170	0.186	0.167	0.174	0.158
7D - 9P	2500.	0.103E-01	0.773E-02	0.102E-01	0.761E-02	0.988E-02	0.718E-02
101601.2 Å	5000.	0.111E-01	0.870E-02	0.110E-01	0.857E-02	0.106E-01	0.809E-02
C = 0.18E+15	10000.	0.121E-01	0.979E-02	0.120E-01	0.964E-02	0.115E-01	0.910E-02
	20000.	0.133E-01	0.110E-01	0.131E-01	0.108E-01	0.125E-01	0.102E-01
	30000.	0.140E-01	0.118E-01	0.138E-01	0.116E-01	0.131E-01	0.110E-01
	50000.	0.151E-01	0.128E-01	0.149E-01	0.126E-01	0.141E-01	0.119E-01
7D - 10P	2500.	0.708E-02	0.513E-02	0.701E-02	0.505E-02	0.679E-02	0.477E-02
68400.9 Å	5000.	0.760E-02	0.578E-02	0.752E-02	0.568E-02	0.726E-02	0.537E-02
C = 0.83E+14	10000.	0.822E-02	0.650E-02	0.813E-02	0.640E-02	0.781E-02	0.604E-02
	20000.	0.895E-02	0.731E-02	0.884E-02	0.719E-02	0.846E-02	0.679E-02
	30000.	0.944E-02	0.782E-02	0.932E-02	0.770E-02	0.889E-02	0.727E-02
	50000.	0.101E-01	0.852E-02	0.100E-01	0.838E-02	0.948E-02	0.792E-02
8D - 9P	2500.	0.178	-0.119	0.177	-0.117	0.172	-0.110
424826.9 Å	5000.	0.189	-0.133	0.187	-0.131	0.182	-0.124
C = 0.12E+17	10000.	0.202	-0.150	0.200	-0.148	0.193	-0.140
	20000.	0.217	-0.169	0.215	-0.166	0.207	-0.157
	30000.	0.227	-0.180	0.225	-0.178	0.217	-0.168
	50000.	0.242	-0.196	0.239	-0.193	0.229	-0.183
8D - 10P	2500.	0.223E-01	-0.191E-02	0.223E-01	-0.188E-02	0.223E-01	-0.177E-02
140228.9 Å	5000.	0.223E-01	-0.214E-02	0.223E-01	-0.211E-02	0.223E-01	-0.199E-02
C = 0.13E+16	10000.	0.223E-01	-0.240E-02	0.223E-01	-0.237E-02	0.223E-01	-0.224E-02
	20000.	0.223E-01	-0.270E-02	0.223E-01	-0.266E-02	0.223E-01	-0.251E-02
	30000.	0.223E-01	-0.289E-02	0.223E-01	-0.284E-02	0.223E-01	-0.269E-02
	50000.	0.223E-01	-0.314E-02	0.223E-01	-0.309E-02	0.223E-01	-0.292E-02
9D - 10P	2500.	0.673	-0.181E-01	0.673	-0.178E-01	0.673	-0.168E-01
665380.3 Å	5000.	0.673	-0.203E-01	0.673	-0.200E-01	0.673	-0.189E-01
C = 0.50E+17	10000.	0.673	-0.228E-01	0.673	-0.224E-01	0.673	-0.212E-01
	20000.	0.673	-0.255E-01	0.673	-0.251E-01	0.673	-0.238E-01
	30000.	0.673	-0.273E-01	0.673	-0.269E-01	0.673	-0.254E-01
	50000.	0.673	-0.298E-01	0.673	-0.293E-01	0.673	-0.277E-01
5S - 5P	2500.	0.634E-05	0.276E-05	0.632E-05	0.272E-05	0.627E-05	0.257E-05
19897.4 Å	5000.	0.648E-05	0.310E-05	0.645E-05	0.305E-05	0.638E-05	0.289E-05
C = 0.47E+15	10000.	0.665E-05	0.348E-05	0.663E-05	0.343E-05	0.654E-05	0.324E-05
	20000.	0.688E-05	0.391E-05	0.685E-05	0.385E-05	0.673E-05	0.364E-05
	30000.	0.704E-05	0.418E-05	0.700E-05	0.412E-05	0.687E-05	0.389E-05
	50000.	0.728E-05	0.455E-05	0.723E-05	0.448E-05	0.708E-05	0.424E-05

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		IONIZED MAGNESIUM		IONIZED SILICON		IONIZED IRON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
5S - 6P	2500.	0.700E-05	0.530E-05	0.693E-05	0.521E-05	0.670E-05	0.492E-05
9104.8 Å	5000.	0.755E-05	0.595E-05	0.747E-05	0.585E-05	0.720E-05	0.553E-05
C = 0.18E+14	10000.	0.820E-05	0.668E-05	0.811E-05	0.657E-05	0.778E-05	0.621E-05
	20000.	0.895E-05	0.749E-05	0.884E-05	0.737E-05	0.847E-05	0.697E-05
	30000.	0.944E-05	0.802E-05	0.932E-05	0.789E-05	0.892E-05	0.746E-05
	50000.	0.101E-04	0.873E-05	0.999E-05	0.859E-05	0.954E-05	0.812E-05
5S - 7P	2500.	0.147E-04	0.122E-04	0.145E-04	0.120E-04	0.139E-04	0.113E-04
7451.4 Å	5000.	0.161E-04	0.137E-04	0.159E-04	0.135E-04	0.152E-04	0.127E-04
C = 0.51E+13	10000.	0.177E-04	0.154E-04	0.174E-04	0.151E-04	0.166E-04	0.143E-04
	20000.	0.195E-04	0.173E-04	0.193E-04	0.170E-04	0.183E-04	0.161E-04
	30000.	0.208E-04	0.185E-04	0.205E-04	0.182E-04	0.194E-04	0.172E-04
	50000.	0.224E-04	0.201E-04	0.221E-04	0.198E-04	0.210E-04	0.187E-04
5S - 8P	2500.	0.530E-04	0.484E-04	0.522E-04	0.476E-04	0.494E-04	0.450E-04
6781.1 Å	5000.	0.592E-04	0.545E-04	0.583E-04	0.536E-04	0.552E-04	0.506E-04
C = 0.83E+12	10000.	0.662E-04	0.613E-04	0.652E-04	0.603E-04	0.616E-04	0.570E-04
	20000.	0.743E-04	0.689E-04	0.731E-04	0.678E-04	0.689E-04	0.641E-04
	30000.	0.795E-04	0.738E-04	0.782E-04	0.726E-04	0.736E-04	0.686E-04
	50000.	0.869E-04	0.803E-04	0.854E-04	0.791E-04	0.800E-04	0.747E-04
5S - 9P	2500.	0.418E-04	-0.343E-04	0.413E-04	-0.337E-04	0.396E-04	-0.319E-04
6432.0 Å	5000.	0.457E-04	-0.386E-04	0.451E-04	-0.380E-04	0.432E-04	-0.359E-04
C = 0.19E+13	10000.	0.502E-04	-0.434E-04	0.496E-04	-0.427E-04	0.473E-04	-0.404E-04
	20000.	0.554E-04	-0.488E-04	0.547E-04	-0.480E-04	0.521E-04	-0.454E-04
	30000.	0.588E-04	-0.522E-04	0.580E-04	-0.514E-04	0.552E-04	-0.486E-04
	50000.	0.635E-04	-0.569E-04	0.626E-04	-0.560E-04	0.595E-04	-0.529E-04
5S - 10P	2500.	0.402E-04	0.202E-04	0.401E-04	0.198E-04	0.396E-04	0.187E-04
6224.3 Å	5000.	0.415E-04	0.227E-04	0.413E-04	0.223E-04	0.406E-04	0.211E-04
C = 0.60E+13	10000.	0.431E-04	0.255E-04	0.428E-04	0.251E-04	0.420E-04	0.237E-04
	20000.	0.451E-04	0.287E-04	0.448E-04	0.282E-04	0.438E-04	0.267E-04
	30000.	0.464E-04	0.307E-04	0.461E-04	0.302E-04	0.450E-04	0.285E-04
	50000.	0.484E-04	0.334E-04	0.480E-04	0.329E-04	0.467E-04	0.311E-04
6S - 6P	2500.	0.195E-03	0.145E-03	0.193E-03	0.142E-03	0.187E-03	0.134E-03
48818.1 Å	5000.	0.210E-03	0.162E-03	0.208E-03	0.160E-03	0.200E-03	0.151E-03
C = 0.53E+15	10000.	0.227E-03	0.182E-03	0.225E-03	0.179E-03	0.216E-03	0.169E-03
	20000.	0.247E-03	0.205E-03	0.244E-03	0.201E-03	0.234E-03	0.190E-03
	30000.	0.261E-03	0.219E-03	0.257E-03	0.215E-03	0.246E-03	0.204E-03
	50000.	0.279E-03	0.238E-03	0.275E-03	0.235E-03	0.263E-03	0.222E-03
6S - 7P	2500.	0.130E-03	0.108E-03	0.129E-03	0.106E-03	0.124E-03	0.101E-03
22294.2 Å	5000.	0.143E-03	0.122E-03	0.141E-03	0.120E-03	0.135E-03	0.113E-03
C = 0.45E+14	10000.	0.157E-03	0.137E-03	0.155E-03	0.134E-03	0.148E-03	0.127E-03
	20000.	0.174E-03	0.153E-03	0.171E-03	0.151E-03	0.163E-03	0.143E-03
	30000.	0.185E-03	0.164E-03	0.182E-03	0.161E-03	0.173E-03	0.153E-03
	50000.	0.199E-03	0.179E-03	0.197E-03	0.176E-03	0.186E-03	0.166E-03
6S - 8P	2500.	0.341E-03	0.311E-03	0.336E-03	0.306E-03	0.318E-03	0.290E-03
17205.2 Å	5000.	0.381E-03	0.350E-03	0.375E-03	0.345E-03	0.355E-03	0.326E-03
C = 0.53E+13	10000.	0.426E-03	0.394E-03	0.419E-03	0.388E-03	0.396E-03	0.367E-03
	20000.	0.478E-03	0.443E-03	0.470E-03	0.436E-03	0.443E-03	0.412E-03
	30000.	0.512E-03	0.474E-03	0.503E-03	0.467E-03	0.473E-03	0.441E-03
	50000.	0.559E-03	0.517E-03	0.550E-03	0.509E-03	0.515E-03	0.481E-03
6S - 9P	2500.	0.231E-03	-0.190E-03	0.228E-03	-0.187E-03	0.219E-03	-0.176E-03
15123.0 Å	5000.	0.253E-03	-0.214E-03	0.250E-03	-0.210E-03	0.239E-03	-0.199E-03
C = 0.10E+14	10000.	0.278E-03	-0.240E-03	0.274E-03	-0.237E-03	0.262E-03	-0.223E-03
	20000.	0.307E-03	-0.270E-03	0.303E-03	-0.266E-03	0.288E-03	-0.251E-03
	30000.	0.325E-03	-0.289E-03	0.321E-03	-0.284E-03	0.306E-03	-0.269E-03
	50000.	0.351E-03	-0.315E-03	0.346E-03	-0.310E-03	0.329E-03	-0.293E-03
6S - 10P	2500.	0.204E-03	0.102E-03	0.203E-03	0.100E-03	0.201E-03	0.949E-04
14022.6 Å	5000.	0.210E-03	0.115E-03	0.209E-03	0.113E-03	0.206E-03	0.107E-03
C = 0.30E+14	10000.	0.218E-03	0.129E-03	0.217E-03	0.127E-03	0.213E-03	0.120E-03
	20000.	0.228E-03	0.145E-03	0.227E-03	0.143E-03	0.222E-03	0.135E-03
	30000.	0.235E-03	0.155E-03	0.234E-03	0.153E-03	0.228E-03	0.144E-03
	50000.	0.245E-03	0.169E-03	0.243E-03	0.166E-03	0.237E-03	0.157E-03

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		IONIZED MAGNESIUM		IONIZED SILICON		IONIZED IRON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
7S - 7P	2500.	0.267E-02	0.220E-02	0.264E-02	0.216E-02	0.253E-02	0.204E-02
102150.3 Å	5000.	0.292E-02	0.247E-02	0.289E-02	0.243E-02	0.276E-02	0.230E-02
C = 0.95E+15	10000.	0.321E-02	0.277E-02	0.317E-02	0.273E-02	0.302E-02	0.258E-02
	20000.	0.355E-02	0.311E-02	0.350E-02	0.306E-02	0.333E-02	0.290E-02
	30000.	0.376E-02	0.333E-02	0.371E-02	0.328E-02	0.353E-02	0.310E-02
	50000.	0.406E-02	0.363E-02	0.401E-02	0.357E-02	0.380E-02	0.337E-02
7S - 8P	2500.	0.216E-02	0.197E-02	0.213E-02	0.194E-02	0.202E-02	0.183E-02
43371.3 Å	5000.	0.241E-02	0.222E-02	0.238E-02	0.218E-02	0.225E-02	0.206E-02
C = 0.34E+14	10000.	0.270E-02	0.250E-02	0.266E-02	0.246E-02	0.251E-02	0.232E-02
	20000.	0.303E-02	0.281E-02	0.298E-02	0.276E-02	0.281E-02	0.261E-02
	30000.	0.324E-02	0.301E-02	0.319E-02	0.296E-02	0.300E-02	0.280E-02
	50000.	0.354E-02	0.327E-02	0.348E-02	0.322E-02	0.326E-02	0.304E-02
7S - 9P	2500.	0.105E-02	-0.863E-03	0.104E-02	-0.850E-03	0.996E-03	-0.803E-03
32196.8 Å	5000.	0.115E-02	-0.972E-03	0.114E-02	-0.957E-03	0.109E-02	-0.904E-03
C = 0.47E+14	10000.	0.126E-02	-0.109E-02	0.125E-02	-0.108E-02	0.119E-02	-0.102E-02
	20000.	0.140E-02	-0.123E-02	0.138E-02	-0.121E-02	0.131E-02	-0.114E-02
	30000.	0.148E-02	-0.132E-02	0.146E-02	-0.130E-02	0.139E-02	-0.122E-02
	50000.	0.160E-02	-0.143E-02	0.158E-02	-0.141E-02	0.150E-02	-0.133E-02
7S - 10P	2500.	0.788E-03	0.392E-03	0.785E-03	0.386E-03	0.776E-03	0.364E-03
27587.7 Å	5000.	0.812E-03	0.441E-03	0.808E-03	0.434E-03	0.796E-03	0.410E-03
C = 0.12E+15	10000.	0.843E-03	0.496E-03	0.838E-03	0.488E-03	0.823E-03	0.461E-03
	20000.	0.881E-03	0.557E-03	0.875E-03	0.548E-03	0.856E-03	0.518E-03
	30000.	0.907E-03	0.596E-03	0.901E-03	0.587E-03	0.879E-03	0.554E-03
	50000.	0.945E-03	0.649E-03	0.938E-03	0.639E-03	0.913E-03	0.604E-03
8S - 8P	2500.	0.379E-01	0.346E-01	0.373E-01	0.340E-01	0.354E-01	0.321E-01
182561.7 Å	5000.	0.423E-01	0.389E-01	0.417E-01	0.383E-01	0.395E-01	0.362E-01
C = 0.60E+15	10000.	0.474E-01	0.438E-01	0.466E-01	0.431E-01	0.441E-01	0.408E-01
	20000.	0.531E-01	0.493E-01	0.523E-01	0.485E-01	0.493E-01	0.458E-01
	30000.	0.569E-01	0.527E-01	0.560E-01	0.519E-01	0.526E-01	0.491E-01
	50000.	0.621E-01	0.574E-01	0.611E-01	0.565E-01	0.572E-01	0.534E-01
8S - 9P	2500.	0.564E-02	-0.465E-02	0.557E-02	-0.457E-02	0.534E-02	-0.432E-02
74184.5 Å	5000.	0.617E-02	-0.523E-02	0.610E-02	-0.515E-02	0.583E-02	-0.486E-02
C = 0.25E+15	10000.	0.679E-02	-0.589E-02	0.670E-02	-0.579E-02	0.639E-02	-0.547E-02
	20000.	0.750E-02	-0.662E-02	0.740E-02	-0.651E-02	0.704E-02	-0.615E-02
	30000.	0.796E-02	-0.708E-02	0.785E-02	-0.697E-02	0.747E-02	-0.659E-02
	50000.	0.859E-02	-0.771E-02	0.847E-02	-0.759E-02	0.805E-02	-0.717E-02
8S - 10P	2500.	0.295E-02	0.143E-02	0.294E-02	0.141E-02	0.291E-02	0.133E-02
53565.0 Å	5000.	0.304E-02	0.161E-02	0.302E-02	0.159E-02	0.298E-02	0.150E-02
C = 0.44E+15	10000.	0.315E-02	0.182E-02	0.313E-02	0.179E-02	0.307E-02	0.169E-02
	20000.	0.328E-02	0.204E-02	0.326E-02	0.201E-02	0.319E-02	0.190E-02
	30000.	0.338E-02	0.218E-02	0.335E-02	0.215E-02	0.328E-02	0.203E-02
	50000.	0.351E-02	0.238E-02	0.349E-02	0.234E-02	0.340E-02	0.221E-02
9S - 9P	2500.	0.918E-01	-0.762E-01	0.907E-01	-0.751E-01	0.868E-01	-0.709E-01
295517.0 Å	5000.	0.101	-0.858E-01	0.994E-01	-0.845E-01	0.949E-01	-0.798E-01
C = 0.39E+16	10000.	0.111	-0.966E-01	0.109	-0.950E-01	0.104	-0.898E-01
	20000.	0.122	-0.109	0.121	-0.107	0.115	-0.101
	30000.	0.130	-0.116	0.128	-0.114	0.122	-0.108
	50000.	0.140	-0.126	0.138	-0.124	0.132	-0.118
9S - 10P	2500.	0.138E-01	0.629E-02	0.137E-01	0.619E-02	0.136E-01	0.585E-02
116646.6 Å	5000.	0.141E-01	0.708E-02	0.141E-01	0.696E-02	0.139E-01	0.658E-02
C = 0.21E+16	10000.	0.145E-01	0.796E-02	0.145E-01	0.783E-02	0.143E-01	0.740E-02
	20000.	0.151E-01	0.894E-02	0.150E-01	0.879E-02	0.147E-01	0.831E-02
	30000.	0.155E-01	0.956E-02	0.154E-01	0.941E-02	0.151E-01	0.889E-02
	50000.	0.161E-01	0.104E-01	0.159E-01	0.102E-01	0.156E-01	0.968E-02
10S - 10P	2500.	0.196	0.745E-01	0.196	0.733E-01	0.195	0.692E-01
447387.3 Å	5000.	0.199	0.838E-01	0.199	0.825E-01	0.197	0.779E-01
C = 0.31E+17	10000.	0.203	0.942E-01	0.202	0.927E-01	0.200	0.876E-01
	20000.	0.208	0.106	0.207	0.104	0.205	0.984E-01
	30000.	0.212	0.113	0.211	0.111	0.208	0.105
	50000.	0.217	0.123	0.216	0.121	0.213	0.115

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		IONIZED MAGNESIUM		IONIZED SILICON		IONIZED IRON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
4P - 5S	2500.	0.139E-06	0.121E-06	0.137E-06	0.119E-06	0.131E-06	0.112E-06
6143.9 Å	5000.	0.154E-06	0.136E-06	0.151E-06	0.133E-06	0.144E-06	0.126E-06
C = 0.19E+15	10000.	0.170E-06	0.152E-06	0.168E-06	0.150E-06	0.160E-06	0.142E-06
	20000.	0.189E-06	0.171E-06	0.186E-06	0.168E-06	0.177E-06	0.159E-06
	30000.	0.201E-06	0.183E-06	0.198E-06	0.180E-06	0.188E-06	0.170E-06
	50000.	0.218E-06	0.199E-06	0.214E-06	0.196E-06	0.203E-06	0.185E-06
4P - 6S	2500.	0.208E-06	0.196E-06	0.205E-06	0.193E-06	0.194E-06	0.182E-06
3966.5 Å	5000.	0.234E-06	0.220E-06	0.230E-06	0.216E-06	0.217E-06	0.204E-06
C = 0.32E+14	10000.	0.262E-06	0.247E-06	0.258E-06	0.243E-06	0.244E-06	0.229E-06
	20000.	0.294E-06	0.277E-06	0.289E-06	0.272E-06	0.273E-06	0.257E-06
	30000.	0.314E-06	0.296E-06	0.309E-06	0.291E-06	0.292E-06	0.275E-06
	50000.	0.342E-06	0.322E-06	0.337E-06	0.317E-06	0.318E-06	0.300E-06
4P - 7S	2500.	0.438E-06	0.414E-06	0.431E-06	0.407E-06	0.408E-06	0.385E-06
3482.2 Å	5000.	0.492E-06	0.464E-06	0.484E-06	0.457E-06	0.457E-06	0.432E-06
C = 0.12E+14	10000.	0.552E-06	0.521E-06	0.543E-06	0.513E-06	0.513E-06	0.485E-06
	20000.	0.619E-06	0.585E-06	0.610E-06	0.576E-06	0.576E-06	0.544E-06
	30000.	0.663E-06	0.626E-06	0.652E-06	0.616E-06	0.616E-06	0.582E-06
	50000.	0.721E-06	0.681E-06	0.710E-06	0.671E-06	0.671E-06	0.634E-06
4P - 8S	2500.	0.899E-06	0.848E-06	0.884E-06	0.835E-06	0.836E-06	0.789E-06
3281.3 Å	5000.	0.101E-05	0.953E-06	0.993E-06	0.938E-06	0.938E-06	0.886E-06
C = 0.59E+13	10000.	0.113E-05	0.107E-05	0.111E-05	0.105E-05	0.105E-05	0.995E-06
	20000.	0.127E-05	0.120E-05	0.125E-05	0.118E-05	0.118E-05	0.112E-05
	30000.	0.136E-05	0.128E-05	0.134E-05	0.126E-05	0.126E-05	0.119E-05
	50000.	0.148E-05	0.140E-05	0.146E-05	0.138E-05	0.138E-05	0.130E-05
4P - 9S	2500.	0.167E-05	0.158E-05	0.165E-05	0.155E-05	0.156E-05	0.147E-05
3176.1 Å	5000.	0.188E-05	0.177E-05	0.185E-05	0.175E-05	0.175E-05	0.165E-05
C = 0.34E+13	10000.	0.211E-05	0.199E-05	0.208E-05	0.196E-05	0.196E-05	0.185E-05
	20000.	0.237E-05	0.224E-05	0.233E-05	0.220E-05	0.220E-05	0.208E-05
	30000.	0.253E-05	0.239E-05	0.249E-05	0.236E-05	0.236E-05	0.223E-05
	50000.	0.276E-05	0.261E-05	0.271E-05	0.257E-05	0.257E-05	0.242E-05
4P - 10S	2500.	0.290E-05	0.273E-05	0.285E-05	0.268E-05	0.269E-05	0.254E-05
3113.4 Å	5000.	0.325E-05	0.307E-05	0.320E-05	0.302E-05	0.302E-05	0.285E-05
C = 0.22E+13	10000.	0.365E-05	0.345E-05	0.359E-05	0.339E-05	0.339E-05	0.321E-05
	20000.	0.410E-05	0.387E-05	0.403E-05	0.381E-05	0.381E-05	0.360E-05
	30000.	0.438E-05	0.414E-05	0.431E-05	0.408E-05	0.408E-05	0.385E-05
	50000.	0.477E-05	0.451E-05	0.470E-05	0.444E-05	0.444E-05	0.420E-05
5P - 6S	2500.	0.106E-04	0.477E-05	0.105E-04	0.470E-05	0.104E-04	0.444E-05
25582.3 Å	5000.	0.108E-04	0.536E-05	0.108E-04	0.527E-05	0.106E-04	0.498E-05
C = 0.78E+15	10000.	0.111E-04	0.601E-05	0.111E-04	0.592E-05	0.109E-04	0.559E-05
	20000.	0.115E-04	0.675E-05	0.115E-04	0.664E-05	0.113E-04	0.628E-05
	30000.	0.118E-04	0.722E-05	0.118E-04	0.711E-05	0.115E-04	0.672E-05
	50000.	0.123E-04	0.786E-05	0.122E-04	0.774E-05	0.119E-04	0.732E-05
5P - 7S	2500.	0.649E-05	0.569E-05	0.640E-05	0.560E-05	0.610E-05	0.529E-05
13485.3 Å	5000.	0.718E-05	0.639E-05	0.708E-05	0.629E-05	0.674E-05	0.594E-05
C = 0.18E+15	10000.	0.796E-05	0.717E-05	0.785E-05	0.706E-05	0.746E-05	0.667E-05
	20000.	0.885E-05	0.805E-05	0.872E-05	0.792E-05	0.828E-05	0.749E-05
	30000.	0.943E-05	0.861E-05	0.929E-05	0.848E-05	0.881E-05	0.801E-05
	50000.	0.102E-04	0.938E-05	0.101E-04	0.923E-05	0.954E-05	0.872E-05
5P - 8S	2500.	0.981E-05	0.915E-05	0.966E-05	0.900E-05	0.915E-05	0.851E-05
10901.1 Å	5000.	0.110E-04	0.103E-04	0.108E-04	0.101E-04	0.102E-04	0.956E-05
C = 0.65E+14	10000.	0.123E-04	0.115E-04	0.121E-04	0.113E-04	0.115E-04	0.107E-04
	20000.	0.138E-04	0.129E-04	0.136E-04	0.127E-04	0.128E-04	0.120E-04
	30000.	0.147E-04	0.138E-04	0.145E-04	0.136E-04	0.137E-04	0.129E-04
	50000.	0.160E-04	0.151E-04	0.158E-04	0.148E-04	0.149E-04	0.140E-04
5P - 9S	2500.	0.159E-04	0.150E-04	0.157E-04	0.147E-04	0.148E-04	0.139E-04
9820.3 Å	5000.	0.179E-04	0.168E-04	0.176E-04	0.166E-04	0.166E-04	0.156E-04
C = 0.33E+14	10000.	0.200E-04	0.189E-04	0.197E-04	0.186E-04	0.186E-04	0.176E-04
	20000.	0.225E-04	0.212E-04	0.221E-04	0.209E-04	0.209E-04	0.197E-04
	30000.	0.241E-04	0.227E-04	0.237E-04	0.223E-04	0.224E-04	0.211E-04
	50000.	0.262E-04	0.247E-04	0.258E-04	0.243E-04	0.244E-04	0.230E-04

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		IONIZED MAGNESIUM		IONIZED SILICON		IONIZED IRON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
5P - 10S	2500.	0.255E-04	0.240E-04	0.251E-04	0.236E-04	0.237E-04	0.223E-04
9244.9 Å	5000.	0.286E-04	0.270E-04	0.281E-04	0.265E-04	0.266E-04	0.251E-04
C = 0.19E+14	10000.	0.321E-04	0.303E-04	0.316E-04	0.298E-04	0.299E-04	0.282E-04
	20000.	0.360E-04	0.340E-04	0.355E-04	0.335E-04	0.335E-04	0.316E-04
	30000.	0.385E-04	0.364E-04	0.379E-04	0.358E-04	0.358E-04	0.339E-04
	50000.	0.420E-04	0.396E-04	0.413E-04	0.390E-04	0.390E-04	0.369E-04
6P - 7S	2500.	0.335E-03	-0.219E-03	0.332E-03	-0.215E-03	0.324E-03	-0.203E-03
68581.9 Å	5000.	0.354E-03	-0.246E-03	0.351E-03	-0.242E-03	0.341E-03	-0.228E-03
C = 0.10E+16	10000.	0.377E-03	-0.276E-03	0.374E-03	-0.271E-03	0.362E-03	-0.256E-03
	20000.	0.405E-03	-0.310E-03	0.401E-03	-0.305E-03	0.387E-03	-0.288E-03
	30000.	0.423E-03	-0.331E-03	0.419E-03	-0.326E-03	0.404E-03	-0.308E-03
	50000.	0.449E-03	-0.361E-03	0.444E-03	-0.355E-03	0.427E-03	-0.335E-03
6P - 8S	2500.	0.605E-04	0.312E-04	0.603E-04	0.307E-04	0.595E-04	0.290E-04
31094.3 Å	5000.	0.626E-04	0.350E-04	0.622E-04	0.345E-04	0.612E-04	0.326E-04
C = 0.22E+15	10000.	0.651E-04	0.393E-04	0.647E-04	0.387E-04	0.634E-04	0.366E-04
	20000.	0.682E-04	0.442E-04	0.677E-04	0.435E-04	0.662E-04	0.411E-04
	30000.	0.704E-04	0.472E-04	0.698E-04	0.465E-04	0.681E-04	0.439E-04
	50000.	0.734E-04	0.514E-04	0.728E-04	0.506E-04	0.708E-04	0.478E-04
6P - 9S	2500.	0.808E-04	0.715E-04	0.797E-04	0.704E-04	0.759E-04	0.665E-04
23665.2 Å	5000.	0.896E-04	0.804E-04	0.883E-04	0.791E-04	0.839E-04	0.748E-04
C = 0.12E+15	10000.	0.995E-04	0.903E-04	0.981E-04	0.889E-04	0.931E-04	0.840E-04
	20000.	0.111E-03	0.101E-03	0.109E-03	0.997E-04	0.104E-03	0.943E-04
	30000.	0.118E-03	0.108E-03	0.116E-03	0.107E-03	0.110E-03	0.101E-03
	50000.	0.128E-03	0.118E-03	0.126E-03	0.116E-03	0.119E-03	0.110E-03
6P - 10S	2500.	0.119E-03	0.110E-03	0.117E-03	0.109E-03	0.111E-03	0.103E-03
20578.7 Å	5000.	0.133E-03	0.124E-03	0.131E-03	0.122E-03	0.124E-03	0.115E-03
C = 0.94E+14	10000.	0.149E-03	0.140E-03	0.147E-03	0.137E-03	0.139E-03	0.130E-03
	20000.	0.167E-03	0.157E-03	0.164E-03	0.154E-03	0.156E-03	0.146E-03
	30000.	0.179E-03	0.168E-03	0.176E-03	0.165E-03	0.166E-03	0.156E-03
	50000.	0.194E-03	0.182E-03	0.191E-03	0.180E-03	0.181E-03	0.170E-03
7P - 8S	2500.	0.387E-02	-0.308E-02	0.382E-02	-0.303E-02	0.368E-02	-0.286E-02
128376.3 Å	5000.	0.421E-02	-0.346E-02	0.416E-02	-0.341E-02	0.399E-02	-0.322E-02
C = 0.15E+16	10000.	0.460E-02	-0.389E-02	0.455E-02	-0.383E-02	0.435E-02	-0.362E-02
	20000.	0.506E-02	-0.437E-02	0.500E-02	-0.430E-02	0.476E-02	-0.406E-02
	30000.	0.536E-02	-0.467E-02	0.529E-02	-0.460E-02	0.504E-02	-0.435E-02
	50000.	0.578E-02	-0.509E-02	0.570E-02	-0.501E-02	0.541E-02	-0.473E-02
7P - 9S	2500.	0.561E-03	-0.372E-03	0.557E-03	-0.366E-03	0.544E-03	-0.346E-03
55910.9 Å	5000.	0.595E-03	-0.418E-03	0.590E-03	-0.411E-03	0.573E-03	-0.389E-03
C = 0.29E+15	10000.	0.635E-03	-0.469E-03	0.629E-03	-0.462E-03	0.609E-03	-0.436E-03
	20000.	0.684E-03	-0.527E-03	0.677E-03	-0.518E-03	0.652E-03	-0.490E-03
	30000.	0.716E-03	-0.564E-03	0.708E-03	-0.555E-03	0.680E-03	-0.524E-03
	50000.	0.763E-03	-0.614E-03	0.753E-03	-0.604E-03	0.721E-03	-0.571E-03
7P - 10S	2500.	0.319E-03	0.221E-03	0.317E-03	0.218E-03	0.308E-03	0.206E-03
41282.6 Å	5000.	0.340E-03	0.249E-03	0.337E-03	0.245E-03	0.327E-03	0.231E-03
C = 0.16E+15	10000.	0.365E-03	0.279E-03	0.362E-03	0.275E-03	0.349E-03	0.260E-03
	20000.	0.395E-03	0.313E-03	0.391E-03	0.308E-03	0.376E-03	0.291E-03
	30000.	0.415E-03	0.335E-03	0.410E-03	0.330E-03	0.393E-03	0.312E-03
	50000.	0.443E-03	0.365E-03	0.437E-03	0.359E-03	0.418E-03	0.339E-03
8P - 9S	2500.	0.521E-01	-0.475E-01	0.513E-01	-0.467E-01	0.486E-01	-0.441E-01
216525.2 Å	5000.	0.581E-01	-0.534E-01	0.573E-01	-0.526E-01	0.542E-01	-0.497E-01
C = 0.84E+15	10000.	0.650E-01	-0.601E-01	0.640E-01	-0.592E-01	0.605E-01	-0.559E-01
	20000.	0.729E-01	-0.676E-01	0.718E-01	-0.665E-01	0.677E-01	-0.628E-01
	30000.	0.781E-01	-0.723E-01	0.768E-01	-0.712E-01	0.723E-01	-0.673E-01
	50000.	0.853E-01	-0.788E-01	0.839E-01	-0.775E-01	0.785E-01	-0.733E-01
8P - 10S	2500.	0.875E-02	-0.795E-02	0.862E-02	-0.782E-02	0.817E-02	-0.739E-02
91273.4 Å	5000.	0.976E-02	-0.895E-02	0.961E-02	-0.880E-02	0.910E-02	-0.832E-02
C = 0.15E+15	10000.	0.109E-01	-0.101E-01	0.107E-01	-0.991E-02	0.102E-01	-0.936E-02
	20000.	0.122E-01	-0.113E-01	0.120E-01	-0.111E-01	0.114E-01	-0.105E-01
	30000.	0.131E-01	-0.121E-01	0.129E-01	-0.119E-01	0.121E-01	-0.113E-01
	50000.	0.143E-01	-0.132E-01	0.141E-01	-0.130E-01	0.132E-01	-0.123E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		IONIZED MAGNESIUM		IONIZED SILICON		IONIZED IRON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
9P - 10S	2500.	0.127	0.107	0.125	0.105	0.120	0.995E-01
338547.0 Å	5000.	0.140	0.120	0.138	0.119	0.132	0.112
C = 0.52E+16	10000.	0.154	0.136	0.152	0.133	0.145	0.126
	20000.	0.171	0.152	0.168	0.150	0.160	0.142
	30000.	0.181	0.163	0.179	0.161	0.170	0.152
	50000.	0.196	0.178	0.193	0.175	0.183	0.165
4P - 4D	2500.	0.234E-06	-0.724E-07	0.234E-06	-0.713E-07	0.233E-06	-0.674E-07
4446.3 Å	5000.	0.236E-06	-0.813E-07	0.236E-06	-0.800E-07	0.235E-06	-0.756E-07
C = 0.23E+14	10000.	0.239E-06	-0.913E-07	0.238E-06	-0.898E-07	0.237E-06	-0.849E-07
	20000.	0.243E-06	-0.102E-06	0.242E-06	-0.101E-06	0.240E-06	-0.953E-07
	30000.	0.245E-06	-0.110E-06	0.245E-06	-0.108E-06	0.242E-06	-0.102E-06
	50000.	0.249E-06	-0.119E-06	0.248E-06	-0.117E-06	0.246E-06	-0.111E-06
4P - 5D	2500.	0.842E-06	-0.627E-06	0.834E-06	-0.617E-06	0.807E-06	-0.583E-06
3638.7 Å	5000.	0.906E-06	-0.704E-06	0.897E-06	-0.692E-06	0.865E-06	-0.654E-06
C = 0.30E+13	10000.	0.981E-06	-0.790E-06	0.970E-06	-0.777E-06	0.933E-06	-0.734E-06
	20000.	0.107E-05	-0.886E-06	0.106E-05	-0.872E-06	0.101E-05	-0.824E-06
	30000.	0.113E-05	-0.948E-06	0.111E-05	-0.933E-06	0.107E-05	-0.882E-06
	50000.	0.121E-05	-0.103E-05	0.119E-05	-0.102E-05	0.114E-05	-0.960E-06
4P - 6D	2500.	0.236E-05	-0.195E-05	0.233E-05	-0.192E-05	0.223E-05	-0.182E-05
3357.1 Å	5000.	0.258E-05	-0.220E-05	0.255E-05	-0.216E-05	0.244E-05	-0.204E-05
C = 0.10E+13	10000.	0.284E-05	-0.247E-05	0.281E-05	-0.243E-05	0.268E-05	-0.230E-05
	20000.	0.314E-05	-0.277E-05	0.310E-05	-0.273E-05	0.295E-05	-0.258E-05
	30000.	0.334E-05	-0.296E-05	0.329E-05	-0.292E-05	0.312E-05	-0.276E-05
	50000.	0.361E-05	-0.323E-05	0.355E-05	-0.318E-05	0.337E-05	-0.300E-05
4P - 7D	2500.	0.913E-05	-0.832E-05	0.900E-05	-0.819E-05	0.853E-05	-0.775E-05
3221.5 Å	5000.	0.102E-04	-0.937E-05	0.100E-04	-0.922E-05	0.951E-05	-0.871E-05
C = 0.19E+12	10000.	0.114E-04	-0.105E-04	0.112E-04	-0.104E-04	0.106E-04	-0.980E-05
	20000.	0.128E-04	-0.119E-04	0.126E-04	-0.117E-04	0.119E-04	-0.110E-04
	30000.	0.137E-04	-0.127E-04	0.135E-04	-0.125E-04	0.127E-04	-0.118E-04
	50000.	0.150E-04	-0.138E-04	0.147E-04	-0.136E-04	0.138E-04	-0.128E-04
4P - 8D	2500.	0.582E-05	-0.416E-05	0.577E-05	-0.409E-05	0.560E-05	-0.387E-05
3146.8 Å	5000.	0.623E-05	-0.468E-05	0.617E-05	-0.461E-05	0.597E-05	-0.435E-05
C = 0.35E+12	10000.	0.672E-05	-0.526E-05	0.665E-05	-0.518E-05	0.641E-05	-0.489E-05
	20000.	0.729E-05	-0.591E-05	0.721E-05	-0.581E-05	0.692E-05	-0.550E-05
	30000.	0.767E-05	-0.632E-05	0.757E-05	-0.622E-05	0.726E-05	-0.588E-05
	50000.	0.819E-05	-0.688E-05	0.809E-05	-0.677E-05	0.774E-05	-0.640E-05
4P - 9D	2500.	0.890E-05	0.223E-05	0.890E-05	0.219E-05	0.888E-05	0.207E-05
3077.2 Å	5000.	0.894E-05	0.251E-05	0.894E-05	0.247E-05	0.892E-05	0.233E-05
C = 0.15E+13	10000.	0.900E-05	0.282E-05	0.899E-05	0.277E-05	0.896E-05	0.262E-05
	20000.	0.908E-05	0.316E-05	0.907E-05	0.311E-05	0.903E-05	0.294E-05
	30000.	0.914E-05	0.338E-05	0.913E-05	0.333E-05	0.908E-05	0.315E-05
	50000.	0.924E-05	0.368E-05	0.922E-05	0.363E-05	0.916E-05	0.343E-05
4P - 10D	2500.	0.147E-04	-0.797E-05	0.146E-04	-0.785E-05	0.144E-04	-0.742E-05
3051.5 Å	5000.	0.152E-04	-0.898E-05	0.152E-04	-0.884E-05	0.149E-04	-0.835E-05
C = 0.68E+12	10000.	0.159E-04	-0.101E-04	0.158E-04	-0.994E-05	0.155E-04	-0.939E-05
	20000.	0.168E-04	-0.114E-04	0.167E-04	-0.112E-04	0.162E-04	-0.106E-04
	30000.	0.174E-04	-0.122E-04	0.172E-04	-0.120E-04	0.168E-04	-0.113E-04
	50000.	0.182E-04	-0.132E-04	0.181E-04	-0.130E-04	0.175E-04	-0.123E-04
5P - 5D	2500.	0.178E-04	-0.130E-04	0.176E-04	-0.128E-04	0.171E-04	-0.121E-04
16180.3 Å	5000.	0.191E-04	-0.146E-04	0.189E-04	-0.144E-04	0.183E-04	-0.136E-04
C = 0.58E+14	10000.	0.206E-04	-0.164E-04	0.204E-04	-0.161E-04	0.197E-04	-0.152E-04
	20000.	0.224E-04	-0.184E-04	0.222E-04	-0.181E-04	0.213E-04	-0.171E-04
	30000.	0.236E-04	-0.197E-04	0.234E-04	-0.194E-04	0.224E-04	-0.183E-04
	50000.	0.253E-04	-0.214E-04	0.250E-04	-0.211E-04	0.239E-04	-0.199E-04
5P - 6D	2500.	0.294E-04	-0.242E-04	0.291E-04	-0.239E-04	0.279E-04	-0.225E-04
11784.4 Å	5000.	0.322E-04	-0.273E-04	0.318E-04	-0.268E-04	0.304E-04	-0.254E-04
C = 0.13E+14	10000.	0.354E-04	-0.306E-04	0.349E-04	-0.301E-04	0.333E-04	-0.285E-04
	20000.	0.391E-04	-0.344E-04	0.385E-04	-0.338E-04	0.367E-04	-0.320E-04
	30000.	0.415E-04	-0.368E-04	0.409E-04	-0.362E-04	0.389E-04	-0.342E-04
	50000.	0.448E-04	-0.400E-04	0.442E-04	-0.394E-04	0.419E-04	-0.372E-04

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		IONIZED MAGNESIUM		IONIZED SILICON		IONIZED IRON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
5P - 7D	2500.	0.929E-04	-0.846E-04	0.915E-04	-0.833E-04	0.867E-04	-0.787E-04
10267.8 Å	5000.	0.104E-03	-0.953E-04	0.102E-03	-0.938E-04	0.967E-04	-0.886E-04
C = 0.19E+13	10000.	0.116E-03	-0.107E-03	0.114E-03	-0.105E-03	0.108E-03	-0.997E-04
	20000.	0.130E-03	-0.120E-03	0.128E-03	-0.119E-03	0.121E-03	-0.112E-03
	30000.	0.139E-03	-0.129E-03	0.137E-03	-0.127E-03	0.129E-03	-0.120E-03
	50000.	0.152E-03	-0.140E-03	0.150E-03	-0.138E-03	0.140E-03	-0.131E-03
5P - 8D	2500.	0.538E-04	-0.383E-04	0.533E-04	-0.377E-04	0.517E-04	-0.356E-04
9545.3 Å	5000.	0.575E-04	-0.431E-04	0.570E-04	-0.425E-04	0.551E-04	-0.401E-04
C = 0.32E+13	10000.	0.620E-04	-0.485E-04	0.614E-04	-0.477E-04	0.591E-04	-0.451E-04
	20000.	0.673E-04	-0.545E-04	0.665E-04	-0.536E-04	0.639E-04	-0.507E-04
	30000.	0.707E-04	-0.583E-04	0.699E-04	-0.574E-04	0.670E-04	-0.542E-04
	50000.	0.756E-04	-0.635E-04	0.746E-04	-0.625E-04	0.714E-04	-0.590E-04
5P - 9D	2500.	0.752E-04	0.187E-04	0.751E-04	0.184E-04	0.750E-04	0.174E-04
8932.6 Å	5000.	0.755E-04	0.210E-04	0.755E-04	0.207E-04	0.753E-04	0.196E-04
C = 0.12E+14	10000.	0.760E-04	0.236E-04	0.759E-04	0.233E-04	0.757E-04	0.220E-04
	20000.	0.767E-04	0.265E-04	0.766E-04	0.261E-04	0.762E-04	0.247E-04
	30000.	0.772E-04	0.284E-04	0.770E-04	0.279E-04	0.766E-04	0.264E-04
	50000.	0.779E-04	0.309E-04	0.778E-04	0.304E-04	0.773E-04	0.287E-04
5P - 10D	2500.	0.120E-03	-0.651E-04	0.119E-03	-0.641E-04	0.118E-03	-0.606E-04
8719.1 Å	5000.	0.125E-03	-0.734E-04	0.124E-03	-0.722E-04	0.122E-03	-0.682E-04
C = 0.55E+13	10000.	0.130E-03	-0.825E-04	0.129E-03	-0.812E-04	0.127E-03	-0.767E-04
	20000.	0.137E-03	-0.928E-04	0.136E-03	-0.913E-04	0.133E-03	-0.863E-04
	30000.	0.142E-03	-0.993E-04	0.141E-03	-0.977E-04	0.137E-03	-0.923E-04
	50000.	0.149E-03	-0.108E-03	0.148E-03	-0.106E-03	0.143E-03	-0.101E-03
6P - 6D	2500.	0.378E-03	-0.311E-03	0.373E-03	-0.306E-03	0.358E-03	-0.289E-03
39550.7 Å	5000.	0.413E-03	-0.349E-03	0.408E-03	-0.344E-03	0.390E-03	-0.325E-03
C = 0.14E+15	10000.	0.454E-03	-0.392E-03	0.448E-03	-0.386E-03	0.428E-03	-0.365E-03
	20000.	0.501E-03	-0.440E-03	0.495E-03	-0.433E-03	0.471E-03	-0.410E-03
	30000.	0.532E-03	-0.471E-03	0.525E-03	-0.464E-03	0.499E-03	-0.438E-03
	50000.	0.575E-03	-0.513E-03	0.566E-03	-0.505E-03	0.537E-03	-0.477E-03
6P - 7D	2500.	0.626E-03	-0.569E-03	0.617E-03	-0.560E-03	0.585E-03	-0.530E-03
26442.6 Å	5000.	0.699E-03	-0.641E-03	0.688E-03	-0.631E-03	0.652E-03	-0.596E-03
C = 0.13E+14	10000.	0.782E-03	-0.721E-03	0.770E-03	-0.710E-03	0.727E-03	-0.670E-03
	20000.	0.876E-03	-0.810E-03	0.862E-03	-0.798E-03	0.813E-03	-0.754E-03
	30000.	0.938E-03	-0.867E-03	0.923E-03	-0.854E-03	0.868E-03	-0.807E-03
	50000.	0.103E-02	-0.944E-03	0.101E-02	-0.929E-03	0.943E-03	-0.878E-03
6P - 8D	2500.	0.298E-03	-0.214E-03	0.295E-03	-0.210E-03	0.286E-03	-0.199E-03
22128.6 Å	5000.	0.319E-03	-0.240E-03	0.316E-03	-0.237E-03	0.305E-03	-0.224E-03
C = 0.17E+14	10000.	0.344E-03	-0.270E-03	0.340E-03	-0.266E-03	0.328E-03	-0.251E-03
	20000.	0.374E-03	-0.304E-03	0.369E-03	-0.299E-03	0.355E-03	-0.282E-03
	30000.	0.393E-03	-0.325E-03	0.388E-03	-0.320E-03	0.372E-03	-0.302E-03
	50000.	0.420E-03	-0.354E-03	0.415E-03	-0.348E-03	0.397E-03	-0.329E-03
6P - 9D	2500.	0.345E-03	0.775E-04	0.345E-03	0.763E-04	0.345E-03	0.720E-04
19092.6 Å	5000.	0.346E-03	0.871E-04	0.346E-03	0.858E-04	0.346E-03	0.810E-04
C = 0.56E+14	10000.	0.348E-03	0.979E-04	0.348E-03	0.963E-04	0.347E-03	0.910E-04
	20000.	0.350E-03	0.110E-03	0.350E-03	0.108E-03	0.349E-03	0.102E-03
	30000.	0.352E-03	0.118E-03	0.352E-03	0.116E-03	0.350E-03	0.109E-03
	50000.	0.355E-03	0.128E-03	0.354E-03	0.126E-03	0.352E-03	0.119E-03
6P - 10D	2500.	0.524E-03	-0.286E-03	0.521E-03	-0.281E-03	0.513E-03	-0.266E-03
18143.5 Å	5000.	0.544E-03	-0.322E-03	0.541E-03	-0.317E-03	0.531E-03	-0.299E-03
C = 0.24E+14	10000.	0.569E-03	-0.362E-03	0.565E-03	-0.356E-03	0.553E-03	-0.337E-03
	20000.	0.600E-03	-0.407E-03	0.595E-03	-0.400E-03	0.580E-03	-0.378E-03
	30000.	0.621E-03	-0.435E-03	0.616E-03	-0.429E-03	0.599E-03	-0.405E-03
	50000.	0.651E-03	-0.474E-03	0.645E-03	-0.467E-03	0.625E-03	-0.441E-03
7P - 7D	2500.	0.536E-02	-0.484E-02	0.528E-02	-0.477E-02	0.501E-02	-0.451E-02
74364.9 Å	5000.	0.598E-02	-0.546E-02	0.589E-02	-0.537E-02	0.558E-02	-0.507E-02
C = 0.10E+15	10000.	0.668E-02	-0.614E-02	0.658E-02	-0.604E-02	0.622E-02	-0.571E-02
	20000.	0.748E-02	-0.690E-02	0.736E-02	-0.679E-02	0.694E-02	-0.642E-02
	30000.	0.801E-02	-0.738E-02	0.788E-02	-0.727E-02	0.741E-02	-0.687E-02
	50000.	0.875E-02	-0.804E-02	0.860E-02	-0.791E-02	0.805E-02	-0.748E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		IONIZED MAGNESIUM		IONIZED SILICON		IONIZED IRON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
7P - 8D	2500.	0.160E-02	-0.120E-02	0.158E-02	-0.118E-02	0.153E-02	-0.111E-02
48031.4 Å	5000.	0.172E-02	-0.135E-02	0.171E-02	-0.133E-02	0.164E-02	-0.125E-02
C = 0.82E+14	10000.	0.187E-02	-0.152E-02	0.185E-02	-0.149E-02	0.178E-02	-0.141E-02
	20000.	0.204E-02	-0.170E-02	0.202E-02	-0.168E-02	0.193E-02	-0.158E-02
	30000.	0.215E-02	-0.182E-02	0.213E-02	-0.179E-02	0.203E-02	-0.170E-02
	50000.	0.231E-02	-0.198E-02	0.228E-02	-0.195E-02	0.217E-02	-0.185E-02
7P - 9D	2500.	0.122E-02	0.650E-04	0.122E-02	0.640E-04	0.122E-02	0.604E-04
35707.0 Å	5000.	0.122E-02	0.730E-04	0.122E-02	0.718E-04	0.122E-02	0.679E-04
C = 0.12E+15	10000.	0.122E-02	0.819E-04	0.122E-02	0.806E-04	0.122E-02	0.762E-04
	20000.	0.122E-02	0.919E-04	0.122E-02	0.905E-04	0.122E-02	0.855E-04
	30000.	0.123E-02	0.984E-04	0.123E-02	0.968E-04	0.122E-02	0.915E-04
	50000.	0.123E-02	0.107E-03	0.123E-02	0.105E-03	0.122E-02	0.996E-04
7P - 10D	2500.	0.173E-02	-0.983E-03	0.173E-02	-0.967E-03	0.170E-02	-0.913E-03
32524.9 Å	5000.	0.181E-02	-0.111E-02	0.180E-02	-0.109E-02	0.176E-02	-0.103E-02
C = 0.77E+14	10000.	0.190E-02	-0.124E-02	0.188E-02	-0.122E-02	0.184E-02	-0.116E-02
	20000.	0.201E-02	-0.140E-02	0.199E-02	-0.138E-02	0.194E-02	-0.130E-02
	30000.	0.208E-02	-0.150E-02	0.207E-02	-0.147E-02	0.200E-02	-0.139E-02
	50000.	0.219E-02	-0.163E-02	0.217E-02	-0.160E-02	0.210E-02	-0.152E-02
8P - 8D	2500.	0.244E-01	-0.214E-01	0.241E-01	-0.211E-01	0.229E-01	-0.199E-01
132406.5 Å	5000.	0.270E-01	-0.241E-01	0.267E-01	-0.237E-01	0.253E-01	-0.224E-01
C = 0.32E+15	10000.	0.301E-01	-0.271E-01	0.296E-01	-0.267E-01	0.281E-01	-0.252E-01
	20000.	0.335E-01	-0.305E-01	0.330E-01	-0.300E-01	0.312E-01	-0.284E-01
	30000.	0.358E-01	-0.326E-01	0.353E-01	-0.321E-01	0.333E-01	-0.304E-01
	50000.	0.390E-01	-0.356E-01	0.384E-01	-0.350E-01	0.360E-01	-0.331E-01
8P - 9D	2500.	0.640E-02	-0.450E-02	0.635E-02	-0.443E-02	0.616E-02	-0.418E-02
67849.5 Å	5000.	0.685E-02	-0.507E-02	0.678E-02	-0.499E-02	0.656E-02	-0.471E-02
C = 0.83E+14	10000.	0.737E-02	-0.570E-02	0.730E-02	-0.561E-02	0.702E-02	-0.530E-02
	20000.	0.801E-02	-0.641E-02	0.791E-02	-0.631E-02	0.758E-02	-0.596E-02
	30000.	0.843E-02	-0.686E-02	0.833E-02	-0.675E-02	0.795E-02	-0.638E-02
	50000.	0.904E-02	-0.747E-02	0.892E-02	-0.735E-02	0.846E-02	-0.695E-02
8P - 10D	2500.	0.683E-02	-0.496E-02	0.677E-02	-0.488E-02	0.656E-02	-0.461E-02
57213.1 Å	5000.	0.734E-02	-0.559E-02	0.727E-02	-0.550E-02	0.701E-02	-0.520E-02
C = 0.59E+14	10000.	0.794E-02	-0.629E-02	0.785E-02	-0.619E-02	0.755E-02	-0.585E-02
	20000.	0.865E-02	-0.708E-02	0.854E-02	-0.696E-02	0.818E-02	-0.658E-02
	30000.	0.912E-02	-0.758E-02	0.900E-02	-0.746E-02	0.859E-02	-0.705E-02
	50000.	0.978E-02	-0.825E-02	0.965E-02	-0.812E-02	0.917E-02	-0.768E-02
9P - 9D	2500.	0.315E-01	0.201E-01	0.313E-01	0.197E-01	0.306E-01	0.186E-01
148451.6 Å	5000.	0.332E-01	0.226E-01	0.330E-01	0.222E-01	0.321E-01	0.210E-01
C = 0.99E+15	10000.	0.353E-01	0.254E-01	0.350E-01	0.250E-01	0.340E-01	0.236E-01
	20000.	0.379E-01	0.285E-01	0.375E-01	0.281E-01	0.362E-01	0.265E-01
	30000.	0.395E-01	0.305E-01	0.391E-01	0.301E-01	0.377E-01	0.284E-01
	50000.	0.419E-01	0.333E-01	0.414E-01	0.327E-01	0.399E-01	0.309E-01
9P - 10D	2500.	0.174E-01	-0.128E-02	0.174E-01	-0.126E-02	0.174E-01	-0.119E-02
105527.5 Å	5000.	0.174E-01	-0.144E-02	0.174E-01	-0.142E-02	0.174E-01	-0.134E-02
C = 0.50E+15	10000.	0.174E-01	-0.162E-02	0.174E-01	-0.159E-02	0.174E-01	-0.150E-02
	20000.	0.174E-01	-0.182E-02	0.174E-01	-0.179E-02	0.174E-01	-0.169E-02
	30000.	0.174E-01	-0.194E-02	0.174E-01	-0.191E-02	0.174E-01	-0.181E-02
	50000.	0.174E-01	-0.212E-02	0.174E-01	-0.211E-02	0.174E-01	-0.197E-02
10P - 10D	2500.	0.111	-0.603E-01	0.110	-0.593E-01	0.109	-0.561E-01
233252.5 Å	5000.	0.115	-0.679E-01	0.114	-0.668E-01	0.112	-0.631E-01
C = 0.40E+16	10000.	0.120	-0.764E-01	0.120	-0.752E-01	0.117	-0.710E-01
	20000.	0.127	-0.859E-01	0.126	-0.845E-01	0.123	-0.798E-01
	30000.	0.131	-0.919E-01	0.130	-0.905E-01	0.127	-0.855E-01
	50000.	0.138	-0.100	0.136	-0.985E-01	0.132	-0.931E-01
4D - 5P	2500.	0.153E-03	0.701E-04	0.153E-03	0.690E-04	0.151E-03	0.652E-04
84142.5 Å	5000.	0.157E-03	0.787E-04	0.156E-03	0.775E-04	0.154E-03	0.732E-04
C = 0.84E+16	10000.	0.162E-03	0.884E-04	0.161E-03	0.870E-04	0.159E-03	0.822E-04
	20000.	0.168E-03	0.992E-04	0.167E-03	0.976E-04	0.164E-03	0.923E-04
	30000.	0.172E-03	0.106E-03	0.171E-03	0.104E-03	0.168E-03	0.987E-04
	50000.	0.178E-03	0.116E-03	0.177E-03	0.114E-03	0.173E-03	0.107E-03

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		IONIZED MAGNESIUM		IONIZED SILICON		IONIZED IRON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
4D - 6P	2500.	0.382E-04	0.286E-04	0.379E-04	0.281E-04	0.366E-04	0.266E-04
20969.1 Å	5000.	0.412E-04	0.321E-04	0.407E-04	0.316E-04	0.393E-04	0.298E-04
C = 0.98E+14	10000.	0.446E-04	0.360E-04	0.441E-04	0.354E-04	0.424E-04	0.335E-04
	20000.	0.486E-04	0.404E-04	0.480E-04	0.398E-04	0.460E-04	0.376E-04
	30000.	0.512E-04	0.432E-04	0.506E-04	0.425E-04	0.484E-04	0.402E-04
	50000.	0.549E-04	0.471E-04	0.542E-04	0.463E-04	0.518E-04	0.438E-04
4D - 7P	2500.	0.511E-04	0.423E-04	0.505E-04	0.417E-04	0.484E-04	0.394E-04
13877.4 Å	5000.	0.560E-04	0.476E-04	0.553E-04	0.468E-04	0.529E-04	0.443E-04
C = 0.18E+14	10000.	0.616E-04	0.535E-04	0.608E-04	0.526E-04	0.580E-04	0.497E-04
	20000.	0.681E-04	0.600E-04	0.671E-04	0.591E-04	0.639E-04	0.558E-04
	30000.	0.723E-04	0.642E-04	0.713E-04	0.632E-04	0.677E-04	0.597E-04
	50000.	0.781E-04	0.699E-04	0.770E-04	0.688E-04	0.730E-04	0.650E-04
4D - 8P	2500.	0.158E-03	0.145E-03	0.156E-03	0.142E-03	0.148E-03	0.134E-03
11719.6 Å	5000.	0.177E-03	0.163E-03	0.174E-03	0.160E-03	0.165E-03	0.151E-03
C = 0.25E+13	10000.	0.198E-03	0.183E-03	0.195E-03	0.180E-03	0.184E-03	0.170E-03
	20000.	0.222E-03	0.206E-03	0.218E-03	0.203E-03	0.206E-03	0.191E-03
	30000.	0.238E-03	0.220E-03	0.234E-03	0.217E-03	0.220E-03	0.205E-03
	50000.	0.260E-03	0.240E-03	0.255E-03	0.236E-03	0.239E-03	0.223E-03
4D - 9P	2500.	0.116E-03	-0.951E-04	0.115E-03	-0.936E-04	0.110E-03	-0.885E-04
10714.7 Å	5000.	0.127E-03	-0.107E-03	0.125E-03	-0.105E-03	0.120E-03	-0.995E-04
C = 0.52E+13	10000.	0.139E-03	-0.120E-03	0.138E-03	-0.119E-03	0.131E-03	-0.112E-03
	20000.	0.154E-03	-0.135E-03	0.152E-03	-0.133E-03	0.145E-03	-0.126E-03
	30000.	0.163E-03	-0.145E-03	0.161E-03	-0.143E-03	0.153E-03	-0.135E-03
	50000.	0.176E-03	-0.158E-03	0.174E-03	-0.155E-03	0.165E-03	-0.147E-03
4D - 10P	2500.	0.107E-03	0.537E-04	0.107E-03	0.528E-04	0.105E-03	0.499E-04
10150.4 Å	5000.	0.110E-03	0.604E-04	0.110E-03	0.594E-04	0.108E-03	0.561E-04
C = 0.16E+14	10000.	0.115E-03	0.679E-04	0.114E-03	0.668E-04	0.112E-03	0.631E-04
	20000.	0.120E-03	0.763E-04	0.119E-03	0.751E-04	0.117E-03	0.709E-04
	30000.	0.124E-03	0.816E-04	0.123E-03	0.803E-04	0.120E-03	0.759E-04
	50000.	0.129E-03	0.889E-04	0.128E-03	0.875E-04	0.124E-03	0.827E-04
5D - 6P	2500.	0.234E-01	0.179E-01	0.232E-01	0.176E-01	0.224E-01	0.167E-01
448510.9 Å	5000.	0.253E-01	0.201E-01	0.250E-01	0.198E-01	0.241E-01	0.187E-01
C = 0.45E+17	10000.	0.275E-01	0.226E-01	0.272E-01	0.222E-01	0.261E-01	0.210E-01
	20000.	0.301E-01	0.254E-01	0.297E-01	0.250E-01	0.284E-01	0.236E-01
	30000.	0.318E-01	0.271E-01	0.314E-01	0.267E-01	0.300E-01	0.253E-01
	50000.	0.341E-01	0.296E-01	0.337E-01	0.291E-01	0.321E-01	0.275E-01
5D - 7P	2500.	0.577E-03	0.477E-03	0.571E-03	0.469E-03	0.547E-03	0.443E-03
45165.1 Å	5000.	0.632E-03	0.536E-03	0.624E-03	0.528E-03	0.597E-03	0.499E-03
C = 0.19E+15	10000.	0.695E-03	0.602E-03	0.686E-03	0.593E-03	0.655E-03	0.560E-03
	20000.	0.768E-03	0.676E-03	0.757E-03	0.666E-03	0.721E-03	0.629E-03
	30000.	0.815E-03	0.723E-03	0.804E-03	0.712E-03	0.764E-03	0.673E-03
	50000.	0.881E-03	0.788E-03	0.868E-03	0.775E-03	0.823E-03	0.733E-03
5D - 8P	2500.	0.926E-03	0.845E-03	0.912E-03	0.831E-03	0.865E-03	0.786E-03
28242.0 Å	5000.	0.103E-02	0.951E-03	0.102E-02	0.936E-03	0.964E-03	0.884E-03
C = 0.14E+14	10000.	0.116E-02	0.107E-02	0.114E-02	0.105E-02	0.108E-02	0.995E-03
	20000.	0.130E-02	0.120E-02	0.128E-02	0.118E-02	0.120E-02	0.112E-02
	30000.	0.139E-02	0.129E-02	0.137E-02	0.127E-02	0.129E-02	0.120E-02
	50000.	0.152E-02	0.140E-02	0.149E-02	0.138E-02	0.140E-02	0.130E-02
5D - 9P	2500.	0.534E-03	-0.436E-03	0.528E-03	-0.429E-03	0.506E-03	-0.405E-03
23035.9 Å	5000.	0.584E-03	-0.491E-03	0.577E-03	-0.483E-03	0.552E-03	-0.456E-03
C = 0.24E+14	10000.	0.641E-03	-0.552E-03	0.633E-03	-0.543E-03	0.604E-03	-0.513E-03
	20000.	0.707E-03	-0.620E-03	0.697E-03	-0.611E-03	0.665E-03	-0.577E-03
	30000.	0.750E-03	-0.664E-03	0.739E-03	-0.653E-03	0.704E-03	-0.617E-03
	50000.	0.809E-03	-0.723E-03	0.797E-03	-0.711E-03	0.758E-03	-0.672E-03
5D - 10P	2500.	0.444E-03	0.224E-03	0.442E-03	0.221E-03	0.437E-03	0.209E-03
20576.3 Å	5000.	0.458E-03	0.252E-03	0.456E-03	0.248E-03	0.449E-03	0.235E-03
C = 0.66E+14	10000.	0.476E-03	0.284E-03	0.473E-03	0.279E-03	0.464E-03	0.264E-03
	20000.	0.499E-03	0.319E-03	0.495E-03	0.314E-03	0.484E-03	0.297E-03
	30000.	0.514E-03	0.341E-03	0.510E-03	0.336E-03	0.497E-03	0.317E-03
	50000.	0.536E-03	0.372E-03	0.532E-03	0.366E-03	0.517E-03	0.346E-03

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

PERTURBERS ARE:		IONIZED MAGNESIUM		IONIZED SILICON		IONIZED IRON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (A)	SHIFT (A)	WIDTH (A)	SHIFT (A)
6D - 7P	2500.	0.448	0.375	0.442	0.369	0.423	0.348
	5000.	0.491	0.421	0.485	0.415	0.463	0.392
C = 0.11E+18	10000.	0.542	0.474	0.534	0.466	0.509	0.440
	20000.	0.599	0.532	0.591	0.523	0.562	0.495
	30000.	0.637	0.569	0.628	0.560	0.596	0.529
	50000.	0.689	0.619	0.679	0.610	0.643	0.576
6D - 8P	2500.	0.791E-02	0.719E-02	0.779E-02	0.708E-02	0.739E-02	0.669E-02
80946.8 Å	5000.	0.883E-02	0.810E-02	0.870E-02	0.797E-02	0.824E-02	0.753E-02
C = 0.12E+15	10000.	0.988E-02	0.912E-02	0.972E-02	0.897E-02	0.919E-02	0.848E-02
	20000.	0.111E-01	0.102E-01	0.109E-01	0.101E-01	0.103E-01	0.953E-02
	30000.	0.119E-01	0.110E-01	0.117E-01	0.108E-01	0.110E-01	0.102E-01
	50000.	0.129E-01	0.119E-01	0.127E-01	0.118E-01	0.119E-01	0.111E-01
6D - 9P	2500.	0.235E-02	-0.187E-02	0.232E-02	-0.184E-02	0.223E-02	-0.174E-02
49125.3 Å	5000.	0.256E-02	-0.211E-02	0.253E-02	-0.207E-02	0.242E-02	-0.196E-02
C = 0.11E+15	10000.	0.280E-02	-0.237E-02	0.277E-02	-0.233E-02	0.264E-02	-0.220E-02
	20000.	0.308E-02	-0.266E-02	0.304E-02	-0.262E-02	0.290E-02	-0.248E-02
	30000.	0.326E-02	-0.285E-02	0.322E-02	-0.281E-02	0.307E-02	-0.265E-02
	50000.	0.351E-02	-0.310E-02	0.346E-02	-0.305E-02	0.329E-02	-0.289E-02
6D - 10P	2500.	0.167E-02	0.896E-03	0.166E-02	0.882E-03	0.164E-02	0.833E-03
39146.5 Å	5000.	0.173E-02	0.101E-02	0.172E-02	0.993E-03	0.169E-02	0.938E-03
C = 0.14E+15	10000.	0.181E-02	0.113E-02	0.180E-02	0.112E-02	0.176E-02	0.105E-02
	20000.	0.190E-02	0.127E-02	0.189E-02	0.125E-02	0.184E-02	0.119E-02
	30000.	0.197E-02	0.136E-02	0.195E-02	0.134E-02	0.190E-02	0.127E-02
	50000.	0.206E-02	0.148E-02	0.204E-02	0.146E-02	0.198E-02	0.138E-02
7D - 8P	2500.	49.9	45.5	49.2	44.8	46.6	42.3
	5000.	55.8	51.3	54.9	50.5	52.0	47.7
C = 0.56E+18	10000.	62.4	57.7	61.5	56.8	58.1	53.7
	20000.	70.1	64.9	69.0	63.9	64.9	60.4
	30000.	75.1	69.5	73.9	68.4	69.3	64.7
	50000.	82.2	75.7	80.8	74.5	75.4	70.4
7D - 9P	2500.	0.103E-01	-0.179E-02	0.103E-01	-0.176E-02	0.103E-01	-0.166E-02
127839.6 Å	5000.	0.104E-01	-0.201E-02	0.103E-01	-0.198E-02	0.103E-01	-0.187E-02
C = 0.29E+15	10000.	0.104E-01	-0.226E-02	0.104E-01	-0.222E-02	0.103E-01	-0.210E-02
	20000.	0.105E-01	-0.257E-02	0.105E-01	-0.249E-02	0.104E-01	-0.236E-02
	30000.	0.106E-01	-0.265E-02	0.105E-01	-0.263E-02	0.104E-01	-0.256E-02
	50000.	0.107E-01	-0.270E-02	0.107E-01	-0.275E-02	0.104E-01	-0.266E-02
7D - 10P	2500.	0.856E-02	0.626E-02	0.848E-02	0.616E-02	0.820E-02	0.583E-02
76856.3 Å	5000.	0.920E-02	0.705E-02	0.910E-02	0.694E-02	0.878E-02	0.655E-02
C = 0.11E+15	10000.	0.996E-02	0.793E-02	0.985E-02	0.781E-02	0.946E-02	0.738E-02
	20000.	0.109E-01	0.892E-02	0.107E-01	0.878E-02	0.103E-01	0.829E-02
	30000.	0.115E-01	0.955E-02	0.113E-01	0.940E-02	0.108E-01	0.888E-02
	50000.	0.123E-01	0.104E-01	0.121E-01	0.102E-01	0.115E-01	0.967E-02
8D - 9P	2500.	4.66	-3.05	4.63	-3.00	4.52	-2.83
	5000.	4.93	-3.43	4.89	-3.37	4.76	-3.19
C = 0.17E+18	10000.	5.26	-3.86	5.21	-3.79	5.05	-3.59
	20000.	5.65	-4.33	5.59	-4.26	5.40	-4.03
	30000.	5.91	-4.64	5.84	-4.56	5.63	-4.31
	50000.	6.27	-5.05	6.20	-4.97	5.96	-4.70
8D - 10P	2500.	0.403E-01	0.235E-01	0.400E-01	0.231E-01	0.393E-01	0.218E-01
177342.7 Å	5000.	0.421E-01	0.265E-01	0.418E-01	0.260E-01	0.409E-01	0.246E-01
C = 0.11E+16	10000.	0.443E-01	0.298E-01	0.440E-01	0.293E-01	0.429E-01	0.277E-01
	20000.	0.470E-01	0.335E-01	0.466E-01	0.329E-01	0.453E-01	0.311E-01
	30000.	0.489E-01	0.358E-01	0.484E-01	0.352E-01	0.469E-01	0.333E-01
	50000.	0.515E-01	0.390E-01	0.510E-01	0.384E-01	0.492E-01	0.363E-01
9D - 10P	2500.	0.603	0.171	0.602	0.168	0.601	0.159
646328.9 Å	5000.	0.607	0.192	0.606	0.189	0.604	0.179
C = 0.65E+17	10000.	0.613	0.216	0.612	0.213	0.609	0.201
	20000.	0.620	0.243	0.619	0.239	0.615	0.226
	30000.	0.626	0.260	0.624	0.256	0.620	0.242
	50000.	0.634	0.283	0.633	0.279	0.627	0.263

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

1999SerAJ.160...35D

ning due to electron-, proton-, and ionized helium-impacts, will be published in the second part of this article (Dimitrijević and Sahal–Bréchot (2000). We also specify a parameter C (Dimitrijević and Sahal-Bréchot 1984), which gives an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated when it is divided by the corresponding full width at half maximum. For each value given in Tables 1 and 2, the collision volume (V) multiplied by the perturber density (N) is much less than one and the impact approximation is valid (Sahal–Bréchot, 1969ab). The discussion of obtained results, and the comparison with available experimental (Kusch and Pritschow 1970, Hühn and Kusch 1973) and theoretical (Griem 1974) data, will be published in Dimitrijević and Sahal–Bréchot (1999).

Acknowledgements – This work is a part of the project "Astrometrical, Astrodynamical and Astrophysical Investigations", supported by Ministry of Science and Technology of Serbia.

REFERENCES

Bashkin, S., Stoner, J.O.Jr.: 1975, "Atomic Energy Levels and Grotrian Diagrams", Vol. 1, North Holland, Amsterdam.
Dimitrijević, M.S., and Sahal–Bréchot, S.: 1984, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **31**, 301.
Dimitrijević, M.S., and Sahal–Bréchot, S.: 1995, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **109**, 551.
Dimitrijević, M.S. and Sahal-Bréchot, S.: 1999, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* submitted.
Dimitrijević, M.S. and Sahal-Bréchot, S.: 2000, *Serb. Astron. J.*, **161**, in press.
Griem, H.R.: 1974, Spectral Line Broadening by Plasmas, Academic Press, New York.
Holweger, H.: 1972, *Solar Phys.*, **25**, 14.
Hühn, R. and Kusch, H.J.: 1973, *Astron. Astrophys.*, **28**, 159.
Kusch, H.J. and Pritschow, H.P.: 1970, *Astron. Astrophys.*, **4**, 31.
Sahal–Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.*, **1**, 91.
Sahal–Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.*, **2**, 322.
Sahal–Bréchot, S.: 1974, *Astron. Astrophys.*, **35**, 321.

ТАБЕЛЕ ПАРАМЕТАРА ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА НЕУТРАЛНОГ КАЛЦИЈУМА. I

М. С. Димитријевић[1] и S. Sahal–Bréchot[2]

[1] *Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд-74, Југославија*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris-Meudon, 92190 Meudon, France

УДК 52–355.3

Претходно саопштење

Користећи семикласичан прилаз, израчунате су ширине и помераји спектралних линија, проузроковани сударима са електронима, протонима, као и јонима хелијума, магнезијума, силицијума и гвожђа за 189 мултиплета Ca I. Резултати су дати у функцији температуре за концентрацију пертурбера од 10^{11} cm^{-3}.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161..101D

Serb. Astron. J. № 161 (2000), 101 – 115

UDC 929(497,11)"19/19"O.:52(092)
Professional paper

LIFE AND ACTIVITIES OF VASILIJE OSKANJAN (1921-1989)

M. S. Dimitrijević[1] and A. V. Oskanjan[2]

[1] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade-74, Yugoslavia*

[2] *Byurakan Astronomical Observatory, Byurakan, Armenia*

(Received: January 27, 2000)

SUMMARY: The life and scientific, professional and other activities of Vasilije Oskanjan (1921-1989), one-time director of the Belgrade Astronomical Observatory, research fellow of the Belgrade and Byurakan Observatories, are presented, followed by the Bibliography of his works, the list of bibliographical items wherein his name is mentioned and the list of his name's citations in the Science Citation Index in the period 1946 – July 1999.

Vasilije Oskanjan was born on September 2, 1921, in Belgrade, where he received his elementary and secondary education. In his annual report on the Belgrade Observatory's activity in 1950, B. Popović, (1951) relates the astronomy student Oskanjan performing calculator's duties since 1945. In addition, he took up pursuing solar activity by observing the Sun-spots and prominencies. In 1948, while still a student, he entered on regular employment at the Observatory as a calculator, being engaged in the Latitude Service on preparing a catalogue of Talcott pairs. In August 1949 he quits the Observatory in order to finish his studies at the Belgrade University and to serve his military term (Popović 1951).

In 1949 Oskanjan graduated from the Mathematical Faculty, Department of Astronomy, and, on returning from the military in December, 1950, he was appointed assistant in the Double and Variable Stars Service. Put in charge of photometric observations with a visual Graff photometer he began studying the extinction of the Belgrade atmosphere and labouring on the realization of a photo-electric photometer, sufficiently sensitive to meet requirements of stellar photometry. At the same time he was in the Solar Activity and Occultations Service, taking part in the observations of occultations of stars by the Moon.

In 1952 he was entrusted the Variable Stars Service, established by dividing the Double and Variable Stars Service into two separate services. It is at this time that Oskanjan grew interested in the newly discovered UV Ceti variable stars, red dwarfs with flares. In the night of December 24-25, 1952, Oskanjan observed a sudden increase in brightness of UV Ceti. In less than twenty seconds its brightness grew from magnitude 12.3 to magnitude 6.5, starting thereupon to slowly decrease. Two much weaker eruptions of UV Ceti were observed by him on February 5 and September 28, 1953. Oskanjan was delighted by these observations so much so that eruptive stars became his principal research field. In addition to red dwarfs with flares of the UV Cety type he observed also the Cepheides. On February 1, 1954, the assistant Oskanjan became a collaborator-specialist of the Astronomical Observatory. In 1956 he attended the Symposium dedicated to the inauguration of the Byurakan Observatory, Armenia. It is at this Observatory also that he stayed for acquir-

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161..101D

ing appropriate specialisation, returning from it by mid-February 1959.

In 1955 he attended the 9th General Assembly of the IAU in Dublin. In 1959 he was elected member of the Observatory's Management Committee. On returning from his specialisation he constructed an impulse photometer while proceeding with his preoccupation with the photometry of the eruptive stars and beginning to work on polarimetry of these stars.

In 1960 he founded the Astrophysical Group and started preparations for observing the total solar eclipse of February 15, 1961. He organized very sucessfully Observatory's expedition that observed this occurence in the island of Hvar. On June 17, 1961, he defended his doctoral dissertation "Variable Stars of UV Cety Type". In 1964 and 1965 he was Observatory's director. In 1964 he was elected assistant professor at the Department of Astronomy, Mathematical Faculty of the Belgrade University. He was the editor in chief of the journal "Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade", 1964, and the series "Publications of the Belgrade Astronomical Observatory" (No. 10).

In 1966 he moved out to Armenia, joining the Byurakan Astrophysical Observatory, where he was engaged in the Laboratory for the photo-electrical observation of stars. From 1970 up to 1987 Oskanjan conducted the works of the Byurakan Observatory. He continued his studies of the eruptive stars, made research in the distribution of eruptions in time, classified the eruption types on the basis of shapes of curves of brightness variations during eruption, observed the slow brightness changes over time intervals out of eruption (BY Dra). Oskanjan attended numerous international astronomical gatherings such as the IAU General Assembly in Prague, 1967, IAU Colloquium in Budapest, 1969, on non-periodical phenomena in variable stars, all of the scientific conferences held in this period at the Byurakan Observatory, the centenary celebration of the Belgrade Astronomical Observatory, 1987, etc.

Throughout, he collaborated with the Belgrade Observatory, engaging himself, to take but an example, about ensuring, within the frame-work of this cooperation, the specialisation at the Byurakan Observatory of two Belgrade astronomers: Jelisaveta Arsenijević and Gojko Djurašević.

The Bibliography of works of Vasilije Oskanjan, given in the Appendix, contains 85 items, publishen in the period 1946 – 1980. In the Scientific Citation Index there appeared in the period 1946 – July 1999, 88 citations relating to 16 Oskanjan's papers. His work on the red dwarfs with flares of UV Ceti type, is related in seven papers with 31 citations. The largest number of citations, 40, are related to his paper from 1977 "An Analysis of the slow light variability of BY Draconis", published in Astrophysical Journal. Oskanjan was also a great popularizer of astronomy in our midst. He published a great number of popularizing articles in Vasiona (Universe), [18-20, 24, 26, 31, 32, 35, 37, 40, 44, 46, 47], in Godišnjak Našeg Neba (Annual of our Sky), [21], in Narodna Armija (People's Army) [29] and in Danas (Today) [45]. Besides, he authored several popularizing books on astronomical subjects [22, 23, 25, 33, 36, 38, 42], and translated from Russian Lyapunov's book "The Conquest of the Universe".

In 1987 Oskanjan left the Byurakan Observatory and began working on the examination of the radio-optical telescope of the Orgovski Polygon of the Institute of Radio-Physical Measurements (radio-telescope's diameter is 50 m, that of the optical telescope is 2.6 m). It is there that he suddenly died on February 11, 1989.

BIBLIOGRAPHY

1946

1. Brkić, Z., Oskanjan, V.: 1946, Okultacije zvezda Mesecem koje se vide u Beogradu u martu, aprilu i maju 1946. god., Astronomska i meteorološka saopštenja, **3**, 19.
2. Brkić, Z., Oskanjan, V.: 1946, Okultacije zvezda Mesecem koje se vide u Beogradu u junu, julu i avgustu 1946. god., Astronomska i meteorološka saopštenja, **4**, 20.

1947

3. Djurković, P. M., Oskanjan, V.: 1947, Grafički i brojni pregled Sunčevih pega za rotacije 1239, 1240, 1241, Astronomska i meteorološka saopštenja, **5**, 19-21.

1948

4. Djurković, P. M., Oskanjan, V.: 1948, Grafički i brojni pregled Sunčevih pega za rotacije 1242, 1243, 1244, Astronomska i meteorološka saopštenja, **6**, 42-45.

1950

5. Oskanjan, V.: 1950, Activité des taches solaires aux mois de janvier, février et mars 1949, Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, Bulletin, **XIV**, 1949, Naučna knjiga, Beograd, No 1, 21.
6. Oskanjan, V.: 1950, Activité des taches solaires aux mois d'avril, mai et juin 1949, Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, Bulletin, **XIV**, 1949, Naučna knjiga, Beograd, No 2, 38.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161..101D

7. Popović, B., Oskanjan, V.: 1950, La liste des paires de Talcot pour les observations à la lunette zénithale de notre observatoire, Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, Bulletin, **XIV**, 1949, Naučna knjiga, Beograd, No 2, 36.

8. Oskanjan, V.: 1950, Activité des taches solaires aux mois de juillet 1949, Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, Bulletin, **XIV**, 1949, Naučna knjiga, No 3, 52.

1952

9. Brkić, Z., Oskanjan, V.: 1952, Prédictions des occultations d'étoiles par la Lune pour la période Janvier - Août 1946, Académie des Sciences Serbe, Bull. Obs. Astron. Belgrade, **VIII-XIII**, 1943-1948, 43-44.

10. Oskanjan, V., Michkovitch, V. V.: 1952, Augmentation subite d'éclat de UV Ceti, Bureau central des télégrammes astronomiques, IAU Circulaire No 1376, 1. Octobre 1952, 2.

11. Protitch, M., Oskanjan, V.: 1952, Activité des taches solaires au cours de l'année 1946, Académie des Sciences Serbe, Bull. Obs. Astron. Belgrade, **VIII-XIII**, 1943-1948, 48-54.

12. Oskanjan, V.: 1952, Activité des taches solaires au cours de l'année 1947, Académie des Sciences Serbe, Bull. Obs. Astron. Belgrade, **VIII-XIII**, 1943-1948, 70-73.

13. Oskanjan, V.: 1952, Activité des taches solaires au cours de l'année 1948, Académie des Sciences Serbe, Bull. Obs. Astron. Belgrade, **VIII-XIII**, 1943-1948, 83-87.

1953

14. Oskanjan, V.: 1953, Déterminations visuelles de l'extinction, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de l'Académie des Sciences Serbe, **XVII**, No 1-2, 17-25.

15. Oskanjan, V.: 1953, Une nouvelle variable prés de l'étoile UV Ceti, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de l'Académie des Sciences Serbe, **XVII**, No 3-4, 35-36.

16. Oskanjan, V.: 1953, Variations d'éclat de l'étoile UV Ceti, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de l'Académie des Sciences Serbe, **XVIII**, No 1-2, 24-27.

17. Oskanjan, V.: 1953, Observations de XX Cygni, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de l'Académie des Sciences Serbe, **XVIII**, No 3-4, 12-14.

18. V. O.: 1953, O uzrocima naglog porasta sjaja kod zvezda tipa UV Ceti, Vasiona, **I**, No. 1, 26.

19. V. O.: 1953, Otkriće nove promenljive zvezde tipa UV Ceti, Vasiona, **I**, No. 2, 54.

20. V. O.: 1953, O malim promenama sjaja kod nekih zvezda, Vasiona, **I**, No. 2, 58.

21. Oskanjan, V.: 1953, Crveni patuljci novi tip promenljivih?, Godišnjak našeg neba za godinu 1954. **XVIII**, ed. V. V. Mišković, Srpska Akademija nauka, Astronomsko - numerički institut, Zbirka astronomsko-numeričkih radova, **III**, 166-169.

1954

22. Nikolić, Dj., Popović, B., Oskanjan, V., Ševarlić, B., Protić, M.: 1954, Kroz našu vasionsku naseobinu; Ciklus predavanja održanih na Kolarčevom narodnom univerzitetu, Naučna knjiga, Beograd 1-179 + /1/.

23. Oskanjan, V.: 1954, Sunce izvor života, Predavanje održano na Kolarčevom narodnom univerzitetu, Biblioteka KNU No. 51, Kolarčev narodni univerzitet, Beograd, 1-20.

24. O. V.: 1954, Američka firma..., Vasiona, **II**, No. 2, 58-59.

1955

25. Oskanjan, V.: 1955, Teleskop - oko za svemir, In: Dodatak: Šareni deo in: Ivan Bratko: Tajna barake broj 33, Zlatna knjiga No. 6, Sedma sila, Beogradski grafički zavod, Beograd.

26. Oskanjan, V.: 1955, Primena fotoelektričnih uredjaja u astronomiji, Vasiona, **III**, No. 3, 61-63.

27. Oskanjan, V.: 1955, Uvećanje sjaja zvezde UV Ceti, Glas Srpske akademije nauka, **CCXXI**, Matematičke i prirodne nauke, No. 9.

1956

28. Oskanjan, V.: 1956, Augmentation d'éclat de UV Ceti, Bull. de l'Academie Serbe des Sciences, **XVIII**, Nouvelle série, Classe des sciences mathématiques, **5**, 19-23.

29. Oskanjan, V.: 1956, Observations photo-éléctriques de l'éclipse de Soleil, le 30 juin 1954, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Beograd, **XIX**, 1954, No 4, Naučna knjiga, 12-18.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161..101D

1957

30. Oskanyan, V.: 1957, Predvaritel'nyj analiz fotometricheskikh nablyudenij zvezdy UV Kita, In: "Nestacionarnye zvezdy, Erevan, Akademiya nauk Armyanskoj SSR, 11-27, Diskussiya, 28.
31. Burbridge Geoffrey (translated by V. O.): 1957, Krab maglina - kosmički sinhrotron, Vasiona, **V**, No. 3, 64-66.
32. Oskanjan, V.: 1957, Merenje vasionskih otstojanja, Vasiona, **V**, 39

1958

33. Oskanjan, V.: 1958, Zvezdano nebo, Narodna knjiga, Nauka i život No. 44, 1-92.
34. Ljapunov B. (translated by Oskanjan, V.): 1958, Osvajanje svemira, Savremena škola, Svet nauke i tehnike, Beograd, 1-185 + /2/.
35. Oskanjan, V.: 1958, Zračenje u vasioni, Vasiona, **VI**, No. 1, 23-24.

1959

36. Oskanjan, V.: 1959, Mesec naš sused u vasioni, Rad, Radnički univerzitet, Astronomija No 8, Beograd, 1-37 + 1 (cyrilic type).
37. Oskanjan, V.: 1959, O Sunčevoj porodici, Savremena škola, Prva znanja No. 4, Beograd, 1-40 + /2/. Vasiona, **IX**, No. 3, 68-70.

1960

38. Oskanjan, V.: 1960, Mesec naš sused u vasioni, Rad, Radnički univerzitet, Astronomija No 8, Beograd, 1-34 + 1 (roman type).
39. Oskanjan, V.: 1960, Veličina i razvoj zvezda, Narodna Armija, **XV**, No. 1096, 5. August.

1961

40. Oskanjan, V.: 1961, Izvor energije zvezda i Sunca, Vasiona, **IX**, No. 3, 68-70.
41. Krzemiński, W., Oskanjan, V.: 1961, Measurements of polarization in the region of I Lacertae association, Acta Astronomica, **11**, No 1, 1-6.
42. Oskanjan, V.: 1961, Sončevo semejstvo, Prosvetno delo, Skopje, Prvi znaenja No 2, 1-41 + /2/.
43. Oskanjan, V.: 1961, Promenljive zvezde tipa UV Ceti, Ph D. Thesis, Faculty of Sciences, Belgrade.

1962

44. Oskanjan, Vasilije: 1962, Razvoj zvezda, Vasiona, **X**, No. 3, 8-13.
45. Oskanjan, Vasilije: 1962, Fluorescencija otkriva tajne vasione, Danas, **II**, No. 38, 7.
46. Oskanjan, V.: 1962, Razvoj zvezdanih sistema, Vasiona, **X**, No. 3, 76-79.
47. Oskanjan, V.: 1962, Zvezde koje menjaju sjaj, Vasiona, **X**, No. 4, 114-119.

1964

48. Oskanjan, V.: 1964, The UV Ceti variable stars, Publication de L'Observatoire Astronomique de Belgrade, **10.**, II + 102 + 5 pp.
49. Oskanjan, V.: 1964, Néhány észrevétel a cepheidákkal kapcsolatban, Fiz. Szemle, **14**, 144-146.

1966

50. Oskanjan, V. S.: 1966, Vspykhivayushchie zvezdy. Peremennye tipa UV Kita, Priroda, No 12, 81-83.

1968

51. Oskanjan, V. S.: 1968, Flare activity of YZ CMi, Comission 27 of the IAU, Informative Bulletin on Variable Stars, No. 286, 1-2.
52. Oskanjan, V. S.: 1968, Služba promenljivih zvezda i astrofizički radovi u Astronomskoj opservatoriji u Beogradu, Simpozijum astronoma Jugoslavije povodom 75. godišnjice osnivanja Astronomske opservatorije u Beogradu, ed. P. M. Djurković, Publ. Obs. Astron. de Beograd, **12**, 81-83.
53. Andrews, A. D., Chugainov, P. F., Gershberg, R. E., Oskanian, V. S.: 1968, The programme of cooperative observations of flare stars in 1969, Comission 27 of the IAU, Informative Bulletin on Variable Stars, No. 318, 1.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161..101D

1969

54. Oskanjan, V.: 1969, Problemi nastave astronomije na Univerzitetu, Radovi prikazani na IV kongresu matematičara, fizičara i astronoma oktobra 1965 u Sarajevu, ed. P. M. Djurković, Publ. Obs. Astron. de Beograd, **16**, 57-58.

55. Oskanjan, V., Kubičela, A., Arsenijević, J.: 1969, Fotoelektrični fotometar Beogradske opservatorije (Rezime), Radovi prikazani na IV kongresu matematičara, fizičara i astronoma oktobra 1965 u Sarajevu, ed. P. M. Djurković, Publ. Obs. Astron. de Beograd, **16**, 56.

56. Andrews, A. D., Chugainov, P. F., Gershberg, R. E., Oskanian, V. S.: 1969, Proposals to flare star observers, Comission 27 of the IAU, Informative Bulletin on Variable Stars, No. 326, 1-3.

57. Oskanian, V. S.: 1969, Photoelectric observations of the flare star AD Leo, Informative Bulletin on Variable Stars, No. 345, 1.

58. Oskanjan, V. S.: 1969, The classification of photometyric light-curves of flares of UV Ceti stars, IV IAU Colloquium Non-Periodic Phenomena in Variable Stars, Budapest 1968, 131-136.

59. Oskanjan, V. S., Kubičela, A., Arsenijević, J.: 1969, Polarimetre photoelectrique de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, Bull. Obs. Astron. Belgrade, **27**, No 2, 1-11.

60. Oskanjan, V. S., Kubičela, A., Arsenijević, J.: 1969, Flare observations of UV Ceti stars, Bull. Obs. Astron. Belgrade, **27**, No 2, 87-90.

1970

61. Oskanjan, V. S.: 1970, Photoelectric observations of EV Lac., Comission 27 of the IAU, Informative Bulletin on Variable Stars, No. 488, 1-4.

1971

62. Andrews, A. D., Chugainov, P. F., Oskanian, V. S., Kellogg, E. M.: 1971, The programme of cooperative observations of flare stars for 1971, Comission 27 of the IAU, Informative Bulletin on Variable Stars, No. 516, 1.

63. Oskanian, V. S.: 1971, Photoelectric observations of YZ CMi, Comission 27 of the IAU, Informative Bulletin on Variable Stars, No. 523, 1.

64. Oskanian, V. S., Terebizh, V. Yu.: 1971, Some remarks concerning the time-distribution of flares of UV Ceti type stars, Comission 27 of the IAU, Informative Bulletin on Variable Stars, No. 535, 1-3.

65. Oskanian, V. S., Terebizh, V. Yu.: 1971, O kharaktere vspyshechnoj aktivnosti zvezd tipa UV Ceti. II., Astrofizika, **7**, 83-94. English translation: On some characteristics of the flare activity of UV Ceti type stars, Astrophysics, **7**, No. 1.

1972

66. Oskanian, V. S., Khachatrian, J. V.: 1972, Photoelectric observations of YZ CMi, Comission 27 of the IAU, Informative Bulletin on Variable Stars, No. 684, 1-2.

67. Oskanian, V. S.: 1972, Photoelectric observations of AD Leo, Comission 27 of the IAU, Informative Bulletin on Variable Stars, No. 685, 1-2.

1974

68. Bretc, M., Mirzoyan, L. V., Oskanyan, V. S.: 1974, Fotoelektricheskie nablyudeniya SS Cyg., Astrofizika, **10**, 39-52. English translation: Bretts, M., Mirzoyan, L. V., Oskanyan, V. S.: Photoelectric observations of SS Cygni, Astrophysics, **10**, No. 1.

69. Terzan, A., Oskanian, V. S.: 1974, Photoelectric observations of 44 Tau, Comission 27 of the IAU, Informative Bulletin on Variable Stars, No. 899, 1-4.

1975

70. Morguleff, N., Oskanian, V., Rutily, B., Terzan, A.: 1975, New data on the Delta Scuti star 44 Tauri, IAU Symposium No 67, Variable stars and stellar evolution, Moscow 1974, Kluver, Dordrecht, Boston, 255-256.

1976

71. Karapetyan, B. O., Oskanyan, V. S.: 1976, Opredelenie chisla gradacij signala pri nalichii additivnykh pomekh. OMP (Optiko-mekhanicheskaya promyshlenost), No 11, 14-15.

1977

72. Oskanjan, V. S., Evans, D. S., Lacy, S., McMillan, R. S.: 1977, An Analysis of the slow light variability of BY Draconis, Astrophysical Journal, **214**, 430-436.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161..101D

1978

73. Karapetyan, B. O., Oskanyan, V. S.: 1978, Information criteria for estimating the effectiveness of astrophysical observations, Dokl. AN Arm. SSR, **67**, 302-307, in Russian.

74. Oskanyan, V. S.: 1978, Phenomenological picture of flare phenomena on stars (in russian), Symposium Flare stars III, Yerevan 11-21, Discussion 21-22.

1979

75. Karapetyan, B. O., Oskanyan, V. S.: 1979, On an estimate of information characteristics of astronomical observational systems, Dokl. AN Arm. SSR, **69**, 103-108, in Russian.

76. Melkonyan, A. S., Olah, K., Oskanyan, A. V. Jr., Oskanyan, V. S.: 1979, Flare activity of BY Dra, Astrofizika, **16**, 107-113. in Russian, English translation Astrophysics, **16**, No. 1

1980

77. Melkonyan, A. S., Oskanyan, A. V. Jr., Oskanyan, V. S., Olah, K.: 1980, Photoelectric observations of BY Dra, in: Flare stars, fuors and Herbig-Haro objects, Proceedings of the Symposium of the Multilateral Research Cooperation of the Academies of Sciences of the Socialist Countries on the problem of "Stellar physics and evolution", held in Byurakan, May 22-24, 1979, Ed. L. V. Mirzoyan, Academy of Sciences of the Armenian SSR, Byurakan Astrophysical Observatory, Publishing house of the Academy of Sciences of the Armenian SSR, Yerevan, USSR, 11-12, in Russian.

78. Melkonyan, A. S., Oskanyan, A. V. Jr., Oskanyan, V. S.: 1980, Flare observations in the H alpha line, in: Flare stars, fuors and Herbig-Haro objects, Proceedings of the Symposium of the Multilateral Research Cooperation of the Academies of Sciences of the Socialist Countries on the problem of "Stellar physics and evolution", held in Byurakan, May 22-24, 1979, Ed. L. V. Mirzoyan, Academy of Sciences of the Armenian SSR, Byurakan Astrophysical Observatory, Publishing house of the Academy of Sciences of the Armenian SSR, Yerevan, USSR, 76-84, in Russian.

1981

79. Karapetyan, B. O., Oskanyan, V. S.: 1981, Application of information criteria to evolution of an astronomical observational system and its links, Astrometr. Astrofiz., **44**, 85-92, in Russian.

80. Melkonyan, A. S., Olah, K., Oskanyan, A. V. Jr., Oskanyan, V. S.: 1981, Slow brightness variations of BY Dra, Astrofizika, **17**, 215-224. in Russian, English translation Astrophysics, **17**, No. 2

81. Oskanian, V. S.: 1981, Narrow band H alpha observations of the chromospheric activity of stars, Publications of the Astronomical Observatory of Sarajevo, **1**, No. 1, 182.

1983

82. Kyurinayan, Eh. N., Melkonyan, A. S., Mironov, A. V., Oskanyan, A. V. Jr., Oskanyan, V. S.: 1983, The new electronic equipment of the stellar photometer of the Byurakan Astrophysical Observatory, Soobshch. Byurakan. Obs. **54**, 65-71 in Russian.

1984

83. Karapetyan, B. O., Oskanyan, V. S.: 1984, Sposoby ocenki informacionnoj effektivnosti priemnikov izobrazheniya v astronomii, in: Novaya tekhnika v astronomii, Nauka, Leningrad, 58-61.

1986

84. Oskanyan, V. S.; 1986, Flare activity on stars, in: Flare stars and related objects, 11-18,Proceedings of the symposium held at the Byurakan Astrophysical Observatory, Byurakan, October 16-19, 1984. Ed. L. V. Mirzoyan, Publishing house of the Academy of Sciences of the Armenian SSR, Yerevan, USSR, in Russian

1990

85. Herouni, P. M., Oskanian, V. S.: 1990, Radial flare on eta Gemini star, IAU Symposium 137, Flare stars in clusters, associations and the solar vicinity, 145-146.

BIBLIOGRAPHY OF BIBLIOGRAPHIC ITEMS WHERE V. OSKANJAN IS MENTIONED

1. Popović, B.: 1950, Services et travaux d'observations en 1949 a l'Observatoire astronomique de Belgrade, Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, Bulletin, **XIV**, 1949, Naučna knjiga, Beograd, VII.

2. Popović, B.: 1951, Rapport annuel sur l'état et l'activité de l'Observatoire astronomique de Belgrade en 1950, Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, Bulletin, **XV**, 1950, Naučna knjiga, Beograd, VII.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161..101D

3. Michkovitch, V. V.: 1951, Rapport annuel présenté à l'Académie des sciences Serbe par V. V. Michkovitch, directeur de l'Observatoire sur l'état et l'activité de l'Observatoire en 1951, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de l'Académie des Sciences Serbe, **XVI**, No 1-4, 1.
4. Michkovitch, V. V.: 1952, Rapport annuel présenté à l'Académie des sciences Serbe par V. V. Michkovitch, directeur de l'Observatoire sur l'état et l'activité de l'Observatoire en 1952, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de l'Académie des Sciences Serbe, **XVII**, No 3-4, 64.
5. Michkovitch, V. V.: 1953, Rapport annuel présenté à l'Académie des sciences Serbe par V. V. Michkovitch, directeur de l'Observatoire sur l'état et l'activité de l'Observatoire en 1953, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de l'Académie des Sciences Serbe, **XVIII**, No 3-4, 24.
6. ***: 1954, Godišnja Skupština Astronomskog društva "Rudjer Bošković", Vasiona, **II**, 28.
7. Ž. Ć.: 1955, Podružnica u Novom Sadu, Vasiona, **III**, No. 3, 64.
8. T. Dj.: 1956, IV redovna godišnja Skupština Astronomskog društva "Rudjer Bošković", Vasiona, **IV**, No. 1, 14.
9. Michkovitch, V. V.: 1956, Rapport annuel sur l'état et l'activité de l'Observatoire en 1954, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Beograd, **XIX**, 1954, Naučna knjiga, No 4, 22.
10. Protitch, M. B.: 1956, Rapport annuel sur l'état et l'activité de l'Observatoire en 1955, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Beograd, **XX**, 1955, Imprimerie et éditeur "Miladin Popović", Priština, No 3-4, 16.
11. T. Dj.: 1957, Peta redovna godišnja Skupština Astronomskog društva "Rudjer Bošković", Vasiona, **V**, 46.
12. T. Dj.: 1958, VI godišnja Skupština Astronomskog društva "Rudjer Bošković", Vasiona, **VI**, No. 2, 54.
13. Protitch, M. B.: 1960, Rapport annuel sur l'état et les travaux de l'Observatoire en 1959, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Beograd, **XXIV**, 1960, Imprimerie et éditeur "Naučno delo", Beograd, No 3-4, 42.
14. M. Dj.: 1961, IX godišnja Skupština Astronomskog društva "Rudjer Bošković", Vasiona, **IX**, No. 1, 21-22.
15. Arsenijević, J.: 1961, Polarimetrijska posmatranja korone na Hvaru za vreme pomračenja 15. II. 1961. godine, Vasiona, **IX**, No. 2, 61-62 (Photo of V. Oskanjan with a part of the team, working on the refractor).
16. P. M. Dj.: 1962, Godišnja skupština Astronomskog društva "R. Bošković" održana 15 aprila 1962. Vasiona, **X**, No. 2, 51-52.
17. Djurković, Pero M.: 1962, 75 Godišnjica Astronomske opservatorije u Beogradu, Vasiona, X, No. 3, 65-72.
18. Sadžakov Sofija: 1965, Godišnja skupština Astronomskog društva "Rudjer Bošković", Vasiona, XIII, No. 2, 37.
19. Simovljević, J. L.: 1980, Astronomija, In: Trideset godina Prirodno - matematičkog fakulteta Univerziteta u Beogradu s osvrtom na razvitak nastave prirodnih i matematičkih nauka u Beogradu 1947 - 1977, Prirodno - matematički fakultet, Beograd, 165.
20. Jeličić, Milan: 1982, Predavanje dr Vasilija Oskanjana, Vasiona, **XXX**, No. 1, 24 (Photo of V. Oskanjan on the third page of the cover).
21. Mitrović, Miodrag, Milićević, Dragoljub: 1987, Na stogodišnjicu osnivanja Astronomske i meteorološke opservatorije, Vasiona, **XXXV**, No. 3-4, 57-63.
22. Dimitrijević, Milan S.: 1988, II Seminar: Astrofizika u Jugoslaviji, Vasiona, **XXXVI**, No. 4, 73-75 (V. Oskanjan on the photo of participants on the third page of the cover).
23. Arsenijević, J.: 1989, In memoriam: Vasilije Oskanjan (1921-1989), Bull. Obs. Astron. Belgrade, **141**, I-II (Photo of V. Oskanjan)
24. Ševarlić, B. M., Arsenijević, J.: 1989, Sto godina rada Astronomske opservatorije u Beogradu, In: Sto godina astronomske opservatorije u Beogradu, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **36**, 25.
25. Arsenijević, J.: 1989, Grupa za astrofiziku Astronomske opservatorije u Beogradu, In: Sto godina astronomske opservatorije u Beogradu, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **36**, 97.
26. Arsenijević, J.: 1989, Vasilije Oskanjan 1921 - 1989, Vasiona, No. 3, 77 (Photo of V. Oskanjan).

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161..101D

27. ***: 1989, Sto godina astronomske opservatorije u Beogradu, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **36** (Photo No. 5: V. Oskanjan with participants of the II workshop Astrophysics in Yugoslavia, in Belgrade 8-10 September 1987.; Photo No. 43: J. C. Pecker, V. S. Oskanjan, P. Šotirovski, M. S. Dimitrijević and N. Janković during the celebration of the 100 years of Belgrade observatory, 1987; Photo No. 57, Fellows of the Belgrade Astronomical Observatory in 1962.

28. Dimitrijević, M. S.: 1997, Sto deset godina Astronomske opservatorije, In: Razvoj astronomije kod Srba; Development of Astronomy among Serbs, eds. M. S. Dimitrijević, J. Milogradov - Turin, L. Č. Popović, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **56**, 9.

29. Milogradov - Turin, J.: 1997, Jedan prilog istoriji katedre za astronomiju Univerziteta u Beogradu, In: Razvoj astronomije kod Srba; Development of Astronomy among Serbs, eds. M. S. Dimitrijević, J. Milogradov - Turin, L. Č. Popović, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **56**, 65.

30. Arsenijević, J., Kubičela, A., Oskanjan, A.: 1997, Oskanjan - Osnivanje i rad grupe za astrofiziku, In: Razvoj astronomije kod Srba; Development of Astronomy among Serbs, eds. M. S. Dimitrijević, J. Milogradov - Turin, L. Č. Popović, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **56**, 135 (Photo of V. Oskanjan, p. 135).

31. Kubičela, A., Arsenijević, J.: 1997, Ekspedicija Astronomske opservatorije za posmatranje potpunog pomračenja Sunca 1961, In: Razvoj astronomije kod Srba; Development of Astronomy among Serbs, eds. M. S. Dimitrijević, J. Milogradov - Turin, L. Č. Popović, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **56**, 259 (Photo of V. Oskanjan with members of Yugoslav and French team for total Solar eclipse observaton on Hvar, 1961).

32. Simovljević, J. L., Milogradov - Turin, J.: 1998, Astronomija, In: Spomenica 125 godina Matematičkog fakulteta, Univerzitet u Beogradu, Matematički fakultet, Beograd, 59.

33. Milogradov - Turin, J.: 1998, Astronomi Srbije u strukovnim udruženjima (I): Povodom 50 godina od osnivanja Društva matematičara i fizičara Srbije, Vasiona, No. 5, 117.

34. Oskanjan, Armen: 1998, Bjurakanska astrofizička opservatorija, Vasiona, No. 5, 133.

35. ***: 1998, Photo: Participants of the II workshop "Astrophysics in Yugoslavia": Milan S. Dimitrijević, Paskal Sotirovski, Nenad Janković, Vasilije Oskanjan, Žan Klod Peker, Milan Jeličić (September, 1998), Vasiona, No. 1-2, IV page of cover.

36. Jeličić, Milan: 1999, Photo: The picture "Corona 61" (V. Oskanjan on the picture "Corona 61", author Petar Kubičela, photo: Jovan Grujić), Vasiona, No. 2-3, the insert in the middle.

37. Kubičela, A.: 1999, Jedno sećanje na pomračenje iz 1961. (Photos: a) Our and french team; b) G. Popović and V. Oskanjan phocuse the refractor for the photography of Corona; c) A. Kubičela and V. Oskanjan adjusting the microscope on the chromospheric spectrographe, Vasiona, No. 2-3, .

CITATIONS OF V. OSKANJAN IN SCIENCE CITATION INDEX

1946 - July 1999

1. **Oskanjan, V., Michkovitch, V. V.: 1952, Augmentation subite d'éclat de l'étoile UV Ceti, Bureau central des télégrammes astronomiques, IAU Circulaire No 1376, 1. Octobre 1952, 2.**

1961

1. Roques, P. E.: 1961, Flare Activity on YZ-Canis-Minoris, Astrophysical Journal, **133**, 914.

---

2. **Oskanjan, V.: 1953, Variations d'éclat de l'étoile UV Ceti, Bulletin de L'Observatoire Astronomique de Belgrade, 18, 24.**

1955

1. Roques, P. E.: 1961, A Search for Flare Stars, Publications of the Astronomical Society of the Pacific, **67**, 34.

1971

2. Lovell, B.: 1971, Sporadic outbursts of red dwarf stars, Quaterly Journal of the Royal Astronomical Society E, **12**, 98.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161..101D

---

3. **Krzemiński, W., Oskanjan, V.: 1961, Measurements of polarization in the region of I Lacertae association, Acta Astronomica, 11, 1.**

1963

1. Serkowski, K.: 1963, Slopes of reddening trajectories and intrinsic colors of early - type stars, Astrophysical Journal, **138**, 1035.

1978

2. Pery, C. L., Lee, P. D., Barnes, J. V.: 1978, Photometric and spectroscopic study of open cluster NGC2169, Publications of the Astronomical Society of the Pacific, **90**, 73.

1999

3. Dezeeuw, P. T., Hoogerwerf, R., Debruijne, J. H. J., Brown, A. G. A., Blaauw, A.: 1999, A Hipparcos census of the nearby OB associations, Astronomical Journal, **117**, 354.

---

4. **Oskanjan, V.: 1964, The UV Ceti Variable Stars, Publications de L'Observatoire Astronomique de Belgrade, 10, 1-102.**

1970

1. Kunkel, W. E.: 1970, On spectra of stellar flares, Astrophysical Journal, **161**, 503.

1973

2. Kunkel, W. E.: 1973, Activity in flare stars of Solar neighborhood, Astrophysical Journal Supplement, **25**, 1.

1980

3. Pettersen, B. R., Hsu, J. C.: 1981, Search for Linear-Polarization in Solar Neighborhood Flare Stars and Spotted Stars, Astrophysical Journal, **247**, 1013.

---

5. **Oskanjan V.:1964, cited by:**

1964

1. Poveda, A.: 1964, Theoretical domain for flare stars in H-R diagram, Nature, **202**, 1319.

---

6. **Andrews, A. D., Chugainov, P. F., Gershberg, R. E., Oskanian, V. S.: 1968, The programme of cooperative observations of flare stars in 1969, Commission 27 IAU, Information Bulletin on Variable Stars, 318, 1.**

1972

1. Gershberg, R. E.: 1972, Some results of cooperative photometric observations of UV Ceti type stars in years 1967-71, Astrophysics and Space Science, **19**, 75.

---

7. **Oskanjan, V.: 1968, Flare activity of YZ CMi, Commission 27 IAU, Information Bulletin on Variable Stars, 268, 1.**

1972

1. Gershberg, R. E.: 1972, Some results of cooperative photometric observations of UV Ceti type stars in years 1967-71, Astrophysics and Space Science, **19**, 75.

---

8. **Andrews, A. D., Chugainov, P. F., Gershberg, R. E., Oskanian, V. S.: 1969, Proposal to flare star observers, Commission 27 IAU, Information Bulletin on Variable Stars, 326, 1.**

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161..101D

1972

1. Gershberg, R. E.: 1972, Some results of cooperative photometric observations of UV Ceti type stars in years 1967-71, Astrophysics and Space Science, **19**, 75.

1973

2. Kunkel, W. E.: 1973, Activity in flare stars of Solar neighborhood, Astrophysical Journal Supplement, **25**, 1.

---

9. **Oskanjan, V.: 1969, Photoelectric observations of the flare star AD Leo, Commission 27 IAU, Information Bulletin on Variable Stars, 345, 1.**

1972

1. Gershberg, R. E.: 1972, Some results of cooperative photometric observations of UV Ceti type stars in years 1967-71, Astrophysics and Space Science, **19**, 75.

---

10. **Oskanian, V. S.: 1969, The classification of photometric light curves of flares of UV Ceti stars, in: Non - periodic phenomena in variable stars, IV IAU Colloque, Budapest 1968, Budapest, 131.**

1971

1. Lovell, B.: 1971, Sporadic outbursts of red dwarf stars, Quaterly Journal of the Royal Astronomical Society E, **12**, 98.

1973

2. Kunkel, W. E.: 1973, Activity in flare stars of Solar neighborhood, Astrophysical Journal Supplement, **25**, 1.

1976

3. Kodaira, K., Ichimura, K., Nichimura, S.: 1969, High Speed 5 Color Photometry of Flare Star EV Lacertae, Publications of the Astronomical Society of the Pacific, **28**, 665.
4. Lategan, A. H.: 1976, Contribution of flare stars to diffuse soft X - rays background, Astronomy and Astrophysics, **52**, 199.

1986

5. Avgoloupis, S.: 1986, The Flare Star EV Lac .2. Relations Between the Characteristics of the Flares, Astronomy and Astrophysics, **162**, 151.
6. Mavridis, L. N., Avgoloupis, S.: 1986, The Flare Star EV Lac .1. The Activity Cycle, Astronomy and Astrophysics, **154**, 171.

---

11. **Oskanjan, V.: 1970, Photoelectric observations of EV Lac, Commission 27 IAU, Information Bulletin on Variable Stars, 488, 1.**

1972

1. Gershberg, R. E.: 1972, Some results of cooperative photometric observations of UV Ceti type stars in years 1967-71, Astrophysics and Space Science, **19**, 75.

---

12. **Oskanian, V. S.: 1971, Photoelectric observations of YZ CMi, Commission 27 IAU, Information Bulletin on Variable Stars, 523, 1.**

1972

1. Gershberg, R. E.: 1972, Some results of cooperative photometric observations of UV Ceti type stars in years 1967-71, Astrophysics and Space Science, **19**, 75.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161..101D

13. **Oskanian, V. S., Terebizh, V. Yu.: 1971, Some remarks concerning the time - distribution of flares of UV Ceti type stars, Commission 27 IAU, Information Bulletin on Variable Stars, 535, 1.**

1972

1. Gershberg, R. E.: 1972, Some results of cooperative photometric observations of UV Ceti type stars in years 1967-71, Astrophysics and Space Science, **19**, 75.

1976

2. Lacy, C. H., Mofett, T. J., Evans, D. S.: 1976, UV Ceti star - Statystical analysis of observational data, Astrophysical Journal Supplement, **30**, 85.

14. **Oskanyan, V. S., Terebizh, V. Yu.: 1971, O kharaktere vspyshechnoj aktivnosti zvezd tipa UV Ceti, Astrofizika, 7, 83**

1972

1. Gershberg, R. E.: 1972, Some results of cooperative photometric observations of UV Ceti type stars in years 1967-71, Astrophysics and Space Science, **19**, 75.

1973

2. Huang, S.: 1973, Extra Solar planetary systems, Icarus, **18**, 339.

1974

3. Haupt, W., Schlosse, W.: 1974, Comparison of UV Ceti flares with Solar flares, Astronomy and Astrophysics, **37**, 219.

1976

4. Lacy, C. H., Mofett, T. J., Evans, D. S.: 1976, UV Ceti star - Statystical analysis of observational data, Astrophysical Journal Supplement, **30**, 85.
5. Mullan, D. J.: 1976, Sympathetic Stellar Flares and Electron - Precipitation as Probes of Coronal Structure in Flare Stars, Astrophysical Journal, **204**, 530.

1977

6. Mullan, D. J.: 1977, Solar and Stellar Flares, Solar Physics, **54**, 183.

1981

7. Pazzani, V., Rodono, M.: 1981, Time Distribution of Flare Events on UV-Ceti Stars, Astrophysics and Space Science, **77**, 347.

1983

8. Gurzadian, G. A.: 1983, Stellar Chromospheres As an Accidental Phenomenon, Doklady Akademii Nauk SSSR, **269**, 568.

1985

9. Mullan, D. J.: 1985, Energy-Dissipation Mechanisms in Flare Stars, In: Unstable Current Systems and Plasma Instabilities in Astrophysics, eds: M. R. Kundu, G. D. Holman, IAU Symposium 107, College Park, Maryland, USA, D. Reidel P. C., Dordrecht, Boston, Lancaster, 245.
10. Rojzman, G. S., Kabichev, G. I.: 1985, Observations of Preflare Phenomena and Flares in EV Lac, Astronomicheskij Zhurnal, **62**, 1095.

1989

11. Pettersen, B. R.: 1989, A Review of Stellar Flares and Their Characteristics, Solar Physics, **121**, 299.

1990

12. Szecsenyinagy, G.: 1990, Data Filtering in Statistical Studies of Flares Recorded in Sky Fields of Stellar Aggregates - Demonstrated with the Example of the Pleiades, In: Flare Stars in Star Clusters, Associations and the Solar Vicinity, eds: L. V. Mirzoyan, B. R. Pettersen, M. K. Tsvetkov, IAU Symposium, 137, Byurakan, Armenia, USSR, Kluwer, Dordrecht, 71.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161..101D

1991

13. Ishida, K., Mahasenaputra, Ichimura, K, Shimizu, Y.: 1991, Flare Event Statistics on UV Ceti-Type Stars, Astrophysics and Space Science, **182**, 227.

---

15. **Oskanyan, V. S., Terebizh, V. Yu.: 1971, O kharaktere vspyshechnoj aktivnosti zvezd tipa UV Ceti. II., Astrofizika, 7, 281**

1972

1. Gershberg, R. E.: 1972, Some results of cooperative photometric observations of UV Ceti type stars in years 1967-71, Astrophysics and Space Science, **19**, 75.

1974

2. Spangler, S. R., Shawhan, S. D., Rankin, J. M.: 1974, Short Duration Radio Flares of UV Ceti Stars, Astrophysical Journal, **190**, L129.

1990

3. Aniol, R., Duerbeck, H. W., Seitter, W. C., Tsvetkov, M. K.: 1990, An Automatic Search for Flare Stars in Southern Stellar Aggregates of Different Ages, In: Flare Stars in Star Clusters, Associations and the Solar Vicinity, eds: L. V. Mirzoyan, B. R. Pettersen, M. K. Tsvetkov, IAU Symposium, 137, Byurakan, Armenia, USSR, Kluwer, Dordrecht, 85.

4. Tsvetkov, M. K., Tsvetkova, K. P.: 1990, A Catalog of Flare Stars in the Cygnus Region, In: Flare Stars in Star Clusters, Associations and the Solar Vicinity, eds: L. V. Mirzoyan, B. R. Pettersen, M. K. Tsvetkov, IAU Symposium, 137, Byurakan, Armenia, USSR, Kluwer, Dordrecht, 105.

---

16. **Oskanjan, V.: 1973, Private Communication.**

1973

1. Loden, L. O.: 1973, Study of apparently nearby stars with coinciding spectral type and apparent magnitude, Astrophysics and Space Science, **24**, 511.

---

17. **Terzan, A., Oskanian, V. : 1974, Photoelectric Observations of 44 Tau, Commission 27 IAU, Information Bulletin on Variable Stars, 899, 1.**

1990

1. Decoca, P. L., Rolland, A., Rodriguez, E., Garrido, R.: 1990, Empirical P-L-C Relation for Delta-Scuti Stars - A Catalog, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **83**, 51.

1992

2. Poretti, E., Mantegazza, L., Riboni, E.: 1992, The Solution of the Light-Curve of 44-Tauri - Insights into the Pulsational Behavior of Delta-Scuti Stars, Astronomy and Astrophysics, **256**, 113.

1995

3. Park, N. K., Lee, S. W.: 1995, Stability of Frequency Content in Light Curves of 44-Tauri, Astronomical Journal, **109**, 774.

---

18. **Oskanyan, V. S., Evans, D. S., Lacy, S., McMillan, R. S.: 1977, An Analysis of the slow light variability of BY Draconis, Astrophysical Journal, 214, 430.**

1977

1. Bopp, B. W., Fekel, F.: 1977, Binary incidence among BY Draconis variables, Astronomical Journal, **82**, 490.

2. Bopp, B. W., Espenak, F.: 1977, Survey of BY Draconis syndrome among DME stars, Astronomical Journal, **82**, 916.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161..101D

3. Lacy, C. H.: 1977, Absolute dimensions and masses of remarkable spotted DM4E eclipsing binary flare star CM Draconis, Astrophysical Journal, **218**, 444.

1978

4. Bopp, B. W., Schmitz, M.: 1978, Stellar Surface Phenomena - H alpha Variabilities in DME Stars, Publications of the Astronomical Society of the Pacific, **90**, 531.

5. Phillips, M. J., Hartmann, L.: 1978, Long term variability of DME stars, Astrophysical Journal, **234**, 182.

1979

6. Eaton, J. A., Hall, D. S.: 1979, Star spots as the cause of the intrinsic light variations in RS Canes Venaticorum type stars, Astrophysical Journal, **227**, 907.

7. Foukal, P., Vernazza, J.: 1979, Effect of Magnetic-Fields on Solar Luminosity, Astrophysical Journal, **234**, 707.

8. Hartmann, L., Londono., C., Phillips, M. J.: 1979, Long term variability of the K2E star HD 224085, Astrophysical Journal, **229**, 183.

9. Hartmann, L., Rosner, L.: 1979, Stellar Luminosity Stability - Luminosity Variations and Light Curve Period Changes, Astrophysical Journal, **230**, 802.

10. Mullan, D. J.: 1979, Detectability of star spot magnetic fields, Astrophysical Journal, **231**, 152.

11. Ramsey, L. W.: 1979, Limits on the short period variability of the H - alpha emmission in AD Leo, Astronomical Journal, **84**, 413.

12. Vogt, S. S., Fekel, F.: 1979, Pre-Main-Sequence Nature of the Prototype Spotted Flare Star BY Draconis, Astrophysical Journal, **234**, 958.

1980

13. Bopp, B. W., Noah, P. V.: 1980, Stellar Surface Phenomena - Asymmetric Light Curves of the RS Canum Venaticorum Binaries Lambda Andromedae and II-Pegasi, Publications of the Astronomical Society of the Pacific, **92**, 717.

1981

14. Bopp, B. W., Africano, J., Klimke, A., Noah , P. V.: 1981, Discovery and Observation of BY Draconis Variables, Astrophysical Journal, **249**, 210.

15. Dorren, J. D., Guinan, E. F., McCook, G. P., Siah, M. J.: 1981, Starspots on V711-Tauri (Hr-1099), Astronomical Journal, **86**, 572.

16. Vogt, S. S.: 1981, A Method for Unambiguous Determination of Starspot Temperatures and Areas - Application to II-Pegasi, BY Draconis, and HD 209813, Astrophysical Journal, **250**, 327.

1982

17. Caillault, J. P.: 1982, Einstein Observations of BY Draconis Variables and RS CVn Binaries, Astronomical Journal, **87**, 558.

18. Mekkaden, M. V., Mohin, S., Raveendran, A. V.: 1982, Spot Activity in the RS CVn Binary Hr-1099, Journal of Astrophysics and Astronomy, **3**, 27.

1983

19. Bopp, B. W., Africano, J. L., Klimke, A., Noah, P. V., Stencel, R. E.: 1983, Observations of Active Chromosphere Stars, Astrophysical Journal, **275**, 691.

20. Pettersen, B. R., Evans, D. S., Kern, G. A.: 1983, Starspots and Stellar Flares on EV-Lac and Yz-CMI, Astronomy and Astrophysics, **123**, 184.

21. Vogt, S. S., Penrod, G. D.: 1983, Doppler Imaging of Spotted Stars - Application to the RS Canum Venaticorum Star Hr-1099, Publications of the Astronomical Society of the Pacific, **95**, 565.

1985

22. Mohin, S., Stelzer, H. J., Raveendran, A. V., Hall, D. S., Fried, R. E., Louth, H., Lines, R. D., Henry, G. W., Mekkaden, M. V.: 1985, Evolution of Starspot Regions in Dm-UMa, Astrophysics and Space Science, **115**, 353.

23. Poe, C. H., Eaton, J. A.: 1985, Starspot Areas and Temperatures in 9 Binary-Systems with Late-Type Components, Astrophysical Journal, **289**, 644.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161..101D

24. Rosner, R., Vaiana, G. S., Golub, L.: 1985, On Stellar X-Ray-Emission, Annual Review of Astronomy and Astrophysics, **23**, 413.

1986

25. Bopp, B. W., Africano, J., Quigley, R.: 1986, UBV-Photometry of 10 Southern-Hemisphere Active-Chromosphere Stars, Astronomical Journal, **92**, 1409.

26. De Jager, C., Avgoloupis, S., Cutispoto, G., Heise, J., Herr, R. B., Kieboom, K., Landini, M., Langerwerff, A. F., Mavridis, L. N., Melkonian, A. S., Molenaar, R., Monsignorifossi, B. C., Nations, H. L., Pallavicini, R., Piirola, V., Rodono, M., Seeds, M. A., Vandenoord, G. H. J., Vilhu, O., Waelkens, C.: 1986, Simultaneous Optical and X-Ray Observations of a Flare on BY Draconis, Astronomy and Astrophysics, **156**, 95.

27. Fekel, F. C., Africano, J. L., Bopp, B. W., Goodrich, B. D., Palmer, L. H., Quigley, R., Simon, T.: 1986, Chromospherically Active Stars .2. HD-82558, a Young Single BY Draconis Variable, Astronomical Journal, **92**, 1150.

28. Rodono, M., Andrews, A. D., Blanco, C., Busso, M., Butler, C. J., Byrne, P. B., Catalano, S., Cellino, A., Cutispoto, G., Doyle, J. G., Hayashi, S. S., Helston, R., Henson, G., Hopkins, J. L., Linsky, J. L., Marilli, E., Okazaki, A., Pazzani, V., Scaltriti, F., Simon, T., Smith, P., Zeilik, M.: 1986, Rotational Modulation and Flares on RS-CVn and BY-Dra-Type Stars .1. Photometry and Spot Models for BY-Dra, AU-Mic, AR-Lac, II-Peg and V711-Tau (=HR-1099), Astronomy and Astrophysics, **165**, 135.

29. Stauffer, J. R., Hartmann, L. W.: 1986, The Rotational Velocities of Low-Mass Stars, Publications of the Astronomical Society of the Pacific, **98**, 1233.

1987

30. Butler, C. J., Andrews, A. D., Bornmann, P. L., Byrne, P. B., Doyle, J. G., Linsky, J. L., Pazzani, V., Rodono, M., Simon, T.: 1987, Rotational modulation and flares on RS CVn and BY Dra systems .2. IUE observations of BY Draconis and AU Microscopii, Astronomy and Astrophysics, **174**, 139.

1988

31. Bopp, B. W., Dempsey, R. C., Africano, J. L., Goodrich, B. D.: 1988, Observations of Gliese-890 and Other Possibly Rapidly-Rotating Field M-Dwarfs, Publications of the Astronomical Society of the Pacific, **100**, 579.

32. Ismailov, Z. A., Khalilov, V. M.: 1988, A Flare of the Secondary Component of BY Draconis, Soviet Astronomy Letters, **14**, 400.

33. Toner, C. G., Gray, D. F.: 1988, The Starpatch on the G8 Dwarf XI-Bootis-A, Astrophysical Journal, **334**, 1008.

1989

34. Harmanec, P.: 1989, Towards Understanding Rapid Line-Profile and Light Variations of Early-Type Stars .1. General - Considerations and a Critical Re-Analysis of the Data on 13 - Zeta Oph and 45-Epsilon Per, Bulletin of the Astronomical Institutes of Czechoslovak Academy of Sciences, **40**, 201.

1990

35. Young, A., Skumanich, A., MacGregor, K.B., Temple, S.: 1990, High-Latitude Spot and Plage Activity on the Rapidly Rotating M-Dwarf Star Gliese-890, Astrophysical Journal, **349**, 608.

1992

36. Pettersen, B. R., Olah, K., Sandmann, W. H.: 1992, Long-Term Behavior of Starspots .2. A Decade of New Starspot Photometry of BY Draconis and EV Lacertae, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **96**, 497.

1993

37. Panov, K. P., Ivanova, M. S.: 1993, Photometry of the Spotted Flare Star BY Dra During 1985-1991, Astrophysics and Space Science, **2**, 265.

1995

38. Mavridis, L. N., Avgoloupis, S. I., Seiradakis, J. H., Varvoglis, P. P.: 1995, Dependence of Flare Activity on BY Draconis on the Phase of the Short-Term Periodic Light Variation, Astronomy and Astrophysics, **296**, 705.

1996

39. Kovari, Z., Olah, K.: 1996, Spot Modeling for Binaries with 2 Active Components, Astronomy and Astrophysics, **305**, 811.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161..101D

1997

40. Kurchakov, A. V., Ropaev, F. K.: 1997, Photometric Studies of BY Dra, Astronomy Reports, **41**, 190.

---

19. **Oskanyan, V.: 1981, Private Communication**

1985

1. Arsenijević, J.: 1985, A Possible Eruptive Event on M-Supergiant Mu-Cephei, Astronomy and Astrophysics, **145**, 430.

---

20. **Oskanyan, V.: 1982, Private Communication**

1987

1. Oznovich, I., Gibson, D. M.: 1987, An IUE Survey of Activity in Red Giants and Supergiants, Astrophysical Journal, **319**, 383.

ЖИВОТ И НАУЧНА АКТИВНОСТ ВАСИЛИЈА ОСКАЊАНА
1921-1989

М. С. Димитријевић[1] и А. В. Оскањан[2]

[1] *Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд-74, Југославија*

[2] *Бјураканска Астрофизичка опсерваторија, Бјуракан, област Арагацотн, Република Јерменија*

УДК 929(497,11)"19/19"О.:52(092)
Стручни рад

У раду су приказани живот и научна активност Василија Оскањана (1921-1989), директора Београдске астрономске опсерваторије, сарадника Београдске и Бјураканске Опсерваторије. Такође су дати библиографија његових радова, листа референци у којима се он помиње и листа његових цитата у Science Citation Index-у у периоду 1946 - јули 1999.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

Serb. Astron. J. № 161 (2000), 39 – 88

UDC 52–355.3
Preliminary report

STARK BROADENING PARAMETER TABLES FOR NEUTRAL CALCIUM SPECTRAL LINES. II

M. S. Dimitrijević[1] and S. Sahal-Bréchot[2]

[1] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade-74, Yugoslavia*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris–Meudon, 92190 Meudon, France

(Received: April 13, 1999)

SUMMARY: Electron-, proton-, and ionized helium-impact broadening parameter tables for neutral calcium spectral lines, have been presented as a function of the temperature and the perturber density. Calculations have been performed within the semiclassical perturbation approach.

1. INTRODUCTION

Stark broadening parameters of Ca I are of interest for astrophysicists (see *e.g.* Holweger 1972), as well as for plasma physicists (see *e.g.* Griem 1974). Recently, we have calculated within the semiclassical-perturbation formalism (Sahal-Bréchot 1969ab, see also Sahal-Bréchot 1974, Dimitrijević and Sahal-Bréchot 1984) electron-, proton-, ionized helium-, ionized magnesium-, ionized silicon-, and ionized iron-impact line widths and shifts for 189 neutral calcium multiplets (Dimitrijević and Sahal-Bréchot 1999ab) for a perturber density of 10^{11}cm^{-3}, in order to provide data for all principal perturbers in the solar plasma. Since due to the Debye screening Stark broadening parameters are not linear with perturber density at higher densities, and since data for electron-, proton-, and ionized helium-impact broadening are of particular interest not only for solar and stellar plasma but for laboratory plasma as well, here are given tables for such data for perturber densities from 10^{12}cm^{-3} up to 10^{19}cm^{-3}.

2. RESULTS AND DISCUSSION

The used formalism has been reviewed briefly in Dimitrijević and Sahal-Bréchot (1984), and all relevant details concerning the obtained results and the calculation procedure will be published in Dimitrijević and Sahal-Bréchot (1999a).

Atomic energy levels needed for calculations have been taken from Bashkin and Stoner (1975). In Table 1, electron-, proton-, and He II-impact broadening parameters for Ca I for perturber densities of 10^{12}cm^{-3} - 10^{19}cm^{-3} and temperatures from 2,500 up to 50,000 K, are shown. Data for a perturber density of 10^{11}cm^{-3}, have been published in Dimitrijević and Sahal-Bréchot (1999b). For perturber densities 10^{12}cm^{-3} - 10^{14}cm^{-3}, only data where at least one of tabulated quantities is not linear with perturber density, are shown. Data for multiplets existing for the perturber density of 10^{15}cm^{-3} and not existing for 10^{12}cm^{-3} - 10^{14}cm^{-3}, may be scaled linearly with the perturber density. We also specify a parameter C (Dimitrijević and Sahal-Bréchot 1984), which gi-

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

Table 1. This Table shows electron-, proton-, and He II-impact broadening parameters for Ca I for perturber densities of 10^{12}cm^{-3} - 10^{19}cm^{-3} and temperatures from 2,500 up to 50,000 K. This Table should be used together with the Table for a perturber density of 10^{11}cm^{-3}, published in Dimitrijević and Sahal-Bréchot (1999b). For perturber densities 10^{12}cm^{-3} - 10^{14}cm^{-3}, only data where at least one of tabulated quantities is not linear with perturber density, are shown. Data for multiplets existing for the perturber density of 10^{15}cm^{-3} and not existing for densities 10^{12}cm^{-3} - 10^{14}cm^{-3}, may be scaled linearly with the perturber density. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given in Table. By dividing C by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević and Sahal-Bréchot 1984), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for validity of the impact approximation) lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBER DENSITY = 1.E+12 cm^{-3}

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
7D – 9P	2500.	0.672	0.817E-01	0.145	0.121	0.121	0.965E-01
101601.2 Å	5000.	0.704	0.832E-02	0.162	0.137	0.132	0.109
C = 0.18E+16	10000.	0.724	-0.419E-01	0.183	0.154	0.145	0.123
	20000.	0.732	-0.615E-01	0.213	0.173	0.160	0.139
	30000.	0.731	-0.637E-01	0.236	0.186	0.170	0.149
	50000.	0.721	-0.545E-01	0.274	0.204	0.185	0.162
7D – 10P	2500.	0.449	0.234	0.976E-01	0.798E-01	0.823E-01	0.638E-01
68400.9 Å	5000.	0.467	0.218	0.108	0.905E-01	0.895E-01	0.724E-01
C = 0.83E+15	10000.	0.482	0.164	0.121	0.102	0.979E-01	0.819E-01
	20000.	0.502	0.991E-01	0.138	0.115	0.108	0.922E-01
	30000.	0.513	0.670E-01	0.150	0.123	0.114	0.988E-01
	50000.	0.515	0.521E-01	0.170	0.134	0.123	0.108
8S – 8P	2500.	2.23	0.714	0.593	0.539	0.475	0.431
182561.7 Å	5000.	2.22	0.486	0.671	0.610	0.532	0.489
C = 0.60E+16	10000.	2.15	0.167	0.766	0.688	0.595	0.552
	20000.	2.06	0.487E-01	0.891	0.774	0.668	0.622
	30000.	2.00	-0.146E-01	0.986	0.829	0.715	0.666
	50000.	1.91	-0.280E-01	1.14	0.908	0.781	0.726
4P – 8D	2500.	0.616E-03	-0.622E-04	0.796E-04	-0.652E-04	0.674E-04	-0.522E-04
3146.8 Å	5000.	0.725E-03	-0.210E-04	0.879E-04	-0.734E-04	0.732E-04	-0.589E-04
C = 0.35E+13	10000.	0.786E-03	-0.294E-05	0.983E-04	-0.826E-04	0.799E-04	-0.664E-04
	20000.	0.790E-03	0.143E-04	0.112E-03	-0.929E-04	0.877E-04	-0.747E-04
	30000.	0.771E-03	0.142E-04	0.123E-03	-0.995E-04	0.928E-04	-0.800E-04
	50000.	0.729E-03	0.131E-04	0.142E-03	-0.109E-03	0.100E-03	-0.871E-04
5P – 8D	2500.	0.568E-02	-0.600E-03	0.734E-03	-0.601E-03	0.622E-03	-0.481E-03
9545.3 Å	5000.	0.669E-02	-0.255E-03	0.811E-03	-0.677E-03	0.675E-03	-0.543E-03
C = 0.32E+14	10000.	0.727E-02	0.620E-05	0.907E-03	-0.762E-03	0.737E-03	-0.612E-03
	20000.	0.732E-02	0.787E-04	0.104E-02	-0.856E-03	0.809E-03	-0.688E-03
	30000.	0.715E-02	0.102E-03	0.114E-02	-0.917E-03	0.856E-03	-0.737E-03
	50000.	0.677E-02	0.119E-03	0.131E-02	-0.100E-02	0.924E-03	-0.803E-03
8P – 9D	2500.	0.413	-0.674E-01	0.871E-01	-0.701E-01	0.738E-01	-0.560E-01
67849.5 Å	5000.	0.458	-0.283E-01	0.962E-01	-0.794E-01	0.800E-01	-0.636E-01
C = 0.83E+15	10000.	0.508	-0.815E-02	0.108	-0.894E-01	0.872E-01	-0.718E-01
	20000.	0.555	0.657E-02	0.124	-0.101	0.957E-01	-0.808E-01
	30000.	0.575	0.559E-02	0.136	-0.108	0.101	-0.866E-01
	50000.	0.586	0.292E-02	0.156	-0.118	0.109	-0.944E-01
8P – 10D	2500.	0.455	-0.149	0.942E-01	-0.770E-01	0.796E-01	-0.615E-01
57213.1 Å	5000.	0.482	-0.474E-01	0.104	-0.874E-01	0.866E-01	-0.699E-01
C = 0.59E+15	10000.	0.535	-0.258E-01	0.116	-0.987E-01	0.947E-01	-0.792E-01
	20000.	0.581	-0.266E-01	0.131	-0.111	0.104	-0.892E-01
	30000.	0.596	0.191E-02	0.142	-0.119	0.110	-0.956E-01
	50000.	0.605	0.486E-02	0.160	-0.130	0.119	-0.104
9P – 9D	2500.	2.00	1.05	0.407	0.312	0.354	0.250
148451.6 Å	5000.	2.30	0.927	0.442	0.354	0.380	0.283
C = 0.99E+16	10000.	2.63	0.660	0.485	0.398	0.410	0.320
	20000.	2.93	0.443	0.536	0.448	0.445	0.360
	30000.	3.06	0.255	0.573	0.480	0.468	0.386
	50000.	3.15	0.195	0.627	0.524	0.500	0.421

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
8D – 9P	2500.	583.	-164.	61.2	-47.6	52.7	-38.1
	5000.	662.	-143.	67.0	-53.8	56.7	-43.2
C = 0.17E+19	10000.	709.	-107.	74.4	-60.5	61.3	-48.6
	20000.	711.	-74.8	84.1	-68.1	66.7	-54.7
	30000.	695.	-42.0	91.5	-73.0	70.2	-58.6
	50000.	663.	-31.8	104.	-79.5	75.1	-63.9
PERTURBER DENSITY = 1.E+13 cm^{-3}							
4S – 8P	2500.	0.408E-03	0.278E-04	0.156E-03	-0.147E-04	0.156E-03	-0.118E-04
2151.5 Å	5000.	0.549E-03	0.690E-04	0.156E-03	-0.166E-04	0.156E-03	-0.133E-04
C = 0.13E+15	10000.	0.721E-03	0.873E-04	0.156E-03	-0.186E-04	0.156E-03	-0.150E-04
	20000.	0.910E-03	0.892E-04	0.156E-03	-0.210E-04	0.156E-03	-0.168E-04
	30000.	0.101E-02	0.800E-04	0.156E-03	-0.224E-04	0.156E-03	-0.180E-04
	50000.	0.112E-02	0.709E-04	0.156E-03	-0.244E-04	0.156E-03	-0.196E-04
4S – 9P	2500.	0.825E-03	-0.461E-03	0.286E-03	-0.120E-03	0.279E-03	-0.955E-04
2119.3 Å	5000.	0.982E-03	-0.502E-03	0.293E-03	-0.136E-03	0.282E-03	-0.109E-03
C = 0.11E+15	10000.	0.116E-02	-0.483E-03	0.300E-03	-0.153E-03	0.287E-03	-0.123E-03
	20000.	0.135E-02	-0.407E-03	0.310E-03	-0.173E-03	0.293E-03	-0.139E-03
	30000.	0.144E-02	-0.342E-03	0.317E-03	-0.185E-03	0.298E-03	-0.149E-03
	50000.	0.153E-02	-0.266E-03	0.328E-03	-0.202E-03	0.304E-03	-0.162E-03
4S – 10P	2500.	0.216E-02	0.149E-02	0.582E-03	0.379E-03	*0.528E-03	*0.301E-03
2098.1 Å	5000.	0.242E-02	0.159E-02	0.619E-03	0.433E-03	0.555E-03	0.346E-03
C = 0.66E+14	10000.	0.268E-02	0.151E-02	0.664E-03	0.492E-03	0.586E-03	0.394E-03
	20000.	0.298E-02	0.118E-02	0.716E-03	0.558E-03	0.624E-03	0.447E-03
	30000.	0.317E-02	0.965E-03	0.750E-03	0.598E-03	0.649E-03	0.480E-03
	50000.	0.331E-02	0.717E-03	0.799E-03	0.652E-03	0.685E-03	0.524E-03
5S – 8P	2500.	0.510E-02	0.310E-03	0.194E-02	-0.198E-03	0.194E-02	-0.159E-03
7597.3 Å	5000.	0.688E-02	0.777E-03	0.194E-02	-0.223E-03	0.194E-02	-0.179E-03
C = 0.16E+16	10000.	0.906E-02	0.107E-02	0.194E-02	-0.250E-03	0.194E-02	-0.201E-03
	20000.	0.115E-01	0.103E-02	0.195E-02	-0.281E-03	0.194E-02	-0.226E-03
	30000.	0.128E-01	0.930E-03	0.195E-02	-0.301E-03	0.194E-02	-0.242E-03
	50000.	0.142E-01	0.928E-03	0.195E-02	-0.328E-03	0.194E-02	-0.264E-03
5S – 9P	2500.	0.960E-02	-0.535E-02	0.332E-02	-0.139E-02	0.323E-02	-0.111E-02
7211.3 Å	5000.	0.114E-01	-0.583E-02	0.339E-02	-0.158E-02	0.327E-02	-0.126E-02
C = 0.12E+16	10000.	0.135E-01	-0.566E-02	0.348E-02	-0.178E-02	0.333E-02	-0.143E-02
	20000.	0.158E-01	-0.472E-02	0.360E-02	-0.201E-02	0.340E-02	-0.161E-02
	30000.	0.169E-01	-0.382E-02	0.368E-02	-0.215E-02	0.345E-02	-0.173E-02
	50000.	0.179E-01	-0.305E-02	0.380E-02	-0.235E-02	0.353E-02	-0.188E-02
5S – 10P	2500.	0.238E-01	0.165E-01	0.642E-02	0.418E-02	*0.583E-02	*0.332E-02
6971.1 Å	5000.	0.268E-01	0.182E-01	0.683E-02	0.478E-02	0.612E-02	0.381E-02
C = 0.73E+15	10000.	0.297E-01	0.162E-01	0.732E-02	0.543E-02	0.647E-02	0.435E-02
	20000.	0.331E-01	0.113E-01	0.790E-02	0.615E-02	0.689E-02	0.493E-02
	30000.	0.351E-01	0.921E-02	0.828E-02	0.659E-02	0.717E-02	0.530E-02
	50000.	0.368E-01	0.547E-02	0.882E-02	0.720E-02	0.756E-02	0.578E-02
6S – 8P	2500.	0.266E-01	-0.539E-03	0.101E-01	-0.169E-02	0.100E-01	-0.135E-02
17273.0 Å	5000.	0.365E-01	0.996E-03	0.101E-01	-0.190E-02	0.101E-01	-0.153E-02
C = 0.83E+16	10000.	0.491E-01	0.154E-02	0.101E-01	-0.214E-02	0.101E-01	-0.172E-02
	20000.	0.633E-01	0.223E-02	0.101E-01	-0.241E-02	0.101E-01	-0.194E-02
	30000.	0.710E-01	0.202E-02	0.102E-01	-0.258E-02	0.101E-01	-0.207E-02
	50000.	0.787E-01	0.230E-02	0.102E-01	-0.281E-02	0.101E-01	-0.226E-02
6S – 9P	2500.	0.456E-01	-0.250E-01	0.152E-01	-0.654E-02	0.148E-01	-0.522E-02
15399.0 Å	5000.	0.550E-01	-0.275E-01	0.156E-01	-0.743E-02	0.150E-01	-0.594E-02
C = 0.56E+16	10000.	0.655E-01	-0.271E-01	0.160E-01	-0.840E-02	0.153E-01	-0.674E-02
	20000.	0.763E-01	-0.226E-01	0.166E-01	-0.946E-02	0.156E-01	-0.759E-02
	30000.	0.817E-01	-0.191E-01	0.170E-01	-0.101E-01	0.159E-01	-0.814E-02
	50000.	0.865E-01	-0.146E-01	0.176E-01	-0.111E-01	0.162E-01	-0.888E-02
6S – 10P	2500.	0.101	0.693E-01	0.271E-01	0.176E-01	*0.246E-01	*0.140E-01
14343.8 Å	5000.	0.114	0.737E-01	0.288E-01	0.201E-01	0.259E-01	0.161E-01
C = 0.31E+16	10000.	0.127	0.658E-01	0.309E-01	0.229E-01	0.273E-01	0.183E-01
	20000.	0.142	0.431E-01	0.333E-01	0.259E-01	0.291E-01	0.208E-01
	30000.	0.152	0.335E-01	0.349E-01	0.278E-01	0.302E-01	0.223E-01
	50000.	0.159	0.212E-01	0.372E-01	0.303E-01	0.319E-01	0.243E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
7S – 7P	2500.	0.343	-0.464E-01	0.134	-0.186E-01	0.134	-0.149E-01
87045.8 Å	5000.	0.477	-0.529E-01	0.134	-0.209E-01	0.134	-0.168E-01
C = 0.33E+18	10000.	0.661	-0.571E-01	0.134	-0.235E-01	0.134	-0.189E-01
	20000.	0.868	-0.542E-01	0.135	-0.264E-01	0.134	-0.212E-01
	30000.	0.984	-0.493E-01	0.135	-0.283E-01	0.134	-0.227E-01
	50000.	1.11	-0.423E-01	0.135	-0.308E-01	0.134	-0.248E-01
7S – 8P	2500.	0.182	-0.157E-01	0.696E-01	-0.133E-01	0.694E-01	-0.106E-01
45387.1 Å	5000.	0.250	-0.122E-01	0.698E-01	-0.150E-01	0.695E-01	-0.120E-01
C = 0.58E+17	10000.	0.339	-0.122E-01	0.700E-01	-0.169E-01	0.697E-01	-0.135E-01
	20000.	0.441	-0.660E-02	0.703E-01	-0.190E-01	0.698E-01	-0.152E-01
	30000.	0.497	-0.645E-02	0.706E-01	-0.203E-01	0.700E-01	-0.163E-01
	50000.	0.553	-0.361E-02	0.709E-01	-0.221E-01	0.702E-01	-0.178E-01
7S – 9P	2500.	0.229	-0.126	0.760E-01	-0.331E-01	0.737E-01	-0.264E-01
34389.9 Å	5000.	0.277	-0.139	0.778E-01	-0.375E-01	0.749E-01	-0.300E-01
C = 0.28E+17	10000.	0.330	-0.140	0.801E-01	-0.424E-01	0.763E-01	-0.340E-01
	20000.	0.386	-0.124	0.830E-01	-0.478E-01	0.781E-01	-0.384E-01
	30000.	0.414	-0.105	0.850E-01	-0.512E-01	0.794E-01	-0.411E-01
	50000.	0.439	-0.864E-01	0.880E-01	-0.558E-01	0.813E-01	-0.449E-01
7S – 10P	2500.	0.428	0.294	0.115	0.744E-01	*0.104	*0.591E-01
29537.2 Å	5000.	0.482	0.319	0.122	0.852E-01	0.110	0.679E-01
C = 0.13E+17	10000.	0.538	0.294	0.131	0.968E-01	0.116	0.774E-01
	20000.	0.605	0.191	0.141	0.110	0.123	0.878E-01
	30000.	0.646	0.153	0.148	0.117	0.128	0.944E-01
	50000.	0.679	0.911E-01	0.157	0.128	0.135	0.103
8S – 8P	2500.	3.28	0.434	0.957	0.464E-01	0.957	0.373E-01
168745.0 Å	5000.	4.60	0.557	0.958	0.523E-01	0.958	0.420E-01
C = 0.80E+18	10000.	6.33	0.502	0.958	0.587E-01	0.958	0.472E-01
	20000.	8.35	0.430	0.958	0.634E-01	0.958	0.531E-01
	30000.	9.48	0.478	0.958	0.628E-01	0.958	0.569E-01
	50000.	10.6	0.332	0.958	0.563E-01	0.958	0.617E-01
8S – 9P	2500.	1.23	-0.582	0.377	-0.153	0.368	-0.122
77090.9 Å	5000.	1.55	-0.636	0.384	-0.173	0.372	-0.139
C = 0.14E+18	10000.	1.95	-0.625	0.394	-0.196	0.378	-0.157
	20000.	2.38	-0.531	0.406	-0.220	0.385	-0.177
	30000.	2.60	-0.461	0.415	-0.236	0.391	-0.190
	50000.	2.81	-0.349	0.427	-0.257	0.399	-0.207
8S – 10P	2500.	1.65	1.08	0.421	0.275	*0.382	*0.218
56341.2 Å	5000.	1.90	1.13	0.448	0.314	0.401	0.251
C = 0.48E+17	10000.	2.16	0.964	0.480	0.357	0.424	0.286
	20000.	2.46	0.651	0.518	0.405	0.452	0.324
	30000.	2.65	0.434	0.543	0.434	0.470	0.348
	50000.	2.81	0.336	0.579	0.473	0.496	0.380
9S – 9P	2500.	21.3	-10.3	5.45	-2.68	5.22	-2.14
286278.7 Å	5000.	27.1	-11.5	5.62	-3.05	5.33	-2.44
C = 0.19E+19	10000.	34.1	-11.5	5.84	-3.45	5.47	-2.77
	20000.	41.5	-9.76	6.12	-3.89	5.65	-3.12
	30000.	45.5	-8.31	6.31	-4.16	5.77	-3.34
	50000.	49.5	-6.10	6.58	-4.54	5.96	-3.65
9S – 10P	2500.	7.63	4.56	1.89	1.21	*1.73	*0.958
120913.1 Å	5000.	8.97	4.33	2.01	1.38	1.81	1.10
C = 0.22E+18	10000.	10.6	3.47	2.15	1.57	1.91	1.25
	20000.	12.6	2.18	2.31	1.78	2.02	1.42
	30000.	13.7	1.69	2.42	1.90	2.10	1.53
	50000.	14.7	1.22	2.57	2.08	2.21	1.67
10S – 10P	2500.	104.	56.2	24.1	14.3	*22.4	*11.3
445176.5 Å	5000.	131.	55.8	25.4	16.3	23.3	13.0
C = 0.30E+19	10000.	164.	43.6	26.9	18.5	24.3	14.8
	20000.	204.	29.8	28.7	20.9	25.6	16.8
	30000.	224.	20.0	29.9	22.5	26.4	18.0
	50000.	242.	15.5	31.6	24.5	27.6	19.7

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
8P – 9S	2500.	11.9	4.17	2.82	1.17	2.75	0.938
281491.9 Å	5000.	16.5	3.49	2.88	1.33	2.79	1.06
C = 0.22E+19	10000.	23.2	2.60	2.96	1.50	2.83	1.20
	20000.	30.9	1.60	3.05	1.68	2.89	1.35
	30000.	35.1	1.07	3.12	1.80	2.93	1.45
	50000.	39.5	0.704	3.22	1.97	2.99	1.58
8P – 10S	2500.	2.82	1.44	0.526	0.375	0.469	0.299
104421.2 Å	5000.	3.67	1.39	0.565	0.426	0.497	0.341
C = 0.24E+18	10000.	4.83	0.929	0.611	0.482	0.530	0.386
	20000.	6.36	0.618	0.665	0.543	0.570	0.436
	30000.	7.16	0.419	0.700	0.582	0.596	0.467
	50000.	7.93	0.260	0.749	0.635	0.633	0.510
9P – 10S	2500.	56.5	28.9	11.8	7.45	10.9	5.93
395100.8 Å	5000.	71.7	32.0	12.5	8.48	11.3	6.78
C = 0.35E+19	10000.	89.6	30.8	13.3	9.62	11.9	7.70
	20000.	109.	24.3	14.3	10.8	12.6	8.72
	30000.	120.	20.3	15.0	11.6	13.1	9.33
	50000.	130.	13.6	15.9	12.7	13.7	10.2
4P – 6D	2500.	0.143E-02	-0.318E-03	0.308E-03	-0.202E-03	0.281E-03	-0.162E-03
4686.6 Å	5000.	0.178E-02	-0.126E-03	0.327E-03	-0.229E-03	0.294E-03	-0.183E-03
C = 0.41E+15	10000.	0.202E-02	0.743E-04	0.351E-03	-0.257E-03	0.310E-03	-0.207E-03
	20000.	0.221E-02	0.211E-03	0.382E-03	-0.289E-03	0.329E-03	-0.232E-03
	30000.	0.227E-02	0.245E-03	0.404E-03	-0.310E-03	0.341E-03	-0.249E-03
	50000.	0.230E-02	0.252E-03	0.438E-03	-0.338E-03	0.360E-03	-0.271E-03
4P – 7D	2500.	0.101E-01	-0.286E-02	0.271E-02	-0.236E-02	*0.216E-02	-0.187E-02
4435.0 Å	5000.	0.954E-02	-0.152E-02	0.307E-02	-0.271E-02	0.242E-02	-0.216E-02
C = 0.35E+14	10000.	0.897E-02	-0.768E-03	0.352E-02	-0.309E-02	0.271E-02	-0.247E-02
	20000.	0.831E-02	-0.870E-04	0.414E-02	-0.350E-02	0.305E-02	-0.280E-02
	30000.	0.789E-02	0.324E-04	0.461E-02	-0.377E-02	0.327E-02	-0.303E-02
	50000.	0.732E-02	0.950E-04	0.536E-02	-0.414E-02	0.357E-02	-0.330E-02
4P – 8D	2500.	0.852E-02	0.590E-02	0.195E-02	0.166E-02	0.161E-02	0.131E-02
4292.5 Å	5000.	0.884E-02	0.535E-02	0.217E-02	0.190E-02	0.178E-02	0.151E-02
C = 0.12E+15	10000.	0.916E-02	0.418E-02	0.243E-02	0.215E-02	0.197E-02	0.172E-02
	20000.	0.948E-02	0.294E-02	0.272E-02	0.244E-02	0.219E-02	0.195E-02
	30000.	0.947E-02	0.229E-02	0.293E-02	0.262E-02	0.233E-02	0.210E-02
	50000.	0.926E-02	0.147E-02	0.323E-02	0.286E-02	0.252E-02	0.229E-02
4P – 9D	2500.	0.896E-02	0.583E-02	0.227E-02	0.149E-02	*0.206E-02	*0.118E-02
4139.1 Å	5000.	0.105E-01	0.571E-02	0.242E-02	0.171E-02	0.216E-02	0.136E-02
C = 0.19E+15	10000.	0.125E-01	0.451E-02	0.259E-02	0.194E-02	0.229E-02	0.155E-02
	20000.	0.150E-01	0.323E-02	0.280E-02	0.220E-02	0.244E-02	0.176E-02
	30000.	0.161E-01	0.260E-02	0.294E-02	0.235E-02	0.254E-02	0.189E-02
	50000.	0.170E-01	0.169E-02	0.314E-02	0.257E-02	0.268E-02	0.206E-02
4P – 10D	2500.	0.101E-01	0.269E-02	0.254E-02	0.591E-03	*0.252E-02	*0.472E-03
4093.1 Å	5000.	0.136E-01	0.272E-02	0.255E-02	0.672E-03	*0.253E-02	*0.537E-03
C = 0.14E+15	10000.	0.178E-01	0.238E-02	0.257E-02	0.761E-03	0.254E-02	0.609E-03
	20000.	0.219E-01	0.178E-02	0.259E-02	0.857E-03	0.255E-02	0.689E-03
	30000.	0.238E-01	0.146E-02	0.260E-02	0.919E-03	0.256E-02	0.738E-03
	50000.	0.253E-01	0.102E-02	0.262E-02	0.100E-02	0.257E-02	0.805E-03
5P – 6D	2500.	0.101E-01	-0.262E-02	0.215E-02	-0.143E-02	0.195E-02	-0.115E-02
12109.2 Å	5000.	0.126E-01	-0.112E-02	0.228E-02	-0.162E-02	0.204E-02	-0.130E-02
C = 0.27E+16	10000.	0.146E-01	0.343E-03	0.246E-02	-0.182E-02	0.216E-02	-0.146E-02
	20000.	0.160E-01	0.119E-02	0.268E-02	-0.205E-02	0.229E-02	-0.165E-02
	30000.	0.165E-01	0.181E-02	0.283E-02	-0.219E-02	0.238E-02	-0.176E-02
	50000.	0.168E-01	0.180E-02	0.308E-02	-0.239E-02	0.252E-02	-0.192E-02
5P – 7D	2500.	0.574E-01	-0.137E-01	0.154E-01	-0.134E-01	*0.123E-01	-0.106E-01
10561.3 Å	5000.	0.546E-01	-0.832E-02	0.174E-01	-0.154E-01	0.138E-01	-0.123E-01
C = 0.20E+15	10000.	0.516E-01	-0.182E-02	0.200E-01	-0.175E-01	0.154E-01	-0.140E-01
	20000.	0.481E-01	-0.172E-03	0.235E-01	-0.199E-01	0.173E-01	-0.159E-01
	30000.	0.458E-01	0.276E-03	0.262E-01	-0.214E-01	0.185E-01	-0.171E-01
	50000.	0.425E-01	0.136E-02	0.304E-01	-0.235E-01	0.203E-01	-0.187E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
5P – 8D	2500.	0.445E-01	0.304E-01	0.101E-01	0.859E-02	0.837E-02	0.682E-02
9787.3 Å	5000.	0.464E-01	0.274E-01	0.113E-01	0.984E-02	0.925E-02	0.784E-02
C = 0.63E+15	10000.	0.483E-01	0.204E-01	0.126E-01	0.112E-01	0.102E-01	0.894E-02
	20000.	0.501E-01	0.134E-01	0.141E-01	0.127E-01	0.114E-01	0.101E-01
	30000.	0.501E-01	0.990E-02	0.152E-01	0.136E-01	0.121E-01	0.109E-01
	50000.	0.490E-01	0.589E-02	0.168E-01	0.148E-01	0.131E-01	0.119E-01
5P – 9D	2500.	0.429E-01	0.276E-01	0.108E-01	0.708E-02	*0.978E-02	*0.562E-02
9024.6 Å	5000.	0.503E-01	0.268E-01	0.115E-01	0.810E-02	0.103E-01	0.646E-02
C = 0.92E+15	10000.	0.602E-01	0.204E-01	0.123E-01	0.921E-02	0.109E-01	0.736E-02
	20000.	0.721E-01	0.136E-01	0.133E-01	0.104E-01	0.116E-01	0.835E-02
	30000.	0.775E-01	0.103E-01	0.140E-01	0.112E-01	0.121E-01	0.898E-02
	50000.	0.815E-01	0.627E-02	0.149E-01	0.122E-01	0.127E-01	0.979E-02
5P – 10D	2500.	0.469E-01	0.124E-01	0.118E-01	0.272E-02	*0.117E-01	*0.217E-02
8809.2 Å	5000.	0.635E-01	0.123E-01	0.118E-01	0.309E-02	*0.117E-01	*0.247E-02
C = 0.67E+15	10000.	0.831E-01	0.104E-01	0.119E-01	0.350E-02	0.118E-01	0.280E-02
	20000.	0.102	0.727E-02	0.120E-01	0.394E-02	0.118E-01	0.316E-02
	30000.	0.111	0.569E-02	0.121E-01	0.422E-02	0.119E-01	0.339E-02
	50000.	0.118	0.389E-02	0.122E-01	0.461E-02	0.119E-01	0.370E-02
6P – 6D	2500.	0.630E-01	-0.156E-01	0.140E-01	-0.889E-02	0.129E-01	-0.711E-02
30204.0 Å	5000.	0.790E-01	-0.668E-02	0.148E-01	-0.100E-01	0.134E-01	-0.806E-02
C = 0.17E+17	10000.	0.929E-01	0.145E-02	0.159E-01	-0.113E-01	0.141E-01	-0.907E-02
	20000.	0.105	0.794E-02	0.171E-01	-0.127E-01	0.149E-01	-0.102E-01
	30000.	0.111	0.842E-02	0.181E-01	-0.136E-01	0.154E-01	-0.109E-01
	50000.	0.116	0.798E-02	0.195E-01	-0.148E-01	0.162E-01	-0.119E-01
6P – 7D	2500.	0.252	-0.702E-01	0.675E-01	-0.588E-01	*0.540E-01	-0.465E-01
22118.4 Å	5000.	0.240	-0.431E-01	0.765E-01	-0.675E-01	0.604E-01	-0.538E-01
C = 0.87E+15	10000.	0.228	-0.227E-01	0.878E-01	-0.769E-01	0.676E-01	-0.614E-01
	20000.	0.215	-0.872E-02	0.103	-0.872E-01	0.759E-01	-0.698E-01
	30000.	0.206	-0.203E-02	0.115	-0.938E-01	0.814E-01	-0.751E-01
	50000.	0.193	0.743E-03	0.133	-0.103	0.890E-01	-0.821E-01
6P – 8D	2500.	0.168	0.117	0.382E-01	0.323E-01	0.316E-01	0.256E-01
18975.4 Å	5000.	0.175	0.107	0.424E-01	0.370E-01	0.348E-01	0.295E-01
C = 0.24E+16	10000.	0.183	0.803E-01	0.474E-01	0.420E-01	0.386E-01	0.336E-01
	20000.	0.191	0.522E-01	0.532E-01	0.476E-01	0.428E-01	0.381E-01
	30000.	0.192	0.396E-01	0.572E-01	0.510E-01	0.456E-01	0.410E-01
	50000.	0.189	0.212E-01	0.630E-01	0.557E-01	0.493E-01	0.447E-01
6P – 9D	2500.	0.140	0.910E-01	0.353E-01	0.231E-01	*0.320E-01	*0.183E-01
16304.2 Å	5000.	0.165	0.898E-01	0.376E-01	0.264E-01	0.336E-01	0.211E-01
C = 0.30E+16	10000.	0.198	0.686E-01	0.403E-01	0.301E-01	0.356E-01	0.240E-01
	20000.	0.238	0.453E-01	0.435E-01	0.340E-01	0.379E-01	0.273E-01
	30000.	0.256	0.350E-01	0.457E-01	0.365E-01	0.394E-01	0.293E-01
	50000.	0.269	0.198E-01	0.487E-01	0.398E-01	0.416E-01	0.320E-01
6P – 10D	2500.	0.148	0.392E-01	0.371E-01	0.854E-02	*0.368E-01	*0.681E-02
15614.3 Å	5000.	0.200	0.406E-01	0.372E-01	0.970E-02	*0.370E-01	*0.776E-02
C = 0.21E+16	10000.	0.262	0.323E-01	0.375E-01	0.110E-01	0.371E-01	0.880E-02
	20000.	0.323	0.218E-01	0.378E-01	0.124E-01	0.373E-01	0.993E-02
	30000.	0.351	0.177E-01	0.380E-01	0.133E-01	0.374E-01	0.107E-01
	50000.	0.374	0.109E-01	0.383E-01	0.145E-01	0.376E-01	0.116E-01
7P – 7D	2500.	8.85	-2.67	2.32	-2.01	*1.86	-1.59
129070.6 Å	5000.	8.70	-1.66	2.63	-2.30	2.08	-1.83
C = 0.30E+17	10000.	8.57	-0.821	3.01	-2.62	2.33	-2.10
	20000.	8.40	-0.205	3.53	-2.97	2.61	-2.38
	30000.	8.24	-0.139	3.93	-3.20	2.79	-2.56
	50000.	7.97	-0.154	4.56	-3.52	3.05	-2.80
7P – 8D	2500.	2.08	1.37	0.463	0.385	0.385	0.306
65633.2 Å	5000.	2.22	1.23	0.513	0.441	0.423	0.352
C = 0.28E+17	10000.	2.38	0.864	0.571	0.501	0.467	0.401
	20000.	2.56	0.518	0.640	0.568	0.517	0.455
	30000.	2.61	0.315	0.687	0.608	0.549	0.489
	50000.	2.61	0.164	0.756	0.664	0.594	0.533

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
7P – 9D	2500.	0.957	0.592	0.237	0.152	*0.216	*0.121
41893.1 Å	5000.	1.14	0.575	0.251	0.174	0.226	0.139
C = 0.20E+17	10000.	1.38	0.412	0.269	0.198	0.238	0.158
	20000.	1.68	0.243	0.290	0.224	0.253	0.179
	30000.	1.81	0.177	0.304	0.240	0.263	0.193
	50000.	1.92	0.811E-01	0.323	0.262	0.278	0.210
7P – 10D	2500.	0.884	0.225	0.219	0.489E-01	*0.218	*0.390E-01
37621.6 Å	5000.	1.20	0.223	0.220	0.556E-01	*0.219	*0.444E-01
C = 0.12E+17	10000.	1.59	0.161	0.221	0.629E-01	0.220	0.504E-01
	20000.	1.96	0.100	0.223	0.709E-01	0.220	0.569E-01
	30000.	2.14	0.615E-01	0.224	0.760E-01	0.221	0.610E-01
	50000.	2.28	0.387E-01	0.226	0.830E-01	0.222	0.665E-01
8P – 8D	2500.	23.3	14.5	5.08	4.10	*4.30	*3.25
213142.4 Å	5000.	25.7	12.9	5.60	4.69	4.68	3.74
C = 0.30E+18	10000.	28.3	8.65	6.21	5.33	5.13	4.27
	20000.	31.3	5.38	6.93	6.05	5.65	4.84
	30000.	32.3	2.98	7.42	6.48	5.98	5.20
	50000.	32.8	1.53	8.14	7.07	6.44	5.68
8P – 9D	2500.	3.25	1.90	0.786	0.492	*0.720	*0.391
75042.4 Å	5000.	3.92	1.84	0.833	0.564	*0.753	*0.450
C = 0.63E+17	10000.	4.81	1.28	0.888	0.641	0.791	0.512
	20000.	5.89	0.785	0.954	0.725	0.839	0.581
	30000.	6.39	0.498	0.998	0.777	0.870	0.625
	50000.	6.79	0.236	1.06	0.849	0.916	0.681
8P – 10D	2500.	2.55	0.605	0.622	0.140	*0.618	*0.111
62359.7 Å	5000.	3.49	0.612	0.625	0.159	*0.620	*0.127
C = 0.33E+17	10000.	4.61	0.417	0.628	0.180	0.623	0.144
	20000.	5.74	0.257	0.633	0.202	0.625	0.163
	30000.	6.27	0.146	0.636	0.217	0.627	0.174
	50000.	6.71	0.890E-01	0.641	0.237	0.630	0.190
9P – 9D	2500.	16.8	9.55	3.95	2.44	*3.63	*1.93
159230.6 Å	5000.	20.2	9.84	4.18	2.79	*3.79	*2.22
C = 0.29E+18	10000.	24.4	8.43	4.45	3.17	3.97	2.54
	20000.	29.0	5.85	4.77	3.60	4.21	2.88
	30000.	31.2	4.09	4.99	3.86	4.36	3.09
	50000.	33.0	2.70	5.29	4.21	4.58	3.38
9P – 10D	2500.	9.05	2.56	2.14	0.606	*2.12	*0.483
111229.8 Å	5000.	12.2	2.86	2.16	0.691	*2.13	*0.552
C = 0.11E+18	10000.	15.9	2.68	2.18	0.783	2.14	0.627
	20000.	19.4	2.03	2.21	0.883	2.16	0.710
	30000.	21.1	1.68	2.23	0.947	2.17	0.760
	50000.	22.4	1.08	2.26	1.03	2.19	0.829
10P – 10D	2500.	47.4	-15.0	*11.3	-4.00	*11.1	-3.18
237354.9 Å	5000.	64.9	-15.0	11.4	-4.57	*11.2	-3.65
C = 0.48E+18	10000.	85.6	-12.5	11.7	-5.19	*11.3	-4.15
	20000.	106.	-8.94	12.0	-5.87	11.5	-4.71
	30000.	115.	-5.86	12.2	-6.29	11.6	-5.05
	50000.	123.	-4.39	12.5	-6.86	11.8	-5.51
4D – 9P	2500.	0.192E-01	-0.104E-01	0.653E-02	-0.271E-02	0.636E-02	-0.216E-02
10115.2 Å	5000.	0.229E-01	-0.114E-01	0.667E-02	-0.307E-02	0.644E-02	-0.246E-02
C = 0.24E+16	10000.	0.270E-01	-0.109E-01	0.685E-02	-0.347E-02	0.655E-02	-0.279E-02
	20000.	0.314E-01	-0.906E-02	0.707E-02	-0.391E-02	0.669E-02	-0.314E-02
	30000.	0.336E-01	-0.725E-02	0.723E-02	-0.419E-02	0.679E-02	-0.337E-02
	50000.	0.355E-01	-0.580E-02	0.747E-02	-0.457E-02	0.694E-02	-0.367E-02
4D – 10P	2500.	0.462E-01	0.316E-01	0.123E-01	0.802E-02	*0.112E-01	*0.636E-02
9649.0 Å	5000.	0.518E-01	0.344E-01	0.131E-01	0.917E-02	0.117E-01	0.732E-02
C = 0.14E+16	10000.	0.574E-01	0.318E-01	0.141E-01	0.104E-01	0.124E-01	0.834E-02
	20000.	0.638E-01	0.227E-01	0.152E-01	0.118E-01	0.132E-01	0.946E-02
	30000.	0.677E-01	0.180E-01	0.159E-01	0.127E-01	0.138E-01	0.102E-01
	50000.	0.708E-01	0.114E-01	0.169E-01	0.138E-01	0.145E-01	0.111E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
5D – 8P	2500.	0.780E-01	0.925E-02	0.273E-01	-0.861E-03	0.273E-01	-0.691E-03
28083.9 Å	5000.	0.105	0.173E-01	0.273E-01	-0.970E-03	0.273E-01	-0.778E-03
C = 0.22E+17	10000.	0.137	0.237E-01	0.273E-01	-0.110E-02	0.273E-01	-0.875E-03
	20000.	0.172	0.209E-01	0.273E-01	-0.125E-02	0.273E-01	-0.984E-03
	30000.	0.192	0.209E-01	0.274E-01	-0.136E-02	0.273E-01	-0.106E-02
	50000.	0.212	0.178E-01	0.274E-01	-0.154E-02	0.273E-01	-0.116E-02
5D – 9P	2500.	0.104	-0.553E-01	0.354E-01	-0.143E-01	0.345E-01	-0.114E-01
23444.9 Å	5000.	0.125	-0.598E-01	0.361E-01	-0.163E-01	0.349E-01	-0.130E-01
C = 0.13E+17	10000.	0.149	-0.569E-01	0.370E-01	-0.184E-01	0.355E-01	-0.147E-01
	20000.	0.175	-0.448E-01	0.381E-01	-0.207E-01	0.362E-01	-0.166E-01
	30000.	0.189	-0.373E-01	0.389E-01	-0.222E-01	0.367E-01	-0.178E-01
	50000.	0.201	-0.275E-01	0.402E-01	-0.242E-01	0.374E-01	-0.194E-01
5D – 10P	2500.	0.223	0.151	0.591E-01	0.384E-01	*0.537E-01	*0.305E-01
21083.5 Å	5000.	0.251	0.156	0.629E-01	0.439E-01	0.563E-01	0.350E-01
C = 0.67E+16	10000.	0.279	0.130	0.674E-01	0.499E-01	0.595E-01	0.399E-01
	20000.	0.311	0.100	0.726E-01	0.565E-01	0.634E-01	0.453E-01
	30000.	0.331	0.657E-01	0.762E-01	0.606E-01	0.659E-01	0.487E-01
	50000.	0.346	0.500E-01	0.811E-01	0.661E-01	0.695E-01	0.531E-01
6D – 7P	2500.	4.94	1.49	1.25	0.561	1.21	0.449
229605.3 Å	5000.	6.36	1.08	1.29	0.635	1.23	0.509
C = 0.98E+18	10000.	8.03	0.748	1.33	0.714	1.26	0.574
	20000.	9.65	0.341	1.39	0.804	1.29	0.646
	30000.	10.5	0.226	1.43	0.861	1.31	0.692
	50000.	11.2	0.177E-01	1.50	0.938	1.34	0.754
6D – 8P	2500.	0.599	0.110	0.167	0.358E-01	0.167	0.286E-01
67115.0 Å	5000.	0.794	0.101	0.168	0.403E-01	0.167	0.324E-01
C = 0.83E+17	10000.	1.03	0.687E-01	0.169	0.454E-01	0.167	0.365E-01
	20000.	1.27	0.489E-01	0.171	0.511E-01	0.168	0.410E-01
	30000.	1.39	0.348E-01	0.172	0.547E-01	0.168	0.440E-01
	50000.	1.51	0.219E-01	0.175	0.596E-01	0.169	0.479E-01
6D – 9P	2500.	0.462	-0.182	0.135	-0.478E-01	0.133	-0.382E-01
45567.6 Å	5000.	0.577	-0.206	0.137	-0.542E-01	0.134	-0.434E-01
C = 0.38E+17	10000.	0.697	-0.213	0.139	-0.612E-01	0.135	-0.491E-01
	20000.	0.808	-0.191	0.143	-0.689E-01	0.137	-0.553E-01
	30000.	0.861	-0.166	0.146	-0.738E-01	0.138	-0.593E-01
	50000.	0.904	-0.135	0.150	-0.805E-01	0.140	-0.647E-01
6D – 10P	2500.	0.759	0.488	0.189	0.123	*0.172	*0.976E-01
37421.4 Å	5000.	0.860	0.531	0.201	0.141	0.180	0.112
C = 0.21E+17	10000.	0.959	0.485	0.216	0.160	0.191	0.128
	20000.	1.07	0.310	0.233	0.181	0.203	0.145
	30000.	1.13	0.256	0.245	0.194	0.211	0.156
	50000.	1.18	0.144	0.261	0.212	0.223	0.170
7D – 8P	2500.	72.3	19.2	18.0	15.3	*14.6	*12.1
357551.5 Å	5000.	73.2	11.6	20.3	17.6	16.2	14.0
C = 0.23E+18	10000.	75.2	6.67	23.2	20.0	18.1	16.0
	20000.	76.7	1.86	27.2	22.7	20.2	18.2
	30000.	76.9	1.91	30.2	24.4	21.6	19.5
	50000.	76.4	1.72	35.0	26.8	23.5	21.4
7D – 9P	2500.	6.72	0.771	1.45	1.16	*1.21	*0.917
101601.2 Å	5000.	7.04	0.612E-01	1.62	1.33	1.32	1.06
C = 0.18E+17	10000.	7.24	-0.424	1.83	1.51	1.45	1.21
	20000.	7.32	-0.616	2.13	1.71	1.60	1.37
	30000.	7.31	-0.638	2.36	1.84	1.70	1.48
	50000.	7.21	-0.545	2.74	2.03	1.85	1.61
7D – 10P	2500.	4.49	2.30	*0.975	*0.759	*0.822	*0.599
68400.9 Å	5000.	4.67	2.17	1.08	0.876	*0.895	*0.696
C = 0.83E+16	10000.	4.82	1.63	1.21	1.000	*0.978	*0.798
	20000.	5.02	0.989	1.38	1.13	1.08	0.908
	30000.	5.13	0.669	1.50	1.22	1.14	0.977
	50000.	5.15	0.521	1.70	1.34	1.23	1.07

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
8D – 9P	2500.	111.	-66.2	23.4	-17.8	*20.2	-14.1
424826.9 Å	5000.	123.	-65.3	25.5	-20.4	21.8	-16.3
C = 0.12E+19	10000.	134.	-55.4	28.1	-23.2	23.6	-18.6
	20000.	143.	-38.8	31.1	-26.3	25.7	-21.1
	30000.	147.	-27.4	33.1	-28.2	27.1	-22.7
	50000.	149.	-18.0	36.1	-30.8	29.1	-24.7
8D – 10P	2500.	12.1	1.70	2.23	-0.295	*2.22	-0.236
140228.9 Å	5000.	15.6	2.56	2.24	-0.334	2.23	-0.268
C = 0.13E+18	10000.	18.8	2.77	2.25	-0.377	2.23	-0.302
	20000.	21.7	2.19	2.28	-0.425	2.23	-0.340
	30000.	22.9	1.92	2.31	-0.458	2.23	-0.365
	50000.	23.7	1.29	2.37	-0.508	2.24	-0.398
9D – 10P	2500.	265.	26.0	67.1	-2.82	*67.0	-2.26
665380.3 Å	5000.	378.	41.2	67.2	-3.18	*67.2	-2.55
C = 0.50E+19	10000.	506.	46.6	67.3	-3.59	67.2	-2.87
	20000.	630.	40.1	67.3	-4.08	67.3	-3.23
	30000.	689.	35.3	67.3	-4.43	67.3	-3.47
	50000.	737.	25.7	67.3	-5.00	67.3	-3.80
5S – 7P	2500.	0.895E-02	0.607E-02	0.215E-02	0.187E-02	0.177E-02	0.149E-02
7451.4 Å	5000.	0.932E-02	0.520E-02	0.240E-02	0.212E-02	0.196E-02	0.170E-02
C = 0.51E+15	10000.	0.966E-02	0.406E-02	0.268E-02	0.240E-02	0.217E-02	0.192E-02
	20000.	0.958E-02	0.287E-02	0.302E-02	0.270E-02	0.241E-02	0.217E-02
	30000.	0.940E-02	0.208E-02	0.325E-02	0.290E-02	0.257E-02	0.233E-02
	50000.	0.910E-02	0.144E-02	0.360E-02	0.316E-02	0.278E-02	0.254E-02
5S – 8P	2500.	0.300E-01	0.137E-01	0.829E-02	0.717E-02	*0.664E-02	*0.566E-02
6781.1 Å	5000.	0.292E-01	0.105E-01	0.937E-02	0.827E-02	*0.743E-02	*0.657E-02
C = 0.83E+14	10000.	0.272E-01	0.684E-02	0.107E-01	0.943E-02	0.832E-02	0.753E-02
	20000.	0.249E-01	0.413E-02	0.124E-01	0.107E-01	0.934E-02	0.857E-02
	30000.	0.235E-01	0.292E-02	0.138E-01	0.115E-01	0.100E-01	0.922E-02
	50000.	0.216E-01	0.165E-02	0.159E-01	0.126E-01	0.109E-01	0.101E-01
5S – 9P	2500.	0.256E-01	-0.165E-01	0.611E-02	-0.512E-02	*0.504E-02	-0.405E-02
6432.0 Å	5000.	0.266E-01	-0.138E-01	0.680E-02	-0.588E-02	*0.557E-02	-0.468E-02
C = 0.19E+15	10000.	0.277E-01	-0.106E-01	0.760E-02	-0.670E-02	0.617E-02	-0.536E-02
	20000.	0.275E-01	-0.737E-02	0.857E-02	-0.760E-02	0.685E-02	-0.608E-02
	30000.	0.270E-01	-0.527E-02	0.924E-02	-0.817E-02	0.729E-02	-0.654E-02
	50000.	0.260E-01	-0.349E-02	0.102E-01	-0.890E-02	0.789E-02	-0.715E-02
5S – 10P	2500.	0.175E-01	0.121E-01	0.473E-02	0.305E-02	*0.431E-02	*0.242E-02
6224.3 Å	5000.	0.197E-01	0.130E-01	0.502E-02	0.348E-02	0.451E-02	0.278E-02
C = 0.60E+15	10000.	0.219E-01	0.122E-01	0.537E-02	0.396E-02	0.476E-02	0.316E-02
	20000.	0.246E-01	0.950E-02	0.579E-02	0.448E-02	0.506E-02	0.359E-02
	30000.	0.261E-01	0.728E-02	0.606E-02	0.480E-02	0.526E-02	0.385E-02
	50000.	0.274E-01	0.545E-02	0.645E-02	0.524E-02	0.554E-02	0.420E-02
6S – 6P	2500.	0.112	0.722E-01	0.269E-01	0.225E-01	0.228E-01	0.180E-01
48818.1 Å	5000.	0.121	0.588E-01	0.297E-01	0.254E-01	0.248E-01	0.204E-01
C = 0.53E+17	10000.	0.138	0.390E-01	0.328E-01	0.286E-01	0.272E-01	0.229E-01
	20000.	0.150	0.240E-01	0.366E-01	0.322E-01	0.299E-01	0.258E-01
	30000.	0.153	0.159E-01	0.392E-01	0.344E-01	0.317E-01	0.277E-01
	50000.	0.157	0.868E-02	0.430E-01	0.375E-01	0.341E-01	0.302E-01
6S – 7P	2500.	0.794E-01	0.524E-01	0.191E-01	0.166E-01	0.158E-01	0.132E-01
22294.2 Å	5000.	0.833E-01	0.433E-01	0.213E-01	0.188E-01	0.174E-01	0.151E-01
C = 0.45E+16	10000.	0.878E-01	0.311E-01	0.238E-01	0.213E-01	0.193E-01	0.171E-01
	20000.	0.885E-01	0.193E-01	0.268E-01	0.240E-01	0.215E-01	0.193E-01
	30000.	0.877E-01	0.960E-02	0.289E-01	0.257E-01	0.228E-01	0.207E-01
	50000.	0.859E-01	0.636E-02	0.320E-01	0.281E-01	0.247E-01	0.225E-01
6S – 8P	2500.	0.193	0.873E-01	0.533E-01	0.461E-01	*0.427E-01	*0.364E-01
17205.2 Å	5000.	0.188	0.662E-01	0.603E-01	0.532E-01	*0.478E-01	*0.423E-01
C = 0.53E+15	10000.	0.176	0.424E-01	0.688E-01	0.607E-01	0.535E-01	0.485E-01
	20000.	0.162	0.242E-01	0.801E-01	0.688E-01	0.601E-01	0.551E-01
	30000.	0.153	0.145E-01	0.885E-01	0.741E-01	0.643E-01	0.593E-01
	50000.	0.142	0.789E-02	0.102	0.811E-01	0.702E-01	0.650E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
6S – 9P	2500.	0.142	-0.917E-01	0.338E-01	-0.283E-01	*0.279E-01	-0.224E-01
15123.0 Å	5000.	0.148	-0.773E-01	0.376E-01	-0.326E-01	*0.308E-01	-0.259E-01
C = 0.10E+16	10000.	0.155	-0.587E-01	0.421E-01	-0.371E-01	0.341E-01	-0.296E-01
	20000.	0.154	-0.368E-01	0.474E-01	-0.421E-01	0.379E-01	-0.337E-01
	30000.	0.151	-0.297E-01	0.511E-01	-0.452E-01	0.403E-01	-0.362E-01
	50000.	0.146	-0.138E-01	0.567E-01	-0.493E-01	0.437E-01	-0.396E-01
6S – 10P	2500.	0.887E-01	0.611E-01	0.240E-01	0.154E-01	*0.218E-01	*0.123E-01
14022.6 Å	5000.	0.100	0.659E-01	0.255E-01	0.176E-01	0.229E-01	0.141E-01
C = 0.30E+16	10000.	0.112	0.595E-01	0.272E-01	0.200E-01	0.241E-01	0.160E-01
	20000.	0.126	0.405E-01	0.293E-01	0.227E-01	0.257E-01	0.182E-01
	30000.	0.134	0.321E-01	0.307E-01	0.243E-01	0.267E-01	0.195E-01
	50000.	0.141	0.197E-01	0.327E-01	0.265E-01	0.281E-01	0.213E-01
7S – 7P	2500.	1.64	0.919	0.390	0.337	0.322	0.269
102150.3 Å	5000.	1.81	0.588	0.434	0.383	0.356	0.306
C = 0.95E+17	10000.	1.99	0.362	0.485	0.433	0.394	0.347
	20000.	2.06	0.178	0.547	0.488	0.437	0.392
	30000.	2.10	0.682E-01	0.589	0.523	0.465	0.420
	50000.	2.11	0.220E-02	0.653	0.570	0.504	0.458
7S – 8P	2500.	1.23	0.391	0.338	0.292	*0.271	*0.231
43371.3 Å	5000.	1.21	0.169	0.382	0.337	*0.303	*0.268
C = 0.34E+16	10000.	1.14	0.106	0.436	0.384	0.339	0.307
	20000.	1.07	0.616E-01	0.507	0.436	0.381	0.349
	30000.	1.02	0.368E-02	0.561	0.469	0.407	0.376
	50000.	0.956	-0.316E-02	0.647	0.514	0.445	0.412
7S – 9P	2500.	0.656	-0.420	0.154	-0.129	*0.127	-0.102
32196.8 Å	5000.	0.686	-0.357	0.171	-0.148	*0.140	-0.118
C = 0.47E+16	10000.	0.720	-0.273	0.191	-0.169	0.155	-0.135
	20000.	0.722	-0.178	0.216	-0.191	0.172	-0.153
	30000.	0.714	-0.919E-01	0.233	-0.206	0.184	-0.165
	50000.	0.695	-0.710E-01	0.258	-0.224	0.199	-0.180
7S – 10P	2500.	0.344	0.222	0.924E-01	0.592E-01	*0.843E-01	*0.470E-01
27587.7 Å	5000.	0.389	0.224	0.981E-01	0.677E-01	0.882E-01	0.540E-01
C = 0.12E+17	10000.	0.440	0.196	0.105	0.769E-01	0.930E-01	0.615E-01
	20000.	0.499	0.127	0.113	0.870E-01	0.988E-01	0.697E-01
	30000.	0.536	0.898E-01	0.118	0.932E-01	0.103	0.748E-01
	50000.	0.566	0.669E-01	0.126	0.102	0.108	0.817E-01
8S – 8P	2500.	22.3	7.02	5.93	5.13	*4.75	*4.05
182561.7 Å	5000.	22.2	4.81	6.70	5.91	*5.31	*4.70
C = 0.60E+17	10000.	21.5	1.66	7.66	6.75	5.95	5.39
	20000.	20.6	0.487	8.91	7.65	6.68	6.13
	30000.	20.0	-0.146	9.86	8.24	7.15	6.59
	50000.	19.1	-0.280	11.4	9.02	7.81	7.22
8S – 9P	2500.	3.65	-2.29	0.826	-0.694	*0.682	-0.549
74184.5 Å	5000.	3.86	-1.90	0.920	-0.797	*0.753	-0.635
C = 0.25E+17	10000.	4.08	-1.33	1.03	-0.908	0.834	-0.726
	20000.	4.13	-1.05	1.16	-1.03	0.927	-0.824
	30000.	4.13	-0.589	1.25	-1.11	0.987	-0.887
	50000.	4.06	-0.450	1.39	-1.21	1.07	-0.970
8S – 10P	2500.	1.29	0.854	0.344	0.217	*0.315	*0.172
53565.0 Å	5000.	1.48	0.880	0.364	0.248	0.329	0.198
C = 0.44E+17	10000.	1.71	0.766	0.389	0.282	0.346	0.225
	20000.	2.00	0.478	0.418	0.319	0.367	0.255
	30000.	2.17	0.342	0.437	0.341	0.381	0.274
	50000.	2.31	0.234	0.464	0.373	0.400	0.299
9S – 9P	2500.	63.5	-38.6	13.5	-11.4	*11.1	-8.99
295517.0 Å	5000.	68.1	-33.4	15.0	-13.1	*12.3	-10.4
C = 0.39E+18	10000.	72.4	-24.1	16.8	-14.9	13.6	-11.9
	20000.	74.9	-13.3	19.0	-16.9	15.2	-13.5
	30000.	75.8	-10.7	20.5	-18.2	16.1	-14.5
	50000.	75.7	-8.06	22.7	-19.8	17.5	-15.9

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
9S – 10P	2500.	6.08	3.77	1.57	0.952	*1.45	*0.757
116646.6 Å	5000.	7.26	3.81	1.66	1.09	1.51	0.868
C = 0.21E+18	10000.	8.75	3.20	1.76	1.23	1.58	0.988
	20000.	10.7	2.05	1.88	1.40	1.67	1.12
	30000.	11.7	1.50	1.97	1.50	1.73	1.20
	50000.	12.5	0.961	2.08	1.63	1.81	1.31
10S – 10P	2500.	88.6	43.9	21.4	11.3	*20.3	*9.01
447387.3 Å	5000.	115.	44.0	22.3	12.9	20.8	10.3
C = 0.31E+19	10000.	150.	36.4	23.3	14.6	21.5	11.7
	20000.	189.	25.0	24.6	16.6	22.4	13.3
	30000.	209.	18.7	25.4	17.7	23.0	14.2
	50000.	226.	12.1	26.7	19.3	23.8	15.5
4P – 9S	2500.	0.132E-02	0.954E-03	0.264E-03	0.243E-03	0.212E-03	0.194E-03
3176.1 Å	5000.	0.147E-02	0.103E-02	0.296E-03	0.276E-03	0.238E-03	0.221E-03
C = 0.34E+15	10000.	0.167E-02	0.990E-03	0.332E-03	0.312E-03	0.267E-03	0.250E-03
	20000.	0.195E-02	0.771E-03	0.373E-03	0.351E-03	0.300E-03	0.282E-03
	30000.	0.219E-02	0.636E-03	0.399E-03	0.376E-03	0.321E-03	0.302E-03
	50000.	0.242E-02	0.492E-03	0.435E-03	0.410E-03	0.349E-03	0.329E-03
4P – 10S	2500.	0.231E-02	0.163E-02	0.456E-03	0.417E-03	0.367E-03	0.332E-03
3113.4 Å	5000.	0.259E-02	0.169E-02	0.512E-03	0.474E-03	0.412E-03	0.379E-03
C = 0.22E+15	10000.	0.301E-02	0.155E-02	0.575E-03	0.538E-03	0.462E-03	0.430E-03
	20000.	0.364E-02	0.114E-02	0.646E-03	0.606E-03	0.519E-03	0.487E-03
	30000.	0.407E-02	0.928E-03	0.691E-03	0.649E-03	0.555E-03	0.521E-03
	50000.	0.446E-02	0.681E-03	0.753E-03	0.709E-03	0.605E-03	0.569E-03
5P – 10S	2500.	0.215E-01	0.148E-01	0.401E-02	0.366E-02	0.322E-02	0.292E-02
9244.9 Å	5000.	0.229E-01	0.148E-01	0.450E-02	0.417E-02	0.362E-02	0.333E-02
C = 0.19E+16	10000.	0.266E-01	0.136E-01	0.505E-02	0.473E-02	0.406E-02	0.378E-02
	20000.	0.327E-01	0.940E-02	0.567E-02	0.532E-02	0.456E-02	0.428E-02
	30000.	0.365E-01	0.723E-02	0.607E-02	0.571E-02	0.488E-02	0.458E-02
	50000.	0.399E-01	0.536E-02	0.662E-02	0.623E-02	0.531E-02	0.500E-02
6P – 10S	2500.	0.105	0.686E-01	0.186E-01	0.169E-01	0.150E-01	0.135E-01
20578.7 Å	5000.	0.122	0.690E-01	0.208E-01	0.192E-01	0.168E-01	0.154E-01
C = 0.94E+16	10000.	0.145	0.583E-01	0.234E-01	0.218E-01	0.188E-01	0.174E-01
	20000.	0.179	0.384E-01	0.263E-01	0.245E-01	0.211E-01	0.197E-01
	30000.	0.198	0.317E-01	0.282E-01	0.263E-01	0.226E-01	0.211E-01
	50000.	0.215	0.198E-01	0.308E-01	0.287E-01	0.246E-01	0.230E-01
7P – 8S	2500.	2.71	-0.920	0.555	-0.473	0.462	-0.378
128376.3 Å	5000.	3.30	-0.535	0.616	-0.537	0.508	-0.430
C = 0.15E+18	10000.	3.71	-0.176	0.688	-0.608	0.560	-0.487
	20000.	4.07	0.537E-01	0.775	-0.684	0.620	-0.549
	30000.	4.27	0.137	0.836	-0.733	0.659	-0.589
	50000.	4.43	0.231	0.929	-0.800	0.713	-0.643
7P – 9S	2500.	0.644	0.137E-01	0.737E-01	-0.575E-01	0.637E-01	-0.459E-01
55910.9 Å	5000.	0.793	0.616E-01	0.806E-01	-0.651E-01	0.685E-01	-0.521E-01
C = 0.29E+17	10000.	0.940	0.106	0.891E-01	-0.734E-01	0.742E-01	-0.589E-01
	20000.	1.09	0.941E-01	0.100E+00	-0.827E-01	0.808E-01	-0.664E-01
	30000.	1.17	0.894E-01	0.108	-0.885E-01	0.852E-01	-0.711E-01
	50000.	1.23	0.800E-01	0.122	-0.965E-01	0.914E-01	-0.776E-01
7P – 10S	2500.	0.504	0.161	0.428E-01	0.341E-01	0.366E-01	0.273E-01
41282.6 Å	5000.	0.624	0.186	0.469E-01	0.387E-01	0.396E-01	0.310E-01
C = 0.16E+17	10000.	0.751	0.160	0.518E-01	0.436E-01	0.430E-01	0.351E-01
	20000.	0.901	0.109	0.578E-01	0.492E-01	0.470E-01	0.395E-01
	30000.	0.980	0.902E-01	0.618E-01	0.527E-01	0.496E-01	0.423E-01
	50000.	1.04	0.597E-01	0.676E-01	0.575E-01	0.532E-01	0.461E-01
8P – 9S	2500.	34.1	-8.69	8.13	-7.04	*6.52	-5.56
216525.2 Å	5000.	34.0	-4.32	9.20	-8.11	*7.29	-6.45
C = 0.84E+17	10000.	33.9	-1.16	10.5	-9.25	8.17	-7.39
	20000.	33.8	0.273	12.3	-10.5	9.16	-8.40
	30000.	33.6	0.913	13.6	-11.3	9.81	-9.04
	50000.	32.8	0.676	15.7	-12.4	10.7	-9.89

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
8P – 10S	2500.	6.67	-0.850	1.36	-1.18	*1.09	-0.934
91273.4 Å	5000.	6.95	-0.285	1.54	-1.36	*1.22	-1.08
C = 0.15E+17	10000.	7.20	0.214	1.77	-1.55	1.37	-1.24
	20000.	7.51	0.271	2.06	-1.76	1.54	-1.41
	30000.	7.65	0.331	2.29	-1.89	1.65	-1.51
	50000.	7.65	0.182	2.66	-2.08	1.80	-1.66
9P – 10S	2500.	95.9	55.9	18.8	15.9	*15.5	*12.6
338547.0 Å	5000.	104.	50.3	21.0	18.3	*17.1	*14.6
C = 0.52E+18	10000.	112.	36.3	23.5	20.9	19.0	16.7
	20000.	120.	19.0	26.5	23.7	21.2	19.0
	30000.	123.	15.2	28.6	25.5	22.6	20.4
	50000.	125.	11.7	31.6	27.8	24.5	22.3
4P – 6D	2500.	0.149E-02	-0.914E-03	0.346E-03	-0.301E-03	0.285E-03	-0.240E-03
3357.1 Å	5000.	0.153E-02	-0.743E-03	0.385E-03	-0.341E-03	0.315E-03	-0.273E-03
C = 0.10E+15	10000.	0.160E-02	-0.524E-03	0.431E-03	-0.386E-03	0.349E-03	-0.309E-03
	20000.	0.163E-02	-0.362E-03	0.487E-03	-0.434E-03	0.388E-03	-0.349E-03
	30000.	0.160E-02	-0.222E-03	0.525E-03	-0.465E-03	0.413E-03	-0.374E-03
	50000.	0.156E-02	-0.124E-03	0.583E-03	-0.507E-03	0.447E-03	-0.408E-03
4P – 7D	2500.	0.530E-02	-0.268E-02	0.143E-02	-0.124E-02	*0.114E-02	-0.985E-03
3221.5 Å	5000.	0.506E-02	-0.197E-02	0.162E-02	-0.143E-02	0.128E-02	-0.114E-02
C = 0.19E+14	10000.	0.489E-02	-0.121E-02	0.185E-02	-0.163E-02	0.143E-02	-0.130E-02
	20000.	0.459E-02	-0.581E-03	0.217E-02	-0.185E-02	0.161E-02	-0.148E-02
	30000.	0.437E-02	-0.407E-03	0.241E-02	-0.199E-02	0.172E-02	-0.159E-02
	50000.	0.408E-02	-0.235E-03	0.278E-02	-0.218E-02	0.188E-02	-0.174E-02
4P – 8D	2500.	0.616E-02	-0.609E-03	0.795E-03	-0.631E-03	0.674E-03	-0.502E-03
3146.8 Å	5000.	0.725E-02	-0.207E-03	0.879E-03	-0.720E-03	0.731E-03	-0.575E-03
C = 0.35E+14	10000.	0.786E-02	-0.290E-04	0.984E-03	-0.817E-03	0.799E-03	-0.654E-03
	20000.	0.790E-02	0.143E-03	0.112E-02	-0.923E-03	0.877E-03	-0.741E-03
	30000.	0.771E-02	0.142E-03	0.123E-02	-0.989E-03	0.928E-03	-0.795E-03
	50000.	0.729E-02	0.131E-03	0.142E-02	-0.108E-02	0.100E-02	-0.867E-03
4P – 9D	2500.	0.304E-02	0.131E-02	0.917E-03	0.342E-03	*0.899E-03	*0.272E-03
3077.2 Å	5000.	0.399E-02	0.129E-02	0.932E-03	0.388E-03	0.908E-03	0.310E-03
C = 0.15E+15	10000.	0.522E-02	0.110E-02	0.952E-03	0.440E-03	0.920E-03	0.352E-03
	20000.	0.658E-02	0.814E-03	0.976E-03	0.495E-03	0.935E-03	0.398E-03
	30000.	0.725E-02	0.661E-03	0.994E-03	0.531E-03	0.945E-03	0.426E-03
	50000.	0.786E-02	0.470E-03	0.102E-02	0.579E-03	0.962E-03	0.465E-03
5P – 6D	2500.	0.188E-01	-0.118E-01	0.430E-02	-0.373E-02	0.355E-02	-0.298E-02
11784.4 Å	5000.	0.194E-01	-0.924E-02	0.479E-02	-0.423E-02	0.392E-02	-0.339E-02
C = 0.13E+16	10000.	0.203E-01	-0.651E-02	0.536E-02	-0.479E-02	0.434E-02	-0.384E-02
	20000.	0.209E-01	-0.379E-02	0.604E-02	-0.539E-02	0.482E-02	-0.433E-02
	30000.	0.207E-01	-0.263E-02	0.652E-02	-0.577E-02	0.513E-02	-0.464E-02
	50000.	0.203E-01	-0.144E-02	0.723E-02	-0.630E-02	0.556E-02	-0.506E-02
5P – 7D	2500.	0.541E-01	-0.264E-01	0.145E-01	-0.126E-01	*0.116E-01	-0.100E-01
10267.8 Å	5000.	0.518E-01	-0.178E-01	0.165E-01	-0.145E-01	0.130E-01	-0.116E-01
C = 0.19E+15	10000.	0.501E-01	-0.122E-01	0.189E-01	-0.165E-01	0.146E-01	-0.132E-01
	20000.	0.473E-01	-0.551E-02	0.220E-01	-0.188E-01	0.163E-01	-0.150E-01
	30000.	0.451E-01	-0.371E-02	0.245E-01	-0.202E-01	0.175E-01	-0.162E-01
	50000.	0.422E-01	-0.193E-02	0.283E-01	-0.221E-01	0.191E-01	-0.177E-01
5P – 8D	2500.	0.568E-01	-0.588E-02	0.734E-02	-0.582E-02	0.622E-02	-0.463E-02
9545.3 Å	5000.	0.669E-01	-0.252E-02	0.810E-02	-0.664E-02	0.675E-02	-0.530E-02
C = 0.32E+15	10000.	0.727E-01	0.658E-04	0.907E-02	-0.753E-02	0.737E-02	-0.603E-02
	20000.	0.732E-01	0.787E-03	0.104E-01	-0.851E-02	0.809E-02	-0.683E-02
	30000.	0.715E-01	0.102E-02	0.114E-01	-0.912E-02	0.856E-02	-0.733E-02
	50000.	0.677E-01	0.119E-02	0.131E-01	-0.999E-02	0.924E-02	-0.799E-02
5P – 9D	2500.	0.257E-01	0.114E-01	0.774E-02	0.287E-02	*0.759E-02	*0.229E-02
8932.6 Å	5000.	0.338E-01	0.107E-01	0.787E-02	0.326E-02	0.767E-02	0.260E-02
C = 0.12E+16	10000.	0.444E-01	0.902E-02	0.803E-02	0.369E-02	0.776E-02	0.295E-02
	20000.	0.559E-01	0.624E-02	0.823E-02	0.416E-02	0.788E-02	0.334E-02
	30000.	0.616E-01	0.493E-02	0.838E-02	0.445E-02	0.797E-02	0.358E-02
	50000.	0.668E-01	0.336E-02	0.860E-02	0.486E-02	0.811E-02	0.390E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
5P – 10D	2500.	0.569E-01	-0.344E-01	*0.145E-01	-0.972E-02	*0.130E-01	-0.769E-02
8719.1 Å	5000.	0.649E-01	-0.250E-01	0.155E-01	-0.112E-01	*0.138E-01	-0.890E-02
C = 0.55E+15	10000.	0.810E-01	-0.147E-01	0.167E-01	-0.127E-01	*0.146E-01	-0.102E-01
	20000.	0.956E-01	-0.878E-02	0.181E-01	-0.144E-01	0.157E-01	-0.116E-01
	30000.	0.102	-0.565E-02	0.191E-01	-0.155E-01	0.163E-01	-0.124E-01
	50000.	0.107	-0.120E-02	0.204E-01	-0.169E-01	0.173E-01	-0.136E-01
6P – 6D	2500.	0.278	-0.163	0.552E-01	-0.477E-01	0.456E-01	-0.381E-01
39550.7 Å	5000.	0.293	-0.137	0.614E-01	-0.542E-01	0.503E-01	-0.433E-01
C = 0.14E+17	10000.	0.298	-0.995E-01	0.687E-01	-0.613E-01	0.557E-01	-0.491E-01
	20000.	0.307	-0.598E-01	0.775E-01	-0.690E-01	0.618E-01	-0.554E-01
	30000.	0.304	-0.448E-01	0.836E-01	-0.739E-01	0.658E-01	-0.594E-01
	50000.	0.295	-0.282E-01	0.928E-01	-0.806E-01	0.712E-01	-0.648E-01
6P – 7D	2500.	0.386	-0.160	0.978E-01	-0.850E-01	*0.783E-01	-0.673E-01
26442.6 Å	5000.	0.374	-0.104	0.111	-0.977E-01	0.876E-01	-0.778E-01
C = 0.13E+16	10000.	0.362	-0.675E-01	0.127	-0.111	0.981E-01	-0.889E-01
	20000.	0.346	-0.418E-01	0.148	-0.126	0.110	-0.101
	30000.	0.330	-0.200E-01	0.164	-0.136	0.118	-0.109
	50000.	0.309	-0.918E-02	0.190	-0.149	0.129	-0.119
6P – 8D	2500.	0.316	-0.426E-01	0.408E-01	-0.324E-01	0.345E-01	-0.258E-01
22128.6 Å	5000.	0.374	-0.237E-01	0.451E-01	-0.370E-01	0.375E-01	-0.295E-01
C = 0.17E+16	10000.	0.408	-0.103E-01	0.504E-01	-0.420E-01	0.409E-01	-0.336E-01
	20000.	0.413	-0.266E-02	0.576E-01	-0.474E-01	0.450E-01	-0.381E-01
	30000.	0.404	0.119E-02	0.632E-01	-0.508E-01	0.476E-01	-0.409E-01
	50000.	0.384	0.261E-02	0.726E-01	-0.556E-01	0.514E-01	-0.446E-01
6P – 9D	2500.	0.122	0.456E-01	0.353E-01	0.119E-01	*0.347E-01	*0.948E-02
19092.6 Å	5000.	0.163	0.442E-01	0.357E-01	0.135E-01	0.350E-01	0.108E-01
C = 0.56E+16	10000.	0.215	0.336E-01	0.363E-01	0.153E-01	0.354E-01	0.123E-01
	20000.	0.269	0.220E-01	0.371E-01	0.172E-01	0.358E-01	0.138E-01
	30000.	0.296	0.183E-01	0.377E-01	0.185E-01	0.361E-01	0.148E-01
	50000.	0.320	0.102E-01	0.386E-01	0.201E-01	0.366E-01	0.162E-01
6P – 10D	2500.	0.256	-0.146	*0.634E-01	-0.426E-01	*0.569E-01	-0.337E-01
18143.5 Å	5000.	0.293	-0.114	0.679E-01	-0.490E-01	*0.601E-01	-0.390E-01
C = 0.24E+16	10000.	0.363	-0.649E-01	0.732E-01	-0.558E-01	*0.639E-01	-0.446E-01
	20000.	0.428	-0.399E-01	0.794E-01	-0.633E-01	0.685E-01	-0.507E-01
	30000.	0.455	-0.195E-01	0.836E-01	-0.681E-01	0.715E-01	-0.545E-01
	50000.	0.478	-0.703E-02	0.894E-01	-0.742E-01	0.757E-01	-0.596E-01
7P – 7D	2500.	3.69	-1.70	0.834	-0.722	*0.669	-0.571
74364.9 Å	5000.	3.62	-1.19	0.944	-0.831	*0.748	-0.661
C = 0.10E+17	10000.	3.51	-0.851	1.08	-0.947	0.837	-0.756
	20000.	3.37	-0.368	1.26	-1.07	0.938	-0.859
	30000.	3.22	-0.274	1.39	-1.15	1.00	-0.924
	50000.	3.02	-0.181	1.61	-1.27	1.10	-1.01
7P – 8D	2500.	1.72	-0.358	0.224	-0.181	0.188	-0.144
48031.4 Å	5000.	2.02	-0.234	0.248	-0.207	0.205	-0.165
C = 0.82E+16	10000.	2.18	-0.138	0.278	-0.235	0.225	-0.188
	20000.	2.20	-0.537E-01	0.318	-0.266	0.248	-0.213
	30000.	2.15	-0.199E-01	0.348	-0.285	0.263	-0.229
	50000.	2.04	-0.709E-02	0.398	-0.311	0.284	-0.250
7P – 9D	2500.	0.501	0.727E-01	0.122	0.101E-01	*0.122	*0.810E-02
35707.0 Å	5000.	0.676	0.804E-01	0.123	0.114E-01	0.122	0.917E-02
C = 0.12E+17	10000.	0.876	0.637E-01	0.123	0.132E-01	0.122	0.103E-01
	20000.	1.07	0.462E-01	0.124	0.151E-01	0.122	0.116E-01
	30000.	1.17	0.397E-01	0.125	0.156E-01	0.123	0.125E-01
	50000.	1.25	0.244E-01	0.126	0.147E-01	0.123	0.136E-01
7P – 10D	2500.	0.939	-0.463	*0.213	-0.146	*0.190	-0.116
32524.9 Å	5000.	1.07	-0.352	0.229	-0.168	*0.201	-0.134
C = 0.77E+16	10000.	1.29	-0.175	0.248	-0.192	*0.215	-0.153
	20000.	1.50	-0.665E-01	0.270	-0.218	0.231	-0.174
	30000.	1.58	-0.411E-01	0.285	-0.234	0.241	-0.187
	50000.	1.64	-0.267E-01	0.306	-0.255	0.256	-0.205

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
8P – 8D	2500.	21.8	-5.17	*3.73	-3.16	*3.01	-2.49
132406.5 Å	5000.	23.7	-3.12	4.21	-3.65	*3.36	-2.90
C = 0.32E+17	10000.	23.9	-1.59	4.80	-4.17	*3.74	-3.33
	20000.	23.1	-0.464	5.59	-4.73	4.18	-3.78
	30000.	22.2	-0.282	6.19	-5.09	4.47	-4.07
	50000.	20.8	-0.120	7.18	-5.58	4.87	-4.46
8P – 9D	2500.	4.13	-0.658	*0.870	-0.668	*0.737	-0.528
67849.5 Å	5000.	4.58	-0.280	0.962	-0.770	*0.800	-0.612
C = 0.83E+16	10000.	5.08	-0.798E-01	1.08	-0.878	*0.872	-0.701
	20000.	5.55	0.660E-01	1.24	-0.996	0.957	-0.797
	30000.	5.75	0.559E-01	1.36	-1.07	1.01	-0.858
	50000.	5.86	0.292E-01	1.56	-1.17	1.09	-0.938
8P – 10D	2500.	4.55	-1.47	*0.941	-0.726	*0.794	-0.571
57213.1 Å	5000.	4.82	-0.470	*1.04	-0.842	*0.865	-0.668
C = 0.59E+16	10000.	5.35	-0.255	1.16	-0.964	*0.946	-0.769
	20000.	5.81	-0.266	1.31	-1.10	*1.04	-0.876
	30000.	5.96	0.191E-01	1.42	-1.18	*1.10	-0.943
	50000.	6.05	0.486E-01	1.60	-1.29	1.19	-1.03
9P – 9D	2500.	20.0	10.4	*4.06	*2.98	*3.54	*2.36
148451.6 Å	5000.	23.0	9.22	4.42	3.43	*3.79	*2.73
C = 0.99E+17	10000.	26.3	6.59	4.85	3.91	4.09	3.13
	20000.	29.3	4.42	5.36	4.44	4.45	3.55
	30000.	30.6	2.55	5.73	4.77	4.68	3.82
	50000.	31.5	1.95	6.27	5.21	5.00	4.18
9P – 10D	2500.	11.5	-1.08	1.75	-0.198	*1.74	-0.158
105527.5 Å	5000.	14.6	-0.549	1.75	-0.225	*1.74	-0.180
C = 0.50E+17	10000.	18.0	-0.239	1.77	-0.246	1.74	-0.203
	20000.	20.5	0.148	1.79	-0.239	1.75	-0.229
	30000.	21.5	0.181	1.82	-0.219	1.75	-0.244
	50000.	22.2	0.349	1.87	-0.170	1.75	-0.257
10P – 10D	2500.	60.8	-34.1	*13.4	-8.92	*12.0	-7.04
233252.5 Å	5000.	71.4	-28.5	*14.3	-10.3	*12.7	-8.18
C = 0.40E+18	10000.	84.2	-23.2	15.5	-11.7	*13.5	-9.38
	20000.	99.3	-9.87	16.8	-13.3	14.5	-10.7
	30000.	107.	-8.39	17.6	-14.3	15.1	-11.5
	50000.	112.	-7.10	18.8	-15.7	16.0	-12.6
4D – 7P	2500.	0.318E-01	0.212E-01	0.749E-02	0.649E-02	0.618E-02	0.518E-02
13877.4 Å	5000.	0.331E-01	0.183E-01	0.834E-02	0.737E-02	0.683E-02	0.590E-02
C = 0.18E+16	10000.	0.343E-01	0.144E-01	0.933E-02	0.835E-02	0.757E-02	0.669E-02
	20000.	0.340E-01	0.101E-01	0.105E-01	0.940E-02	0.840E-02	0.755E-02
	30000.	0.334E-01	0.734E-02	0.113E-01	0.101E-01	0.895E-02	0.809E-02
	50000.	0.324E-01	0.506E-02	0.125E-01	0.110E-01	0.969E-02	0.883E-02
4D – 8P	2500.	0.901E-01	0.409E-01	0.248E-01	0.214E-01	*0.198E-01	*0.169E-01
11719.6 Å	5000.	0.878E-01	0.312E-01	0.280E-01	0.247E-01	*0.222E-01	*0.196E-01
C = 0.25E+15	10000.	0.819E-01	0.202E-01	0.320E-01	0.282E-01	0.249E-01	0.225E-01
	20000.	0.750E-01	0.122E-01	0.372E-01	0.320E-01	0.279E-01	0.256E-01
	30000.	0.707E-01	0.874E-02	0.411E-01	0.344E-01	0.299E-01	0.275E-01
	50000.	0.651E-01	0.536E-02	0.474E-01	0.377E-01	0.326E-01	0.302E-01
4D – 9P	2500.	0.713E-01	-0.458E-01	0.169E-01	-0.142E-01	*0.140E-01	-0.112E-01
10714.7 Å	5000.	0.741E-01	-0.381E-01	0.189E-01	-0.163E-01	*0.155E-01	-0.130E-01
C = 0.52E+15	10000.	0.773E-01	-0.291E-01	0.211E-01	-0.186E-01	0.171E-01	-0.149E-01
	20000.	0.767E-01	-0.200E-01	0.238E-01	-0.211E-01	0.190E-01	-0.169E-01
	30000.	0.753E-01	-0.140E-01	0.256E-01	-0.227E-01	0.202E-01	-0.182E-01
	50000.	0.727E-01	-0.925E-02	0.284E-01	-0.247E-01	0.219E-01	-0.198E-01
4D – 10P	2500.	0.467E-01	0.319E-01	0.126E-01	0.811E-02	*0.115E-01	*0.644E-02
10150.4 Å	5000.	0.527E-01	0.347E-01	0.134E-01	0.927E-02	0.120E-01	0.739E-02
C = 0.16E+16	10000.	0.588E-01	0.325E-01	0.143E-01	0.105E-01	0.127E-01	0.842E-02
	20000.	0.657E-01	0.251E-01	0.154E-01	0.119E-01	0.135E-01	0.955E-02
	30000.	0.699E-01	0.184E-01	0.161E-01	0.128E-01	0.140E-01	0.102E-01
	50000.	0.733E-01	0.143E-01	0.172E-01	0.139E-01	0.148E-01	0.112E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
5D – 6P	2500.	17.3	10.7	3.29	2.78	2.76	2.22
448510.9 Å	5000.	18.3	9.51	3.63	3.14	3.02	2.52
C = 0.45E+19	10000.	18.9	7.59	4.04	3.54	3.32	2.84
	20000.	19.7	5.25	4.52	3.99	3.66	3.20
	30000.	19.8	4.37	4.85	4.27	3.88	3.43
	50000.	19.4	2.77	5.34	4.65	4.19	3.74
5D – 7P	2500.	0.404	0.249	0.845E-01	0.731E-01	0.698E-01	0.583E-01
45165.1 Å	5000.	0.423	0.219	0.941E-01	0.830E-01	0.770E-01	0.664E-01
C = 0.19E+17	10000.	0.435	0.167	0.105	0.940E-01	0.853E-01	0.753E-01
	20000.	0.435	0.108	0.119	0.106	0.948E-01	0.851E-01
	30000.	0.429	0.875E-01	0.128	0.114	0.101	0.912E-01
	50000.	0.414	0.461E-01	0.142	0.124	0.109	0.994E-01
5D – 8P	2500.	0.548	0.250	*0.145	*0.125	*0.116	*0.988E-01
28242.0 Å	5000.	0.537	0.190	0.164	0.144	*0.130	*0.115
C = 0.14E+16	10000.	0.503	0.132	0.187	0.165	0.145	0.131
	20000.	0.464	0.767E-01	0.217	0.187	0.163	0.150
	30000.	0.439	0.552E-01	0.240	0.201	0.175	0.161
	50000.	0.406	0.287E-01	0.277	0.220	0.191	0.176
5D – 9P	2500.	0.335	-0.207	0.778E-01	-0.651E-01	*0.643E-01	-0.515E-01
23035.9 Å	5000.	0.353	-0.170	0.866E-01	-0.748E-01	*0.710E-01	-0.595E-01
C = 0.24E+16	10000.	0.372	-0.130	0.969E-01	-0.852E-01	0.786E-01	-0.681E-01
	20000.	0.371	-0.862E-01	0.109	-0.966E-01	0.872E-01	-0.773E-01
	30000.	0.366	-0.618E-01	0.118	-0.104	0.928E-01	-0.832E-01
	50000.	0.354	-0.365E-01	0.131	-0.113	0.100	-0.909E-01
5D – 10P	2500.	0.204	0.134	0.523E-01	0.339E-01	*0.476E-01	*0.269E-01
20576.3 Å	5000.	0.231	0.147	0.556E-01	0.387E-01	0.499E-01	0.309E-01
C = 0.66E+16	10000.	0.257	0.134	0.596E-01	0.440E-01	0.527E-01	0.352E-01
	20000.	0.286	0.928E-01	0.643E-01	0.498E-01	0.561E-01	0.399E-01
	30000.	0.303	0.768E-01	0.674E-01	0.534E-01	0.583E-01	0.429E-01
	50000.	0.316	0.451E-01	0.718E-01	0.583E-01	0.615E-01	0.468E-01
6D – 7P	2500.	351.	202.	66.1	57.1	54.3	45.5
	5000.	365.	183.	73.7	65.1	60.1	52.0
C = 0.11E+20	10000.	371.	116.	82.6	73.8	66.7	59.0
	20000.	373.	85.4	93.4	83.2	74.1	66.9
	30000.	367.	48.8	101.	89.2	78.9	71.6
	50000.	353.	32.5	112.	97.3	85.5	78.1
6D – 8P	2500.	5.12	2.37	*1.23	*1.06	*0.990	*0.840
80946.8 Å	5000.	5.03	1.87	1.40	1.23	*1.11	*0.977
C = 0.12E+17	10000.	4.77	1.25	1.59	1.40	*1.24	*1.12
	20000.	4.44	0.736	1.85	1.59	1.39	1.27
	30000.	4.22	0.380	2.05	1.71	1.49	1.37
	50000.	3.92	0.268	2.36	1.87	1.62	1.50
6D – 9P	2500.	1.59	-0.841	0.338	-0.280	*0.281	-0.222
49125.3 Å	5000.	1.76	-0.661	0.376	-0.321	0.309	-0.256
C = 0.11E+17	10000.	1.88	-0.501	0.420	-0.366	0.341	-0.293
	20000.	1.89	-0.302	0.474	-0.415	0.378	-0.332
	30000.	1.87	-0.241	0.512	-0.445	0.402	-0.357
	50000.	1.82	-0.108	0.571	-0.486	0.434	-0.391
6D – 10P	2500.	0.873	0.533	0.201	0.135	*0.181	*0.107
39146.5 Å	5000.	0.983	0.575	0.215	0.155	0.191	0.123
C = 0.14E+17	10000.	1.08	0.517	0.232	0.176	0.202	0.140
	20000.	1.18	0.354	0.252	0.199	0.217	0.159
	30000.	1.24	0.221	0.265	0.213	0.226	0.171
	50000.	1.28	0.170	0.284	0.233	0.239	0.187
7D – 9P	2500.	15.4	-2.90	1.07	-0.278	1.03	-0.221
127839.6 Å	5000.	17.0	-2.42	1.11	-0.243	1.04	-0.254
C = 0.29E+17	10000.	17.6	-2.08	1.19	-0.184	1.04	-0.276
	20000.	17.5	-1.35	1.37	-0.366E-01	1.04	-0.242
	30000.	17.1	-1.15	1.56	-0.163E-01	1.04	-0.212
	50000.	16.4	-0.619	1.95	0.239E-01	1.06	-0.125

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
7D – 10P	2500.	5.58	2.83	*1.18	*0.928	*0.997	*0.733
76856.3 Å	5000.	5.87	2.67	1.31	1.07	*1.09	*0.851
C = 0.11E+17	10000.	6.07	2.09	1.47	1.22	*1.19	*0.975
	20000.	6.26	1.17	1.67	1.39	1.31	1.11
	30000.	6.38	0.902	1.82	1.49	1.39	1.19
	50000.	6.40	0.681	2.06	1.63	1.50	1.31
8D – 10P	2500.	32.3	12.1	5.02	3.52	*4.44	*2.79
177342.7 Å	5000.	37.5	11.8	5.42	4.04	*4.71	*3.22
C = 0.11E+18	10000.	41.3	9.26	5.92	4.60	5.04	3.68
	20000.	43.8	5.88	6.56	5.21	5.44	4.17
	30000.	44.5	3.90	7.02	5.59	5.70	4.49
	50000.	44.2	3.01	7.75	6.11	6.06	4.90
9D – 10P	2500.	242.	102.	62.9	26.0	*61.1	*20.7
646328.9 Å	5000.	320.	104.	64.3	29.6	*62.0	*23.7
C = 0.65E+19	10000.	416.	87.3	66.0	33.6	63.1	26.9
	20000.	519.	62.1	68.2	38.0	64.5	30.5
	30000.	570.	40.5	69.8	40.7	65.4	32.7
	50000.	614.	30.9	72.0	44.4	66.9	35.7
PERTURBER DENSITY = 1.E+14 cm^{-3}							
4S – 7P	2500.	0.227E-02	0.683E-03	0.860E-03	0.172E-03	0.856E-03	0.138E-03
2201.4 Å	5000.	0.297E-02	0.851E-03	0.863E-03	0.196E-03	0.859E-03	0.157E-03
C = 0.21E+16	10000.	0.381E-02	0.932E-03	0.867E-03	0.222E-03	0.861E-03	0.178E-03
	20000.	0.471E-02	0.889E-03	0.872E-03	0.250E-03	0.864E-03	0.201E-03
	30000.	0.523E-02	0.776E-03	0.875E-03	0.268E-03	0.866E-03	0.215E-03
	50000.	0.579E-02	0.650E-03	0.880E-03	0.292E-03	0.869E-03	0.235E-03
4S – 8P	2500.	0.408E-02	0.282E-03	0.155E-02	-0.144E-03	*0.155E-02	-0.115E-03
2151.5 Å	5000.	0.549E-02	0.691E-03	0.156E-02	-0.164E-03	*0.155E-02	-0.131E-03
C = 0.13E+16	10000.	0.721E-02	0.874E-03	0.156E-02	-0.185E-03	0.156E-02	-0.148E-03
	20000.	0.910E-02	0.892E-03	0.156E-02	-0.209E-03	0.156E-02	-0.167E-03
	30000.	0.101E-01	0.800E-03	0.156E-02	-0.224E-03	0.156E-02	-0.179E-03
	50000.	0.112E-01	0.709E-03	0.156E-02	-0.244E-03	0.156E-02	-0.196E-03
4S – 9P	2500.	0.825E-02	-0.453E-02	*0.285E-02	-0.112E-02		
2119.3 Å	5000.	0.982E-02	-0.497E-02	*0.292E-02	-0.130E-02	*0.281E-02	-0.103E-02
C = 0.11E+16	10000.	0.116E-01	-0.481E-02	0.300E-02	-0.150E-02	*0.287E-02	-0.119E-02
	20000.	0.135E-01	-0.407E-02	0.310E-02	-0.170E-02	*0.293E-02	-0.136E-02
	30000.	0.144E-01	-0.342E-02	0.317E-02	-0.183E-02	0.298E-02	-0.147E-02
	50000.	0.153E-01	-0.266E-02	0.328E-02	-0.201E-02	0.304E-02	-0.161E-02
4S – 10P	2500.	0.216E-01	0.145E-01				
2098.1 Å	5000.	0.242E-01	0.157E-01	*0.617E-02	*0.403E-02		
C = 0.66E+15	10000.	0.268E-01	0.150E-01	*0.663E-02	*0.471E-02		
	20000.	0.298E-01	0.118E-01	*0.715E-02	*0.541E-02	*0.623E-02	*0.431E-02
	30000.	0.317E-01	0.964E-02	*0.750E-02	*0.585E-02	*0.649E-02	*0.467E-02
	50000.	0.331E-01	0.716E-02	*0.799E-02	*0.643E-02	*0.685E-02	*0.514E-02
5S – 5P	2500.	0.736E-01	0.377E-01	0.187E-01	0.133E-01	0.167E-01	0.106E-01
29288.1 Å	5000.	0.921E-01	0.230E-01	0.201E-01	0.151E-01	0.177E-01	0.121E-01
C = 0.49E+18	10000.	0.114	0.102E-01	0.218E-01	0.170E-01	0.188E-01	0.136E-01
	20000.	0.127	0.190E-02	0.238E-01	0.191E-01	0.202E-01	0.154E-01
	30000.	0.134	-0.306E-02	0.252E-01	0.205E-01	0.211E-01	0.165E-01
	50000.	0.140	-0.470E-02	0.273E-01	0.223E-01	0.224E-01	0.179E-01
5S – 6P	2500.	0.183E-01	0.850E-02	0.649E-02	0.213E-02	0.640E-02	0.170E-02
11959.2 Å	5000.	0.224E-01	0.906E-02	0.656E-02	0.241E-02	0.644E-02	0.193E-02
C = 0.14E+18	10000.	0.283E-01	0.910E-02	0.665E-02	0.271E-02	0.650E-02	0.218E-02
	20000.	0.354E-01	0.707E-02	0.678E-02	0.305E-02	0.657E-02	0.245E-02
	30000.	0.399E-01	0.625E-02	0.687E-02	0.327E-02	0.662E-02	0.263E-02
	50000.	0.449E-01	0.565E-02	0.700E-02	0.356E-02	0.670E-02	0.286E-02
5S – 7P	2500.	0.320E-01	0.935E-02	0.121E-01	0.227E-02	0.120E-01	0.181E-02
8258.9 Å	5000.	0.419E-01	0.116E-01	0.121E-01	0.258E-02	0.121E-01	0.206E-02
C = 0.30E+17	10000.	0.541E-01	0.115E-01	0.122E-01	0.292E-02	0.121E-01	0.234E-02
	20000.	0.677E-01	0.106E-01	0.122E-01	0.329E-02	0.121E-01	0.264E-02
	30000.	0.756E-01	0.947E-02	0.123E-01	0.353E-02	0.122E-01	0.283E-02
	50000.	0.840E-01	0.807E-02	0.123E-01	0.385E-02	0.122E-01	0.309E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
5S – 8P	2500.	0.510E-01	0.316E-02	0.194E-01	-0.193E-02	*0.193E-01	-0.154E-02
7597.3 Å	5000.	0.688E-01	0.779E-02	0.194E-01	-0.220E-02	*0.194E-01	-0.176E-02
C = 0.16E+17	10000.	0.906E-01	0.107E-01	0.194E-01	-0.249E-02	0.194E-01	-0.199E-02
	20000.	0.115	0.103E-01	0.195E-01	-0.280E-02	0.194E-01	-0.225E-02
	30000.	0.128	0.930E-02	0.195E-01	-0.300E-02	0.194E-01	-0.241E-02
	50000.	0.142	0.928E-02	0.195E-01	-0.327E-02	0.194E-01	-0.263E-02
5S – 9P	2500.	0.960E-01	-0.526E-01	*0.330E-01	-0.130E-01		
7211.3 Å	5000.	0.114	-0.578E-01	*0.338E-01	-0.152E-01	*0.326E-01	-0.120E-01
C = 0.12E+17	10000.	0.135	-0.563E-01	0.348E-01	-0.174E-01	*0.332E-01	-0.138E-01
	20000.	0.158	-0.472E-01	0.360E-01	-0.198E-01	*0.340E-01	-0.158E-01
	30000.	0.169	-0.382E-01	0.368E-01	-0.213E-01	0.345E-01	-0.170E-01
	50000.	0.179	-0.305E-01	0.380E-01	-0.233E-01	0.353E-01	-0.187E-01
5S – 10P	2500.	0.238	0.161				
6971.1 Å	5000.	0.268	0.181	*0.681E-01	*0.444E-01		
C = 0.73E+16	10000.	0.297	0.161	*0.731E-01	*0.519E-01		
	20000.	0.331	0.113	*0.789E-01	*0.597E-01	*0.688E-01	*0.476E-01
	30000.	0.351	0.919E-01	*0.828E-01	*0.645E-01	*0.716E-01	*0.515E-01
	50000.	0.368	0.546E-01	*0.882E-01	*0.709E-01	*0.756E-01	*0.567E-01
6S – 6P	2500.	2.13	-1.19	0.533	-0.306	0.499	-0.244
101156.2 Å	5000.	2.61	-1.22	0.558	-0.348	0.515	-0.278
C = 0.10E+20	10000.	3.29	-1.14	0.588	-0.394	0.536	-0.315
	20000.	4.15	-0.851	0.624	-0.443	0.561	-0.356
	30000.	4.66	-0.762	0.649	-0.475	0.578	-0.381
	50000.	5.16	-0.625	0.683	-0.518	0.603	-0.416
6S – 7P	2500.	0.203	0.108E-01	0.786E-01	-0.413E-02	0.785E-01	-0.331E-02
21119.7 Å	5000.	0.281	0.172E-01	0.787E-01	-0.467E-02	0.787E-01	-0.374E-02
C = 0.19E+18	10000.	0.384	0.154E-01	0.788E-01	-0.525E-02	0.787E-01	-0.422E-02
	20000.	0.500	0.175E-01	0.788E-01	-0.591E-02	0.788E-01	-0.475E-02
	30000.	0.563	0.155E-01	0.788E-01	-0.633E-02	0.788E-01	-0.509E-02
	50000.	0.627	0.147E-01	0.788E-01	-0.707E-02	0.788E-01	-0.554E-02
6S – 8P	2500.	0.266	-0.502E-02	0.100	-0.164E-01	*0.998E-01	-0.131E-01
17273.0 Å	5000.	0.365	0.100E-01	0.101	-0.187E-01	*0.100	-0.149E-01
C = 0.83E+17	10000.	0.491	0.154E-01	0.101	-0.212E-01	0.101	-0.170E-01
	20000.	0.633	0.223E-01	0.101	-0.240E-01	0.101	-0.192E-01
	30000.	0.710	0.202E-01	0.102	-0.257E-01	0.101	-0.206E-01
	50000.	0.787	0.230E-01	0.102	-0.280E-01	0.101	-0.225E-01
6S – 9P	2500.	0.456	-0.246	*0.151	-0.613E-01		
15399.0 Å	5000.	0.550	-0.273	*0.155	-0.713E-01	*0.149	-0.565E-01
C = 0.56E+17	10000.	0.655	-0.270	0.160	-0.818E-01	*0.152	-0.652E-01
	20000.	0.763	-0.226	0.166	-0.931E-01	*0.156	-0.744E-01
	30000.	0.817	-0.191	0.170	-0.100	0.159	-0.802E-01
	50000.	0.865	-0.145	0.175	-0.110	0.162	-0.880E-01
6S – 10P	2500.	1.01	0.676				
14343.8 Å	5000.	1.14	0.729	*0.288	*0.187		
C = 0.31E+17	10000.	1.27	0.657	*0.309	*0.219		
	20000.	1.42	0.430	*0.333	*0.252	*0.290	*0.200
	30000.	1.52	0.335	*0.349	*0.272	*0.302	*0.217
	50000.	1.59	0.212	*0.372	*0.299	*0.319	*0.239
7S – 7P	2500.	3.43	-0.462	1.34	-0.182	1.33	-0.146
87045.8 Å	5000.	4.77	-0.528	1.34	-0.207	1.34	-0.166
C = 0.33E+19	10000.	6.61	-0.570	1.34	-0.234	1.34	-0.188
	20000.	8.68	-0.542	1.35	-0.263	1.34	-0.211
	30000.	9.84	-0.493	1.35	-0.282	1.34	-0.226
	50000.	11.1	-0.423	1.35	-0.307	1.34	-0.247
7S – 8P	2500.	1.82	-0.154	0.694	-0.129	*0.690	-0.102
45387.1 Å	5000.	2.50	-0.120	0.697	-0.147	*0.694	-0.117
C = 0.58E+18	10000.	3.39	-0.122	0.700	-0.167	0.696	-0.133
	20000.	4.41	-0.660E-01	0.703	-0.188	0.698	-0.151
	30000.	4.97	-0.645E-01	0.706	-0.202	0.700	-0.162
	50000.	5.53	-0.361E-01	0.709	-0.220	0.701	-0.177

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
7S – 9P	2500.	2.29	-1.24	*0.756	-0.310		
34389.9 Å	5000.	2.77	-1.38	*0.777	-0.360	*0.745	-0.285
C = 0.28E+18	10000.	3.30	-1.40	0.801	-0.413	*0.761	-0.329
	20000.	3.86	-1.24	0.830	-0.470	*0.780	-0.376
	30000.	4.14	-1.05	0.850	-0.506	0.794	-0.405
	50000.	4.39	-0.864	0.880	-0.555	0.813	-0.444
7S – 10P	2500.	4.28	2.88				
29537.2 Å	5000.	4.82	3.16	*1.22	*0.792		
C = 0.13E+18	10000.	5.38	2.94	*1.31	*0.925		
	20000.	6.05	1.91	*1.41	*1.06	*1.23	*0.847
	30000.	6.46	1.53	*1.48	*1.15	*1.28	*0.917
	50000.	6.79	0.911	*1.57	*1.26	*1.35	*1.01
8S – 8P	2500.	32.8	4.34	9.54	0.457	*9.50	*0.366
168745.0 Å	5000.	46.0	5.57	9.56	0.519	*9.55	*0.415
C = 0.80E+19	10000.	63.3	5.02	9.57	0.584	9.57	0.469
	20000.	83.5	4.30	9.58	0.632	9.57	0.528
	30000.	94.8	4.78	9.58	0.627	9.58	0.567
	50000.	106.	3.32	9.58	0.562	9.58	0.616
8S – 9P	2500.	12.3	-5.72	*3.75	-1.43		
77090.9 Å	5000.	15.5	-6.30	*3.83	-1.66	*3.71	-1.32
C = 0.14E+19	10000.	19.5	-6.23	3.93	-1.91	*3.77	-1.52
	20000.	23.8	-5.30	4.06	-2.17	*3.85	-1.74
	30000.	26.0	-4.61	4.15	-2.34	3.91	-1.87
	50000.	28.1	-3.49	4.27	-2.56	3.99	-2.05
8S – 10P	2500.	16.5	10.5				
56341.2 Å	5000.	18.9	11.2	*4.47	*2.92		
C = 0.48E+18	10000.	21.6	9.62	*4.80	*3.41		
	20000.	24.6	6.51	*5.18	*3.93	*4.51	*3.13
	30000.	26.5	4.33	*5.43	*4.24	*4.70	*3.39
	50000.	28.1	3.36	*5.79	*4.66	*4.96	*3.73
9S – 9P	2500.	213.	-101.	*54.2	-25.0		
286278.7 Å	5000.	271.	-114.	*56.1	-29.2	*53.1	-23.1
C = 0.19E+20	10000.	341.	-115.	58.4	-33.5	*54.6	-26.7
	20000.	415.	-97.4	61.2	-38.2	*56.4	-30.5
	30000.	455.	-83.0	63.1	-41.1	*57.7	-32.9
	50000.	495.	-61.0	65.8	-45.1	*59.6	-36.1
9S – 10P	2500.	76.3	44.4				
120913.1 Å	5000.	89.7	42.8	*20.0	*12.9		
C = 0.22E+19	10000.	106.	34.6	*21.4	*15.0		
	20000.	126.	21.8	*23.1	*17.3	*20.2	*13.7
	30000.	137.	16.9	*24.2	*18.6	*21.0	*14.9
	50000.	147.	12.2	*25.7	*20.5	*22.1	*16.4
4P – 6S	2500.	0.668E-02	0.505E-02	0.145E-02	0.132E-02	0.117E-02	0.106E-02
5869.2 Å	5000.	0.756E-02	0.591E-02	0.163E-02	0.151E-02	0.131E-02	0.120E-02
C = 0.34E+17	10000.	0.790E-02	0.599E-02	0.183E-02	0.171E-02	0.147E-02	0.137E-02
	20000.	0.821E-02	0.554E-02	0.205E-02	0.192E-02	0.165E-02	0.154E-02
	30000.	0.848E-02	0.479E-02	0.219E-02	0.206E-02	0.176E-02	0.165E-02
	50000.	0.908E-02	0.401E-02	0.239E-02	0.225E-02	0.192E-02	0.180E-02
4P – 7S	2500.	0.548E-02	0.414E-02	0.122E-02	0.111E-02	0.983E-03	0.887E-03
4848.7 Å	5000.	0.652E-02	0.491E-02	0.137E-02	0.127E-02	0.110E-02	0.101E-02
C = 0.27E+17	10000.	0.716E-02	0.554E-02	0.154E-02	0.144E-02	0.124E-02	0.115E-02
	20000.	0.746E-02	0.548E-02	0.173E-02	0.162E-02	0.139E-02	0.130E-02
	30000.	0.766E-02	0.516E-02	0.185E-02	0.174E-02	0.149E-02	0.139E-02
	50000.	0.787E-02	0.446E-02	0.201E-02	0.190E-02	0.162E-02	0.152E-02
4P – 8S	2500.	0.789E-02	-0.120E-02	0.848E-03	-0.774E-03	0.682E-03	-0.617E-03
4497.4 Å	5000.	0.115E-01	-0.107E-03	0.952E-03	-0.880E-03	0.765E-03	-0.704E-03
C = 0.93E+16	10000.	0.158E-01	0.811E-03	0.107E-02	-0.998E-03	0.859E-03	-0.799E-03
	20000.	0.210E-01	0.129E-02	0.120E-02	-0.112E-02	0.964E-03	-0.903E-03
	30000.	0.240E-01	0.129E-02	0.129E-02	-0.120E-02	0.103E-02	-0.967E-03
	50000.	0.274E-01	0.146E-02	0.141E-02	-0.131E-02	0.112E-02	-0.106E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
4P – 9S	2500.	0.181E-01	0.994E-02	0.277E-02	0.246E-02	0.223E-02	0.195E-02
4313.6 Å	5000.	0.230E-01	0.105E-01	0.311E-02	0.283E-02	0.250E-02	0.225E-02
C = 0.65E+16	10000.	0.298E-01	0.988E-02	0.349E-02	0.322E-02	0.281E-02	0.258E-02
	20000.	0.383E-01	0.806E-02	0.392E-02	0.366E-02	0.315E-02	0.293E-02
	30000.	0.436E-01	0.679E-02	0.420E-02	0.393E-02	0.337E-02	0.315E-02
	50000.	0.491E-01	0.521E-02	0.457E-02	0.429E-02	0.367E-02	0.344E-02
4P – 10S	2500.	0.369E-01	0.228E-01	0.650E-02	0.555E-02	*0.523E-02	*0.435E-02
4204.3 Å	5000.	0.444E-01	0.236E-01	0.730E-02	0.648E-02	*0.587E-02	*0.513E-02
C = 0.40E+16	10000.	0.557E-01	0.213E-01	0.819E-02	0.746E-02	0.659E-02	0.594E-02
	20000.	0.703E-01	0.160E-01	0.920E-02	0.850E-02	0.739E-02	0.679E-02
	30000.	0.790E-01	0.131E-01	0.985E-02	0.915E-02	0.791E-02	0.732E-02
	50000.	0.873E-01	0.946E-02	0.107E-01	0.100E-01	0.862E-02	0.803E-02
5P – 6S	2500.	0.133	0.715E-01	0.223E-01	0.188E-01	0.186E-01	0.150E-01
25260.1 Å	5000.	0.166	0.841E-01	0.246E-01	0.214E-01	0.204E-01	0.171E-01
C = 0.36E+18	10000.	0.191	0.903E-01	0.273E-01	0.242E-01	0.225E-01	0.194E-01
	20000.	0.211	0.843E-01	0.304E-01	0.272E-01	0.248E-01	0.218E-01
	30000.	0.220	0.738E-01	0.325E-01	0.291E-01	0.264E-01	0.234E-01
	50000.	0.233	0.628E-01	0.354E-01	0.318E-01	0.285E-01	0.255E-01
5P – 7S	2500.	0.439E-01	0.256E-01	0.795E-02	0.694E-02	0.655E-02	0.553E-02
13254.0 Å	5000.	0.559E-01	0.309E-01	0.885E-02	0.789E-02	0.725E-02	0.631E-02
C = 0.10E+18	10000.	0.651E-01	0.361E-01	0.987E-02	0.894E-02	0.805E-02	0.716E-02
	20000.	0.711E-01	0.361E-01	0.110E-01	0.101E-01	0.895E-02	0.809E-02
	30000.	0.739E-01	0.355E-01	0.118E-01	0.108E-01	0.953E-02	0.867E-02
	50000.	0.769E-01	0.308E-01	0.129E-01	0.118E-01	0.103E-01	0.946E-02
5P – 8S	2500.	0.516E-01	-0.121E-01	0.626E-02	-0.552E-02	0.513E-02	-0.440E-02
10922.3 Å	5000.	0.743E-01	-0.450E-02	0.699E-02	-0.628E-02	0.570E-02	-0.502E-02
C = 0.55E+17	10000.	0.103	0.840E-03	0.782E-02	-0.712E-02	0.634E-02	-0.570E-02
	20000.	0.135	0.502E-02	0.876E-02	-0.803E-02	0.707E-02	-0.645E-02
	30000.	0.153	0.629E-02	0.939E-02	-0.861E-02	0.754E-02	-0.691E-02
	50000.	0.174	0.688E-02	0.103E-01	-0.939E-02	0.819E-02	-0.754E-02
5P – 9S	2500.	0.973E-01	0.498E-01	0.142E-01	0.125E-01	0.114E-01	0.991E-02
9897.6 Å	5000.	0.125	0.529E-01	0.159E-01	0.144E-01	0.128E-01	0.115E-01
C = 0.34E+17	10000.	0.163	0.489E-01	0.178E-01	0.164E-01	0.143E-01	0.131E-01
	20000.	0.211	0.386E-01	0.200E-01	0.186E-01	0.161E-01	0.149E-01
	30000.	0.239	0.319E-01	0.214E-01	0.200E-01	0.172E-01	0.160E-01
	50000.	0.268	0.251E-01	0.234E-01	0.218E-01	0.187E-01	0.175E-01
5P – 10S	2500.	0.184	0.111	0.318E-01	0.272E-01	*0.256E-01	*0.213E-01
9340.7 Å	5000.	0.223	0.115	0.357E-01	0.317E-01	*0.287E-01	*0.251E-01
C = 0.20E+17	10000.	0.279	0.100	0.401E-01	0.365E-01	0.323E-01	0.291E-01
	20000.	0.355	0.707E-01	0.451E-01	0.416E-01	0.362E-01	0.332E-01
	30000.	0.399	0.556E-01	0.483E-01	0.448E-01	0.387E-01	0.358E-01
	50000.	0.440	0.406E-01	0.526E-01	0.491E-01	0.422E-01	0.393E-01
6P – 7S	2500.	0.378	0.224	0.877E-01	0.591E-01	0.793E-01	0.471E-01
38498.1 Å	5000.	0.469	0.262	0.935E-01	0.672E-01	0.834E-01	0.537E-01
C = 0.15E+19	10000.	0.571	0.283	0.100	0.762E-01	0.883E-01	0.610E-01
	20000.	0.688	0.276	0.109	0.858E-01	0.942E-01	0.689E-01
	30000.	0.758	0.246	0.114	0.920E-01	0.982E-01	0.739E-01
	50000.	0.846	0.207	0.121	0.100	0.104	0.806E-01
6P – 8S	2500.	0.241	-0.568E-01	0.362E-01	-0.259E-01	0.322E-01	-0.206E-01
23763.2 Å	5000.	0.347	-0.293E-01	0.390E-01	-0.295E-01	0.341E-01	-0.236E-01
C = 0.26E+18	10000.	0.498	-0.144E-01	0.422E-01	-0.334E-01	0.365E-01	-0.268E-01
	20000.	0.679	-0.118E-02	0.460E-01	-0.377E-01	0.393E-01	-0.303E-01
	30000.	0.787	0.583E-02	0.485E-01	-0.404E-01	0.412E-01	-0.324E-01
	50000.	0.901	0.145E-01	0.520E-01	-0.441E-01	0.438E-01	-0.354E-01
6P – 9S	2500.	0.374	0.200	0.561E-01	0.482E-01	0.460E-01	0.381E-01
19394.7 Å	5000.	0.478	0.202	0.626E-01	0.554E-01	0.511E-01	0.441E-01
C = 0.13E+18	10000.	0.633	0.180	0.699E-01	0.631E-01	0.568E-01	0.504E-01
	20000.	0.839	0.131	0.781E-01	0.716E-01	0.634E-01	0.573E-01
	30000.	0.961	0.110	0.834E-01	0.769E-01	0.676E-01	0.616E-01
	50000.	1.08	0.835E-01	0.907E-01	0.839E-01	0.733E-01	0.674E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
6P – 10S	2500.	0.637	0.384	0.111	0.940E-01	*0.892E-01	*0.736E-01
17365.8 Å	5000.	0.770	0.391	0.124	0.110	*0.100E+00	*0.868E-01
C = 0.68E+17	10000.	0.970	0.341	0.139	0.126	0.112	0.100
	20000.	1.25	0.234	0.156	0.144	0.126	0.115
	30000.	1.41	0.183	0.167	0.155	0.134	0.124
	50000.	1.56	0.123	0.182	0.170	0.146	0.136
7P – 8S	2500.	34.8	-10.2	8.50	-2.72	8.37	-2.17
216525.2 Å	5000.	48.3	-9.77	8.60	-3.10	8.45	-2.48
C = 0.20E+20	10000.	67.7	-7.49	8.73	-3.52	8.52	-2.82
	20000.	90.7	-5.77	8.89	-3.98	8.62	-3.19
	30000.	104.	-4.97	9.01	-4.26	8.69	-3.42
	50000.	117.	-3.39	9.18	-4.65	8.79	-3.73
7P – 9S	2500.	5.77	2.40	1.06	0.607	0.990	0.480
70937.1 Å	5000.	7.90	2.48	1.12	0.697	1.03	0.555
C = 0.18E+19	10000.	10.9	1.93	1.18	0.794	1.07	0.634
	20000.	14.7	1.37	1.26	0.900	1.12	0.721
	30000.	16.8	1.03	1.31	0.966	1.16	0.775
	50000.	18.9	0.687	1.38	1.06	1.21	0.848
7P – 10S	2500.	5.61	3.17	*0.968	*0.759	*0.811	*0.594
49699.1 Å	5000.	7.06	3.12	1.07	0.886	*0.890	*0.701
C = 0.55E+18	10000.	9.12	2.24	1.18	1.02	0.979	0.811
	20000.	12.0	1.52	1.31	1.16	1.08	0.927
	30000.	13.5	1.09	1.40	1.25	1.15	0.999
	50000.	15.0	0.700	1.52	1.37	1.24	1.10
8P – 9S	2500.	119.	41.6	28.1	11.2	*27.3	*8.85
281491.9 Å	5000.	165.	34.8	28.8	12.9	*27.8	*10.3
C = 0.22E+20	10000.	232.	26.0	29.5	14.7	28.3	11.7
	20000.	309.	16.0	30.5	16.7	28.9	13.3
	30000.	351.	10.7	31.2	17.9	29.3	14.4
	50000.	395.	7.04	32.2	19.6	29.9	15.7
8P – 10S	2500.	28.2	14.2	*5.25	*3.49	*4.66	*2.73
104421.2 Å	5000.	36.7	13.8	5.64	4.07	*4.96	*3.22
C = 0.24E+19	10000.	48.3	9.27	6.11	4.68	*5.30	*3.73
	20000.	63.6	6.18	6.64	5.34	5.70	4.26
	30000.	71.6	4.19	7.00	5.75	5.96	4.60
	50000.	79.3	2.60	7.49	6.30	6.33	5.04
4P – 4D	2500.	0.394E-02	-0.183E-02	0.881E-03	-0.647E-03	0.780E-03	-0.518E-03
7328.2 Å	5000.	0.428E-02	-0.118E-02	0.951E-03	-0.733E-03	0.828E-03	-0.587E-03
C = 0.30E+17	10000.	0.466E-02	-0.631E-03	0.103E-02	-0.825E-03	0.887E-03	-0.662E-03
	20000.	0.475E-02	-0.279E-03	0.114E-02	-0.928E-03	0.956E-03	-0.746E-03
	30000.	0.481E-02	-0.471E-04	0.121E-02	-0.994E-03	0.100E-02	-0.799E-03
	50000.	0.488E-02	0.320E-04	0.132E-02	-0.108E-02	0.107E-02	-0.871E-03
4P – 5D	2500.	0.460E-02	-0.260E-02	0.141E-02	-0.727E-03	0.134E-02	-0.581E-03
5190.3 Å	5000.	0.511E-02	-0.237E-02	0.146E-02	-0.825E-03	0.137E-02	-0.660E-03
C = 0.16E+17	10000.	0.581E-02	-0.169E-02	0.152E-02	-0.933E-03	0.141E-02	-0.749E-03
	20000.	0.697E-02	-0.121E-02	0.161E-02	-0.105E-02	0.146E-02	-0.843E-03
	30000.	0.758E-02	-0.106E-02	0.167E-02	-0.113E-02	0.150E-02	-0.904E-03
	50000.	0.825E-02	-0.808E-03	0.175E-02	-0.123E-02	0.155E-02	-0.986E-03
4P – 6D	2500.	0.143E-01	-0.309E-02	0.308E-02	-0.195E-02	0.281E-02	-0.155E-02
4686.6 Å	5000.	0.178E-01	-0.122E-02	0.327E-02	-0.223E-02	0.294E-02	-0.178E-02
C = 0.41E+16	10000.	0.202E-01	0.757E-03	0.351E-02	-0.254E-02	0.309E-02	-0.203E-02
	20000.	0.221E-01	0.211E-02	0.382E-02	-0.288E-02	0.329E-02	-0.230E-02
	30000.	0.227E-01	0.245E-02	0.404E-02	-0.308E-02	0.341E-02	-0.247E-02
	50000.	0.230E-01	0.252E-02	0.438E-02	-0.336E-02	0.360E-02	-0.270E-02
4P – 7D	2500.	0.101	-0.258E-01				
4435.0 Å	5000.	0.953E-01	-0.140E-01	*0.307E-01	-0.248E-01		
C = 0.35E+15	10000.	0.896E-01	-0.726E-02	*0.352E-01	-0.293E-01		
	20000.	0.831E-01	-0.734E-03	*0.413E-01	-0.338E-01	*0.305E-01	-0.269E-01
	30000.	0.788E-01	0.391E-03	*0.460E-01	-0.367E-01	*0.326E-01	-0.293E-01
	50000.	0.731E-01	0.950E-03	*0.535E-01	-0.406E-01	*0.357E-01	-0.322E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
4P – 8D	2500.	0.852E-01	0.580E-01	*0.195E-01	*0.146E-01		
4292.5 Å	5000.	0.884E-01	0.533E-01	*0.217E-01	*0.176E-01		
C = 0.12E+16	10000.	0.916E-01	0.417E-01	*0.242E-01	*0.206E-01	*0.197E-01	*0.163E-01
	20000.	0.948E-01	0.294E-01	*0.272E-01	*0.237E-01	*0.219E-01	*0.188E-01
	30000.	0.947E-01	0.229E-01	*0.293E-01	*0.256E-01	*0.233E-01	*0.204E-01
	50000.	0.926E-01	0.147E-01	*0.323E-01	*0.281E-01	*0.252E-01	*0.225E-01
4P – 9D	2500.	0.896E-01	0.574E-01				
4139.1 Å	5000.	0.105	0.569E-01	*0.241E-01	*0.159E-01		
C = 0.19E+16	10000.	0.125	0.451E-01	*0.259E-01	*0.185E-01		
	20000.	0.150	0.322E-01	*0.280E-01	*0.213E-01	*0.244E-01	*0.170E-01
	30000.	0.161	0.260E-01	*0.294E-01	*0.230E-01	*0.254E-01	*0.184E-01
	50000.	0.170	0.169E-01	*0.314E-01	*0.253E-01	*0.268E-01	*0.203E-01
4P – 10D	2500.	0.101	0.267E-01				
4093.1 Å	5000.	0.136	0.270E-01	*0.254E-01	*0.642E-02		
C = 0.14E+16	10000.	0.178	0.237E-01	*0.256E-01	*0.739E-02		
	20000.	0.219	0.178E-01	*0.258E-01	*0.842E-02	*0.255E-01	*0.673E-02
	30000.	0.238	0.146E-01	*0.260E-01	*0.907E-02	*0.256E-01	*0.725E-02
	50000.	0.253	0.102E-01	0.262E-01	0.995E-02	*0.257E-01	*0.796E-02
5P – 5D	2500.	0.651E-01	-0.363E-01	0.159E-01	-0.948E-02	0.148E-01	-0.756E-02
16161.8 Å	5000.	0.730E-01	-0.331E-01	0.168E-01	-0.108E-01	0.154E-01	-0.862E-02
C = 0.15E+18	10000.	0.811E-01	-0.270E-01	0.178E-01	-0.122E-01	0.160E-01	-0.978E-02
	20000.	0.942E-01	-0.201E-01	0.191E-01	-0.138E-01	0.168E-01	-0.111E-01
	30000.	0.101	-0.180E-01	0.200E-01	-0.147E-01	0.174E-01	-0.118E-01
	50000.	0.107	-0.136E-01	0.213E-01	-0.161E-01	0.182E-01	-0.129E-01
5P – 6D	2500.	0.101	-0.257E-01	0.214E-01	-0.138E-01	0.195E-01	-0.109E-01
12109.2 Å	5000.	0.126	-0.109E-01	0.228E-01	-0.158E-01	0.204E-01	-0.126E-01
C = 0.27E+17	10000.	0.146	0.353E-02	0.246E-01	-0.180E-01	0.215E-01	-0.144E-01
	20000.	0.160	0.119E-01	0.268E-01	-0.203E-01	0.229E-01	-0.163E-01
	30000.	0.165	0.181E-01	0.283E-01	-0.218E-01	0.238E-01	-0.175E-01
	50000.	0.168	0.180E-01	0.308E-01	-0.238E-01	0.252E-01	-0.191E-01
5P – 7D	2500.	0.574	-0.128				
10561.3 Å	5000.	0.546	-0.763E-01	*0.174	-0.141		
C = 0.20E+16	10000.	0.516	-0.170E-01	*0.200	-0.166		
	20000.	0.481	-0.965E-03	*0.235	-0.192	*0.173	-0.153
	30000.	0.457	0.306E-02	*0.261	-0.208	*0.185	-0.166
	50000.	0.425	0.136E-01	*0.304	-0.231	*0.203	-0.183
5P – 8D	2500.	0.445	0.299	*0.101	*0.759E-01		
9787.3 Å	5000.	0.464	0.273	*0.113	*0.913E-01		
C = 0.63E+16	10000.	0.483	0.204	*0.126	*0.107	*0.102	*0.844E-01
	20000.	0.501	0.134	*0.141	*0.123	*0.114	*0.978E-01
	30000.	0.501	0.990E-01	*0.152	*0.133	*0.121	*0.106
	50000.	0.490	0.589E-01	*0.168	*0.146	*0.131	*0.117
5P – 9D	2500.	0.429	0.271				
9024.6 Å	5000.	0.503	0.268	*0.115	*0.753E-01		
C = 0.92E+16	10000.	0.602	0.203	*0.123	*0.880E-01		
	20000.	0.721	0.136	*0.133	*0.101	*0.116	*0.806E-01
	30000.	0.775	0.103	*0.140	*0.109	*0.121	*0.872E-01
	50000.	0.815	0.627E-01	*0.149	*0.120	*0.127	*0.961E-01
5P – 10D	2500.	0.469	0.123				
8809.2 Å	5000.	0.635	0.123	*0.118	*0.295E-01		
C = 0.67E+16	10000.	0.831	0.104	*0.119	*0.339E-01		
	20000.	1.02	0.727E-01	*0.120	*0.387E-01	*0.118	*0.309E-01
	30000.	1.11	0.569E-01	*0.120	*0.417E-01	*0.119	*0.333E-01
	50000.	1.18	0.389E-01	0.121	0.457E-01	*0.119	*0.366E-01
6P – 6D	2500.	0.630	-0.152	0.140	-0.855E-01	0.129	-0.678E-01
30204.0 Å	5000.	0.790	-0.651E-01	0.148	-0.980E-01	0.134	-0.781E-01
C = 0.17E+18	10000.	0.929	0.151E-01	0.159	-0.111	0.141	-0.891E-01
	20000.	1.05	0.795E-01	0.171	-0.126	0.149	-0.101
	30000.	1.11	0.843E-01	0.181	-0.135	0.154	-0.109
	50000.	1.16	0.798E-01	0.195	-0.148	0.162	-0.119

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
6P – 7D	2500.	2.52	-0.661				
22118.4 Å	5000.	2.40	-0.421	*0.765	-0.618		
C = 0.87E+16	10000.	2.28	-0.222	*0.878	-0.728		
	20000.	2.15	-0.839E-01	*1.03	-0.842	*0.759	-0.669
	30000.	2.06	-0.203E-01	*1.15	-0.913	*0.813	-0.726
	50000.	1.93	0.743E-02	*1.33	-1.01	*0.890	-0.801
6P – 8D	2500.	1.68	1.13	*0.381	*0.285		
18975.4 Å	5000.	1.75	1.06	*0.424	*0.343		
C = 0.24E+17	10000.	1.83	0.800	*0.474	*0.401	*0.385	*0.317
	20000.	1.91	0.522	*0.532	*0.462	*0.428	*0.368
	30000.	1.92	0.396	*0.572	*0.499	*0.455	*0.398
	50000.	1.89	0.212	*0.630	*0.549	*0.493	*0.439
6P – 9D	2500.	1.40	0.886				
16304.2 Å	5000.	1.65	0.889	*0.375	*0.246		
C = 0.30E+17	10000.	1.98	0.683	*0.403	*0.287		
	20000.	2.38	0.453	*0.435	*0.330	*0.379	*0.263
	30000.	2.56	0.350	*0.456	*0.357	*0.394	*0.285
	50000.	2.69	0.198	*0.487	*0.392	*0.416	*0.314
6P – 10D	2500.	1.48	0.386				
15614.3 Å	5000.	2.00	0.405	*0.370	*0.927E-01		
C = 0.21E+17	10000.	2.62	0.323	*0.374	*0.107		
	20000.	3.23	0.218	*0.377	*0.122	*0.372	*0.971E-01
	30000.	3.51	0.177	*0.379	*0.131	*0.374	*0.105
	50000.	3.74	0.109	0.383	0.144	*0.376	*0.115
7P – 7D	2500.	88.4	-24.1				
129070.6 Å	5000.	86.9	-15.8	*26.3	-21.1		
C = 0.30E+18	10000.	85.6	-8.16	*30.1	-24.9		
	20000.	84.0	-2.04	*35.3	-28.7	*26.1	-22.8
	30000.	82.3	-1.39	*39.2	-31.1	*27.9	-24.8
	50000.	79.6	-1.54	*45.6	-34.5	*30.5	-27.3
7P – 8D	2500.	20.8	13.3	*4.62	*3.40		
65633.2 Å	5000.	22.2	12.1	*5.12	*4.09		
C = 0.28E+18	10000.	23.8	8.57	*5.71	*4.79	*4.67	*3.78
	20000.	25.6	5.16	*6.40	*5.51	*5.17	*4.38
	30000.	26.1	3.15	*6.87	*5.95	*5.49	*4.75
	50000.	26.1	1.64	*7.56	*6.54	*5.94	*5.23
7P – 9D	2500.	9.57	5.75				
41893.1 Å	5000.	11.4	5.66	*2.51	*1.62		
C = 0.20E+18	10000.	13.8	4.09	*2.69	*1.89		
	20000.	16.8	2.42	*2.90	*2.17	*2.53	*1.73
	30000.	18.1	1.77	*3.04	*2.35	*2.63	*1.87
	50000.	19.2	0.811	*3.23	*2.58	*2.78	*2.06
7P – 10D	2500.	8.84	2.22				
37621.6 Å	5000.	12.0	2.22	*2.19	*0.531		
C = 0.12E+18	10000.	15.9	1.61	*2.21	*0.611		
	20000.	19.6	1.00	*2.23	*0.696	*2.20	*0.556
	30000.	21.4	0.615	*2.24	*0.750	*2.21	*0.600
	50000.	22.8	0.387	2.26	0.823	*2.22	*0.658
8P – 8D	2500.	233.	140.	*50.7	*36.2		
213142.4 Å	5000.	257.	127.	*56.0	*43.5		
C = 0.30E+19	10000.	283.	85.7	*62.0	*50.9	*51.3	*40.3
	20000.	313.	53.7	*69.2	*58.6	*56.4	*46.6
	30000.	323.	29.8	*74.2	*63.3	*59.8	*50.5
	50000.	328.	15.3	*81.4	*69.6	*64.4	*55.7
9P – 9D	2500.	168.	92.6				
159230.6 Å	5000.	202.	96.6				
C = 0.29E+19	10000.	244.	83.5	*44.4	*30.2		
	20000.	290.	58.4	*47.7	*34.8	*42.0	*27.7
	30000.	312.	40.8	*49.9	*37.7	*43.6	*30.0
	50000.	330.	26.9	*52.9	*41.4	*45.8	*33.1

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
9P – 10D	2500.	90.5	25.0				
111229.8 Å	5000.	122.	28.3				
C = 0.11E+19	10000.	159.	26.7	*21.7	*7.56		
	20000.	194.	20.3	*22.1	*8.65		
	30000.	211.	16.8	*22.3	*9.32	*21.7	*7.45
	50000.	224.	10.8	*22.6	*10.2	*21.9	*8.18
4D – 5P	2500.	4.85	2.69	0.997	0.764	0.867	0.610
176469.6 Å	5000.	5.23	2.47	1.08	0.867	0.930	0.694
C = 0.18E+20	10000.	5.66	1.77	1.19	0.980	1.00	0.786
	20000.	6.07	1.34	1.31	1.10	1.09	0.886
	30000.	6.10	1.05	1.40	1.18	1.15	0.949
	50000.	6.11	0.726	1.53	1.29	1.23	1.04
4D – 6P	2500.	0.103	0.481E-01	0.266E-01	0.125E-01	0.256E-01	0.100E-01
22827.3 Å	5000.	0.119	0.545E-01	0.274E-01	0.142E-01	0.261E-01	0.114E-01
C = 0.30E+18	10000.	0.138	0.540E-01	0.284E-01	0.161E-01	0.267E-01	0.129E-01
	20000.	0.157	0.463E-01	0.297E-01	0.181E-01	0.274E-01	0.145E-01
	30000.	0.169	0.400E-01	0.306E-01	0.194E-01	0.280E-01	0.155E-01
	50000.	0.183	0.342E-01	0.320E-01	0.211E-01	0.288E-01	0.170E-01
4D – 7P	2500.	0.798E-01	0.236E-01	0.272E-01	0.603E-02	0.270E-01	0.481E-02
12304.6 Å	5000.	0.103	0.288E-01	0.274E-01	0.686E-02	0.272E-01	0.549E-02
C = 0.66E+17	10000.	0.129	0.303E-01	0.275E-01	0.778E-02	0.273E-01	0.623E-02
	20000.	0.158	0.283E-01	0.277E-01	0.876E-02	0.274E-01	0.704E-02
	30000.	0.174	0.257E-01	0.279E-01	0.939E-02	0.275E-01	0.754E-02
	50000.	0.192	0.213E-01	0.282E-01	0.102E-01	0.276E-01	0.823E-02
4D – 8P	2500.	0.111	0.941E-02	0.400E-01	-0.311E-02	*0.398E-01	-0.248E-02
10891.4 Å	5000.	0.148	0.195E-01	0.401E-01	-0.352E-02	*0.400E-01	-0.282E-02
C = 0.33E+17	10000.	0.193	0.232E-01	0.401E-01	-0.398E-02	0.401E-01	-0.320E-02
	20000.	0.242	0.238E-01	0.402E-01	-0.449E-02	0.401E-01	-0.360E-02
	30000.	0.269	0.231E-01	0.402E-01	-0.481E-02	0.401E-01	-0.386E-02
	50000.	0.296	0.193E-01	0.403E-01	-0.526E-02	0.401E-01	-0.421E-02
4D – 9P	2500.	0.192	-0.103	*0.650E-01	-0.254E-01		
10115.2 Å	5000.	0.229	-0.113	*0.666E-01	-0.295E-01	*0.642E-01	-0.234E-01
C = 0.24E+17	10000.	0.270	-0.109	0.684E-01	-0.339E-01	*0.654E-01	-0.270E-01
	20000.	0.314	-0.905E-01	0.707E-01	-0.385E-01	*0.669E-01	-0.308E-01
	30000.	0.336	-0.724E-01	0.723E-01	-0.415E-01	0.679E-01	-0.332E-01
	50000.	0.355	-0.580E-01	0.747E-01	-0.454E-01	0.694E-01	-0.364E-01
4D – 10P	2500.	0.461	0.307				
9649.0 Å	5000.	0.518	0.338	*0.131	*0.853E-01		
C = 0.14E+17	10000.	0.574	0.316	*0.140	*0.996E-01		
	20000.	0.638	0.227	*0.152	*0.115	*0.132	*0.912E-01
	30000.	0.677	0.180	*0.159	*0.124	*0.137	*0.988E-01
	50000.	0.708	0.114	*0.169	*0.136	*0.145	*0.109
5D – 6P	2500.	1.80	0.899	0.487	0.233	0.468	0.186
80642.6 Å	5000.	2.11	0.996	0.502	0.265	0.477	0.212
C = 0.37E+19	10000.	2.51	0.963	0.522	0.301	0.489	0.241
	20000.	2.98	0.845	0.546	0.339	0.504	0.272
	30000.	3.28	0.726	0.563	0.363	0.515	0.291
	50000.	3.61	0.621	0.589	0.396	0.530	0.318
5D – 7P	2500.	0.943	0.313	0.305	0.787E-01	0.302	0.627E-01
39899.3 Å	5000.	1.22	0.390	0.307	0.896E-01	0.304	0.716E-01
C = 0.69E+18	10000.	1.55	0.420	0.310	0.102	0.305	0.813E-01
	20000.	1.90	0.374	0.313	0.115	0.307	0.921E-01
	30000.	2.10	0.337	0.316	0.123	0.309	0.986E-01
	50000.	2.33	0.292	0.320	0.134	0.311	0.108
5D – 8P	2500.	0.780	0.928E-01	0.272	-0.851E-02	*0.271	-0.681E-02
28083.9 Å	5000.	1.05	0.173	0.273	-0.963E-02	*0.272	-0.772E-02
C = 0.22E+18	10000.	1.37	0.237	0.273	-0.109E-01	0.273	-0.870E-02
	20000.	1.72	0.209	0.273	-0.124E-01	0.273	-0.981E-02
	30000.	1.92	0.209	0.274	-0.136E-01	0.273	-0.105E-01
	50000.	2.12	0.178	0.274	-0.154E-01	0.273	-0.116E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
5D – 9P	2500.	1.04	-0.544	*0.352	-0.135		
23444.9 Å	5000.	1.25	-0.593	*0.360	-0.156	*0.348	-0.124
C = 0.13E+18	10000.	1.49	-0.567	0.369	-0.179	*0.354	-0.143
	20000.	1.75	-0.448	0.381	-0.204	*0.361	-0.163
	30000.	1.89	-0.373	0.389	-0.219	0.367	-0.176
	50000.	2.01	-0.274	0.402	-0.240	0.374	-0.193
5D – 10P	2500.	2.22	1.47				
21083.5 Å	5000.	2.51	1.54	*0.627	*0.408		
C = 0.67E+17	10000.	2.79	1.30	*0.673	*0.477		
	20000.	3.11	1.00	*0.726	*0.549	*0.633	*0.437
	30000.	3.31	0.656	*0.761	*0.593	*0.659	*0.473
	50000.	3.46	0.500	*0.811	*0.651	*0.695	*0.521
6D – 7P	2500.	49.4	14.7	12.5	5.40	*12.1	*4.28
229605.3 Å	5000.	63.6	10.7	12.8	6.19	12.3	4.93
C = 0.98E+19	10000.	80.3	7.47	13.3	7.04	12.5	5.63
	20000.	96.5	3.41	13.9	7.98	12.9	6.38
	30000.	105.	2.26	14.3	8.56	13.1	6.87
	50000.	112.	0.177	15.0	9.33	13.4	7.49
6D – 8P	2500.	5.99	1.09	1.67	0.345	*1.65	*0.274
67115.0 Å	5000.	7.94	1.00	1.68	0.395	*1.67	*0.315
C = 0.83E+18	10000.	10.3	0.685	1.69	0.448	1.67	0.359
	20000.	12.7	0.489	1.71	0.508	1.68	0.407
	30000.	13.9	0.348	1.72	0.544	1.68	0.437
	50000.	15.1	0.219	1.75	0.593	1.69	0.477
6D – 9P	2500.	4.62	-1.80	*1.34	-0.451		
45567.6 Å	5000.	5.77	-2.04	*1.36	-0.522	*1.33	-0.414
C = 0.38E+18	10000.	6.97	-2.12	1.39	-0.598	*1.35	-0.477
	20000.	8.08	-1.91	1.43	-0.680	*1.37	-0.543
	30000.	8.61	-1.65	1.45	-0.731	1.38	-0.585
	50000.	9.04	-1.35	1.50	-0.800	1.40	-0.642
6D – 10P	2500.	7.59	4.75				
37421.4 Å	5000.	8.60	5.25	*2.01	*1.31		
C = 0.21E+18	10000.	9.59	4.84	*2.16	*1.53		
	20000.	10.7	3.10	*2.33	*1.76	*2.03	*1.40
	30000.	11.3	2.55	*2.45	*1.90	*2.11	*1.52
	50000.	11.8	1.44	*2.61	*2.09	*2.23	*1.67
5S – 5P	2500.	0.224E-01	0.159E-01	0.715E-02	0.429E-02	0.666E-02	0.343E-02
19897.4 Å	5000.	0.264E-01	0.154E-01	0.750E-02	0.485E-02	0.689E-02	0.389E-02
C = 0.47E+18	10000.	0.313E-01	0.108E-01	0.793E-02	0.546E-02	0.718E-02	0.438E-02
	20000.	0.393E-01	0.697E-02	0.845E-02	0.614E-02	0.754E-02	0.493E-02
	30000.	0.434E-01	0.600E-02	0.880E-02	0.658E-02	0.779E-02	0.529E-02
	50000.	0.472E-01	0.390E-02	0.929E-02	0.717E-02	0.814E-02	0.576E-02
5S – 6P	2500.	0.406E-01	0.289E-01	0.976E-02	0.792E-02	0.822E-02	0.628E-02
9104.8 Å	5000.	0.428E-01	0.265E-01	0.108E-01	0.907E-02	0.898E-02	0.723E-02
C = 0.18E+17	10000.	0.453E-01	0.215E-01	0.119E-01	0.103E-01	0.986E-02	0.825E-02
	20000.	0.471E-01	0.158E-01	0.133E-01	0.117E-01	0.109E-01	0.936E-02
	30000.	0.474E-01	0.123E-01	0.143E-01	0.125E-01	0.115E-01	0.101E-01
	50000.	0.470E-01	0.893E-02	0.156E-01	0.137E-01	0.124E-01	0.110E-01
5S – 7P	2500.	0.895E-01	0.596E-01	0.215E-01	0.174E-01	*0.177E-01	*0.136E-01
7451.4 Å	5000.	0.932E-01	0.515E-01	0.240E-01	0.203E-01	*0.196E-01	*0.160E-01
C = 0.51E+16	10000.	0.966E-01	0.405E-01	0.268E-01	0.233E-01	0.217E-01	0.186E-01
	20000.	0.958E-01	0.286E-01	0.302E-01	0.266E-01	0.241E-01	0.212E-01
	30000.	0.940E-01	0.208E-01	0.326E-01	0.286E-01	0.257E-01	0.229E-01
	50000.	0.910E-01	0.144E-01	0.360E-01	0.314E-01	0.279E-01	0.251E-01
5S – 8P	2500.	0.300	0.127				
6781.1 Å	5000.	0.292	0.100				
C = 0.83E+15	10000.	0.272	0.676E-01				
	20000.	0.249	0.409E-01	*0.124	*0.103		
	30000.	0.235	0.291E-01	*0.138	*0.112		
	50000.	0.216	0.165E-01	*0.159	*0.124	*0.109	*0.982E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
5S – 9P	2500.	0.256	-0.158				
6432.0 Å	5000.	0.266	-0.135				
C = 0.19E+16	10000.	0.277	-0.106	*0.760E-01	-0.634E-01		
	20000.	0.275	-0.734E-01	*0.857E-01	-0.734E-01	*0.684E-01	-0.583E-01
	30000.	0.270	-0.526E-01	*0.924E-01	-0.794E-01	*0.728E-01	-0.633E-01
	50000.	0.260	-0.349E-01	*0.102	-0.874E-01	*0.789E-01	-0.698E-01
5S – 10P	2500.	0.174	0.119				
6224.3 Å	5000.	0.197	0.128	*0.501E-01	*0.325E-01		
C = 0.60E+16	10000.	0.219	0.122	*0.537E-01	*0.379E-01		
	20000.	0.246	0.948E-01	*0.579E-01	*0.435E-01	*0.506E-01	*0.347E-01
	30000.	0.261	0.728E-01	*0.606E-01	*0.470E-01	*0.526E-01	*0.375E-01
	50000.	0.274	0.544E-01	0.645E-01	0.516E-01	*0.554E-01	*0.413E-01
6S – 6P	2500.	1.12	0.715	0.269	0.216	0.228	0.172
48818.1 Å	5000.	1.21	0.586	0.296	0.248	0.248	0.198
C = 0.53E+18	10000.	1.38	0.389	0.328	0.282	0.272	0.225
	20000.	1.50	0.240	0.366	0.319	0.299	0.256
	30000.	1.53	0.159	0.392	0.342	0.317	0.275
	50000.	1.57	0.868E-01	0.430	0.373	0.341	0.300
6S – 7P	2500.	0.794	0.514	0.191	0.154	*0.158	*0.121
22294.2 Å	5000.	0.833	0.429	0.213	0.180	*0.174	*0.143
C = 0.45E+17	10000.	0.878	0.310	0.238	0.207	0.193	0.165
	20000.	0.885	0.193	0.268	0.236	0.214	0.189
	30000.	0.877	0.960E-01	0.289	0.254	0.228	0.203
	50000.	0.859	0.636E-01	0.320	0.279	0.248	0.223
6S – 8P	2500.	1.93	0.809				
17205.2 Å	5000.	1.88	0.644				
C = 0.53E+16	10000.	1.76	0.424				
	20000.	1.62	0.240	*0.800	*0.662		
	30000.	1.53	0.145	*0.885	*0.718		
	50000.	1.42	0.789E-01	*1.02	*0.795	*0.702	*0.632
6S – 9P	2500.	1.42	-0.877				
15123.0 Å	5000.	1.48	-0.750				
C = 0.10E+17	10000.	1.55	-0.579	*0.421	-0.351		
	20000.	1.54	-0.367	*0.474	-0.406	*0.379	-0.322
	30000.	1.51	-0.296	*0.511	-0.440	*0.403	-0.350
	50000.	1.46	-0.138	*0.567	-0.484	*0.437	-0.387
6S – 10P	2500.	0.887	0.596				
14022.6 Å	5000.	1.00	0.653	*0.254	*0.165		
C = 0.30E+17	10000.	1.12	0.595	*0.272	*0.192		
	20000.	1.26	0.405	*0.293	*0.220	*0.256	*0.176
	30000.	1.34	0.320	*0.307	*0.238	*0.267	*0.190
	50000.	1.41	0.197	0.327	0.262	*0.281	*0.209
7S – 7P	2500.	16.4	9.07	3.90	3.14	*3.22	*2.46
102150.3 Å	5000.	18.1	5.86	4.34	3.66	*3.55	*2.90
C = 0.95E+18	10000.	19.9	3.60	4.85	4.21	3.94	3.35
	20000.	20.6	1.78	5.47	4.80	4.37	3.83
	30000.	21.0	0.682	5.89	5.16	4.65	4.13
	50000.	21.1	0.220E-01	6.53	5.66	5.04	4.53
7S – 8P	2500.	12.2	3.67				
43371.3 Å	5000.	12.1	1.65				
C = 0.34E+17	10000.	11.4	1.05				
	20000.	10.7	0.608	*5.07	*4.19		
	30000.	10.2	0.368E-01	*5.61	*4.55		
	50000.	9.55	-0.316E-01	*6.47	*5.04	*4.45	*4.00
7S – 9P	2500.	6.56	-4.02				
32196.8 Å	5000.	6.86	-3.46				
C = 0.47E+17	10000.	7.20	-2.69	*1.91	-1.60		
	20000.	7.22	-1.77	*2.16	-1.85	*1.72	-1.47
	30000.	7.14	-0.914	*2.33	-2.00	*1.83	-1.59
	50000.	6.95	-0.708	*2.58	-2.20	*1.99	-1.76

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
7S – 10P	2500.	3.44	2.19				
27587.7 Å	5000.	3.89	2.24	*0.978	*0.631		
C = 0.12E+18	10000.	4.40	1.95	*1.05	*0.736		
	20000.	4.99	1.27	*1.13	*0.846	*0.987	*0.674
	30000.	5.36	0.898	*1.18	*0.914	*1.03	*0.729
	50000.	5.66	0.669	1.26	1.00	*1.08	*0.802
8S – 8P	2500.	222.	66.0				
182561.7 Å	5000.	222.	45.1				
C = 0.60E+18	10000.	214.	16.1				
	20000.	206.	4.54	*89.1	*73.6		
	30000.	200.	-1.46	*98.6	*79.8		
	50000.	191.	-2.80	*114.	*88.4	*78.1	*70.2
8S – 10P	2500.	12.9	8.34				
53565.0 Å	5000.	14.8	8.72	*3.63	*2.32		
C = 0.44E+18	10000.	17.1	7.64	*3.88	*2.70		
	20000.	20.0	4.77	*4.17	*3.10	*3.66	*2.47
	30000.	21.7	3.41	*4.37	*3.35	*3.80	*2.67
	50000.	23.1	2.34	4.64	3.68	*4.00	*2.94
4P – 5S	2500.	0.820E-03	0.672E-03	0.209E-03	0.189E-03	0.171E-03	0.151E-03
6143.9 Å	5000.	0.983E-03	0.789E-03	0.233E-03	0.212E-03	0.190E-03	0.170E-03
C = 0.19E+18	10000.	0.114E-02	0.930E-03	0.259E-03	0.239E-03	0.211E-03	0.192E-03
	20000.	0.124E-02	0.996E-03	0.290E-03	0.269E-03	0.235E-03	0.216E-03
	30000.	0.130E-02	0.100E-02	0.310E-03	0.288E-03	0.251E-03	0.231E-03
	50000.	0.136E-02	0.913E-03	0.336E-03	0.313E-03	0.272E-03	0.252E-03
4P – 6S	2500.	0.146E-02	0.111E-02	0.327E-03	0.302E-03	0.263E-03	0.241E-03
3966.5 Å	5000.	0.172E-02	0.131E-02	0.367E-03	0.342E-03	0.295E-03	0.274E-03
C = 0.32E+17	10000.	0.190E-02	0.151E-02	0.412E-03	0.386E-03	0.331E-03	0.310E-03
	20000.	0.202E-02	0.151E-02	0.462E-03	0.434E-03	0.372E-03	0.349E-03
	30000.	0.211E-02	0.143E-02	0.494E-03	0.465E-03	0.398E-03	0.374E-03
	50000.	0.222E-02	0.121E-02	0.538E-03	0.507E-03	0.433E-03	0.408E-03
4P – 7S	2500.	0.329E-02	0.239E-02	0.690E-03	0.628E-03	0.554E-03	0.500E-03
3482.2 Å	5000.	0.377E-02	0.278E-02	0.774E-03	0.715E-03	0.622E-03	0.571E-03
C = 0.12E+17	10000.	0.410E-02	0.293E-02	0.869E-03	0.811E-03	0.699E-03	0.649E-03
	20000.	0.459E-02	0.276E-02	0.975E-03	0.915E-03	0.784E-03	0.735E-03
	30000.	0.489E-02	0.243E-02	0.104E-02	0.981E-03	0.839E-03	0.787E-03
	50000.	0.550E-02	0.202E-02	0.114E-02	0.107E-02	0.914E-03	0.859E-03
4P – 8S	2500.	0.692E-02	0.501E-02	0.141E-02	0.126E-02	0.114E-02	0.999E-03
3281.3 Å	5000.	0.801E-02	0.575E-02	0.159E-02	0.145E-02	0.128E-02	0.115E-02
C = 0.59E+16	10000.	0.863E-02	0.572E-02	0.178E-02	0.165E-02	0.143E-02	0.132E-02
	20000.	0.977E-02	0.485E-02	0.200E-02	0.187E-02	0.161E-02	0.150E-02
	30000.	0.108E-01	0.409E-02	0.214E-02	0.201E-02	0.172E-02	0.161E-02
	50000.	0.122E-01	0.330E-02	0.233E-02	0.219E-02	0.187E-02	0.176E-02
4P – 9S	2500.	0.132E-01	0.946E-02	0.264E-02	0.229E-02	*0.212E-02	*0.180E-02
3176.1 Å	5000.	0.147E-01	0.102E-01	0.296E-02	0.266E-02	0.238E-02	0.211E-02
C = 0.34E+16	10000.	0.167E-01	0.990E-02	0.332E-02	0.304E-02	0.267E-02	0.243E-02
	20000.	0.195E-01	0.770E-02	0.373E-02	0.346E-02	0.300E-02	0.277E-02
	30000.	0.219E-01	0.635E-02	0.399E-02	0.372E-02	0.321E-02	0.298E-02
	50000.	0.242E-01	0.492E-02	0.435E-02	0.407E-02	0.349E-02	0.327E-02
4P – 10S	2500.	0.231E-01	0.160E-01	*0.456E-02	*0.384E-02	*0.367E-02	*0.299E-02
3113.4 Å	5000.	0.259E-01	0.169E-01	0.512E-02	0.451E-02	*0.412E-02	*0.356E-02
C = 0.22E+16	10000.	0.301E-01	0.154E-01	0.575E-02	0.520E-02	*0.462E-02	*0.414E-02
	20000.	0.364E-01	0.114E-01	0.645E-02	0.594E-02	0.519E-02	0.474E-02
	30000.	0.407E-01	0.927E-02	0.691E-02	0.640E-02	0.555E-02	0.512E-02
	50000.	0.446E-01	0.681E-02	0.753E-02	0.702E-02	0.605E-02	0.562E-02
5P – 6S	2500.	0.554E-01	0.270E-01	0.120E-01	0.740E-02	0.111E-01	0.592E-02
25582.3 Å	5000.	0.752E-01	0.338E-01	0.127E-01	0.837E-02	0.116E-01	0.672E-02
C = 0.78E+18	10000.	0.960E-01	0.403E-01	0.134E-01	0.943E-02	0.121E-01	0.757E-02
	20000.	0.117	0.405E-01	0.143E-01	0.106E-01	0.127E-01	0.852E-02
	30000.	0.129	0.367E-01	0.149E-01	0.114E-01	0.132E-01	0.913E-02
	50000.	0.144	0.311E-01	0.158E-01	0.124E-01	0.138E-01	0.995E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
5P – 7S	2500.	0.491E-01	0.338E-01	0.978E-02	0.865E-02	0.800E-02	0.689E-02
13485.3 Å	5000.	0.578E-01	0.395E-01	0.109E-01	0.985E-02	0.889E-02	0.787E-02
C = 0.18E+18	10000.	0.662E-01	0.399E-01	0.122E-01	0.112E-01	0.991E-02	0.894E-02
	20000.	0.768E-01	0.353E-01	0.136E-01	0.126E-01	0.111E-01	0.101E-01
	30000.	0.855E-01	0.315E-01	0.146E-01	0.135E-01	0.118E-01	0.108E-01
	50000.	0.970E-01	0.259E-01	0.158E-01	0.147E-01	0.128E-01	0.118E-01
5P – 8S	2500.	0.768E-01	0.544E-01	0.153E-01	0.136E-01	0.124E-01	0.108E-01
10901.1 Å	5000.	0.871E-01	0.617E-01	0.172E-01	0.156E-01	0.139E-01	0.124E-01
C = 0.65E+17	10000.	0.987E-01	0.615E-01	0.193E-01	0.178E-01	0.155E-01	0.142E-01
	20000.	0.114	0.488E-01	0.216E-01	0.202E-01	0.174E-01	0.161E-01
	30000.	0.128	0.417E-01	0.232E-01	0.216E-01	0.186E-01	0.174E-01
	50000.	0.144	0.334E-01	0.252E-01	0.236E-01	0.203E-01	0.190E-01
5P – 9S	2500.	0.126	0.885E-01	0.250E-01	0.217E-01	0.201E-01	0.171E-01
9820.3 Å	5000.	0.140	0.984E-01	0.281E-01	0.252E-01	0.226E-01	0.200E-01
C = 0.33E+17	10000.	0.163	0.928E-01	0.315E-01	0.289E-01	0.254E-01	0.230E-01
	20000.	0.192	0.687E-01	0.354E-01	0.328E-01	0.285E-01	0.262E-01
	30000.	0.216	0.539E-01	0.379E-01	0.353E-01	0.305E-01	0.282E-01
	50000.	0.240	0.427E-01	0.413E-01	0.386E-01	0.332E-01	0.310E-01
5P – 10S	2500.	0.215	0.147	*0.401E-01	*0.337E-01	*0.322E-01	*0.263E-01
9244.9 Å	5000.	0.229	0.147	0.450E-01	0.396E-01	*0.362E-01	*0.313E-01
C = 0.19E+17	10000.	0.266	0.136	0.505E-01	0.457E-01	*0.406E-01	*0.364E-01
	20000.	0.327	0.939E-01	0.567E-01	0.522E-01	0.456E-01	0.417E-01
	30000.	0.365	0.723E-01	0.607E-01	0.562E-01	0.488E-01	0.450E-01
	50000.	0.399	0.536E-01	0.662E-01	0.617E-01	0.532E-01	0.494E-01
6P – 7S	2500.	2.24	-0.615	0.435	-0.330	0.378	-0.262
68581.9 Å	5000.	2.90	-0.262	0.474	-0.377	0.406	-0.301
C = 0.10E+19	10000.	3.46	0.402E-02	0.521	-0.428	0.439	-0.342
	20000.	3.95	0.205	0.577	-0.484	0.478	-0.388
	30000.	4.24	0.242	0.617	-0.518	0.503	-0.416
	50000.	4.53	0.332	0.677	-0.566	0.538	-0.454
6P – 8S	2500.	0.715	0.227	0.719E-01	0.474E-01	0.651E-01	0.378E-01
31094.3 Å	5000.	0.917	0.284	0.766E-01	0.540E-01	0.683E-01	0.432E-01
C = 0.22E+18	10000.	1.12	0.313	0.825E-01	0.612E-01	0.722E-01	0.490E-01
	20000.	1.32	0.267	0.898E-01	0.691E-01	0.769E-01	0.555E-01
	30000.	1.45	0.229	0.949E-01	0.741E-01	0.800E-01	0.594E-01
	50000.	1.58	0.208	0.102	0.810E-01	0.843E-01	0.649E-01
6P – 9S	2500.	0.783	0.434	0.123	0.105	0.999E-01	0.825E-01
23665.2 Å	5000.	0.932	0.457	0.137	0.121	0.111	0.961E-01
C = 0.12E+18	10000.	1.11	0.435	0.153	0.138	0.124	0.110
	20000.	1.34	0.315	0.172	0.157	0.139	0.126
	30000.	1.49	0.252	0.185	0.169	0.148	0.135
	50000.	1.62	0.197	0.202	0.185	0.161	0.148
6P – 10S	2500.	1.05	0.678	*0.186	*0.156	*0.150	*0.122
20578.7 Å	5000.	1.22	0.689	0.208	0.183	*0.168	*0.145
C = 0.94E+17	10000.	1.45	0.582	0.234	0.211	*0.188	*0.168
	20000.	1.79	0.383	0.263	0.241	0.211	0.192
	30000.	1.98	0.317	0.282	0.259	0.226	0.207
	50000.	2.15	0.198	0.308	0.284	0.246	0.227
7P – 8S	2500.	27.1	-9.03	5.55	-4.43	*4.61	-3.48
128376.3 Å	5000.	33.0	-5.24	6.16	-5.16	*5.07	-4.09
C = 0.15E+19	10000.	37.1	-1.74	6.88	-5.92	5.60	-4.72
	20000.	40.7	0.548	7.75	-6.74	6.20	-5.39
	30000.	42.7	1.37	8.36	-7.25	6.59	-5.80
	50000.	44.3	2.31	9.29	-7.94	7.13	-6.36
7P – 9S	2500.	6.44	0.152	0.736	-0.545	*0.635	-0.430
55910.9 Å	5000.	7.93	0.628	0.806	-0.630	0.684	-0.500
C = 0.29E+18	10000.	9.40	1.06	0.891	-0.719	0.741	-0.574
	20000.	10.9	0.942	1.00	-0.817	0.808	-0.654
	30000.	11.7	0.894	1.08	-0.879	0.852	-0.703
	50000.	12.3	0.800	1.22	-0.960	0.914	-0.771

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
7P – 10S	2500.	5.04	1.59	0.427	0.323	*0.366	*0.255
41282.6 Å	5000.	6.24	1.85	0.469	0.374	0.396	0.297
C = 0.16E+18	10000.	7.51	1.60	0.518	0.427	0.430	0.341
	20000.	9.01	1.09	0.578	0.485	0.470	0.388
	30000.	9.80	0.901	0.618	0.523	0.496	0.418
	50000.	10.4	0.597	0.676	0.572	0.532	0.458
4P – 4D	2500.	0.943E-03	-0.329E-03	0.247E-03	-0.113E-03	0.239E-03	-0.906E-04
4446.3 Å	5000.	0.106E-02	-0.183E-03	0.253E-03	-0.127E-03	0.243E-03	-0.102E-03
C = 0.23E+17	10000.	0.126E-02	-0.291E-04	0.262E-03	-0.143E-03	0.248E-03	-0.115E-03
	20000.	0.141E-02	0.107E-03	0.273E-03	-0.161E-03	0.254E-03	-0.130E-03
	30000.	0.149E-02	0.135E-03	0.281E-03	-0.173E-03	0.259E-03	-0.139E-03
	50000.	0.157E-02	0.164E-03	0.294E-03	-0.188E-03	0.265E-03	-0.151E-03
4P – 5D	2500.	0.511E-02	-0.304E-02	0.116E-02	-0.944E-03	0.984E-03	-0.750E-03
3638.7 Å	5000.	0.530E-02	-0.252E-02	0.128E-02	-0.108E-02	0.107E-02	-0.861E-03
C = 0.30E+16	10000.	0.577E-02	-0.164E-02	0.142E-02	-0.122E-02	0.118E-02	-0.980E-03
	20000.	0.599E-02	-0.101E-02	0.159E-02	-0.138E-02	0.129E-02	-0.111E-02
	30000.	0.598E-02	-0.652E-03	0.170E-02	-0.148E-02	0.137E-02	-0.119E-02
	50000.	0.595E-02	-0.336E-03	0.187E-02	-0.162E-02	0.148E-02	-0.130E-02
4P – 6D	2500.	0.149E-01	-0.898E-02	0.346E-02	-0.282E-02	*0.285E-02	-0.222E-02
3357.1 Å	5000.	0.153E-01	-0.737E-02	0.385E-02	-0.328E-02	0.315E-02	-0.260E-02
C = 0.10E+16	10000.	0.160E-01	-0.522E-02	0.431E-02	-0.376E-02	0.349E-02	-0.300E-02
	20000.	0.163E-01	-0.362E-02	0.487E-02	-0.428E-02	0.388E-02	-0.342E-02
	30000.	0.160E-01	-0.222E-02	0.525E-02	-0.460E-02	0.413E-02	-0.368E-02
	50000.	0.156E-01	-0.124E-02	0.583E-02	-0.504E-02	0.447E-02	-0.404E-02
4P – 7D	2500.	0.529E-01	-0.250E-01				
3221.5 Å	5000.	0.506E-01	-0.188E-01	*0.162E-01	-0.131E-01		
C = 0.19E+15	10000.	0.489E-01	-0.118E-01	*0.185E-01	-0.154E-01		
	20000.	0.459E-01	-0.577E-02	*0.217E-01	-0.178E-01	*0.161E-01	-0.142E-01
	30000.	0.436E-01	-0.406E-02	*0.241E-01	-0.193E-01	*0.172E-01	-0.154E-01
	50000.	0.408E-01	-0.235E-02	*0.278E-01	-0.214E-01	*0.188E-01	-0.170E-01
4P – 8D	2500.	0.616E-01	-0.556E-02	*0.793E-02	-0.570E-02		
3146.8 Å	5000.	0.725E-01	-0.184E-02	*0.878E-02	-0.677E-02	*0.730E-02	-0.532E-02
C = 0.35E+15	10000.	0.786E-01	-0.170E-03	*0.983E-02	-0.786E-02	*0.798E-02	-0.623E-02
	20000.	0.790E-01	0.146E-02	*0.112E-01	-0.900E-02	*0.876E-02	-0.718E-02
	30000.	0.771E-01	0.144E-02	0.123E-01	-0.971E-02	*0.928E-02	-0.776E-02
	50000.	0.729E-01	0.131E-02	0.142E-01	-0.107E-01	*0.100E-01	-0.853E-02
4P – 9D	2500.	0.304E-01	0.129E-01	*0.909E-02	*0.317E-02		
3077.2 Å	5000.	0.399E-01	0.128E-01	*0.929E-02	*0.371E-02		
C = 0.15E+16	10000.	0.522E-01	0.110E-01	*0.950E-02	*0.427E-02	*0.917E-02	*0.340E-02
	20000.	0.658E-01	0.813E-02	0.976E-02	0.486E-02	*0.934E-02	*0.389E-02
	30000.	0.725E-01	0.660E-02	0.994E-02	0.524E-02	*0.945E-02	*0.419E-02
	50000.	0.786E-01	0.470E-02	0.102E-01	0.574E-02	*0.961E-02	*0.460E-02
4P – 10D	2500.	0.695E-01	-0.411E-01				
3051.5 Å	5000.	0.791E-01	-0.281E-01				
C = 0.68E+15	10000.	0.987E-01	-0.202E-01	*0.204E-01	-0.147E-01		
	20000.	0.117	-0.115E-01	*0.222E-01	-0.171E-01		
	30000.	0.124	-0.755E-02	*0.233E-01	-0.185E-01		
	50000.	0.131	-0.393E-02	*0.249E-01	-0.203E-01	*0.212E-01	-0.162E-01
5P – 5D	2500.	0.111	-0.675E-01	0.244E-01	-0.196E-01	0.207E-01	-0.155E-01
16180.3 Å	5000.	0.118	-0.600E-01	0.268E-01	-0.224E-01	0.225E-01	-0.178E-01
C = 0.58E+17	10000.	0.126	-0.430E-01	0.297E-01	-0.254E-01	0.246E-01	-0.203E-01
	20000.	0.136	-0.297E-01	0.331E-01	-0.287E-01	0.270E-01	-0.230E-01
	30000.	0.137	-0.217E-01	0.354E-01	-0.308E-01	0.286E-01	-0.247E-01
	50000.	0.138	-0.141E-01	0.389E-01	-0.336E-01	0.308E-01	-0.270E-01
5P – 6D	2500.	0.188	-0.116	0.430E-01	-0.350E-01	*0.355E-01	-0.275E-01
11784.4 Å	5000.	0.194	-0.917E-01	0.479E-01	-0.407E-01	0.392E-01	-0.322E-01
C = 0.13E+17	10000.	0.203	-0.648E-01	0.536E-01	-0.467E-01	0.434E-01	-0.372E-01
	20000.	0.209	-0.379E-01	0.604E-01	-0.531E-01	0.482E-01	-0.424E-01
	30000.	0.207	-0.263E-01	0.652E-01	-0.571E-01	0.513E-01	-0.457E-01
	50000.	0.203	-0.144E-01	0.723E-01	-0.626E-01	0.556E-01	-0.501E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
5P – 7D	2500.	0.540	-0.249				
10267.8 Å	5000.	0.517	-0.172	*0.165	-0.133		
C = 0.19E+16	10000.	0.501	-0.119	*0.188	-0.157		
	20000.	0.472	-0.548E-01	*0.220	-0.181	*0.163	-0.144
	30000.	0.451	-0.369E-01	*0.245	-0.196	*0.175	-0.156
	50000.	0.422	-0.193E-01	*0.283	-0.217	*0.191	-0.172
5P – 8D	2500.	0.568	-0.540E-01	*0.732E-01	-0.525E-01		
9545.3 Å	5000.	0.669	-0.231E-01	*0.810E-01	-0.624E-01	*0.674E-01	-0.490E-01
C = 0.32E+16	10000.	0.727	0.102E-02	*0.906E-01	-0.724E-01	*0.736E-01	-0.574E-01
	20000.	0.732	0.809E-02	*0.104	-0.830E-01	*0.808E-01	-0.662E-01
	30000.	0.715	0.104E-01	0.114	-0.895E-01	*0.856E-01	-0.716E-01
	50000.	0.677	0.119E-01	0.131	-0.987E-01	*0.924E-01	-0.787E-01
5P – 9D	2500.	0.257	0.114	*0.767E-01	*0.266E-01		
8932.6 Å	5000.	0.338	0.107	*0.784E-01	*0.311E-01		
C = 0.12E+17	10000.	0.444	0.901E-01	*0.802E-01	*0.358E-01	*0.774E-01	*0.285E-01
	20000.	0.559	0.623E-01	0.823E-01	0.408E-01	*0.788E-01	*0.326E-01
	30000.	0.616	0.493E-01	0.838E-01	0.439E-01	*0.797E-01	*0.352E-01
	50000.	0.668	0.336E-01	0.860E-01	0.482E-01	*0.811E-01	*0.386E-01
5P – 10D	2500.	0.569	-0.333				
8719.1 Å	5000.	0.649	-0.245				
C = 0.55E+16	10000.	0.810	-0.146	*0.167	-0.120		
	20000.	0.956	-0.872E-01	*0.181	-0.139		
	30000.	1.02	-0.561E-01	*0.191	-0.151		
	50000.	1.07	-0.120E-01	*0.204	-0.166	*0.173	-0.133
6P – 6D	2500.	2.78	-1.60	0.551	-0.445	*0.455	-0.349
39550.7 Å	5000.	2.93	-1.36	0.614	-0.519	*0.503	-0.411
C = 0.14E+18	10000.	2.98	-0.992	0.687	-0.596	0.557	-0.475
	20000.	3.07	-0.598	0.775	-0.679	0.618	-0.543
	30000.	3.04	-0.448	0.836	-0.731	0.658	-0.585
	50000.	2.95	-0.282	0.928	-0.801	0.712	-0.641
6P – 7D	2500.	3.85	-1.54				
26442.6 Å	5000.	3.74	-1.03	*1.11	-0.894		
C = 0.13E+17	10000.	3.62	-0.667	*1.27	-1.05		
	20000.	3.45	-0.417	*1.48	-1.22	*1.10	-0.968
	30000.	3.30	-0.200	*1.64	-1.32	*1.18	-1.05
	50000.	3.09	-0.918E-01	*1.90	-1.46	*1.29	-1.16
6P – 8D	2500.	3.16	-0.409	*0.407	-0.292		
22128.6 Å	5000.	3.74	-0.234	*0.450	-0.347	*0.374	-0.273
C = 0.17E+17	10000.	4.08	-0.101	*0.504	-0.403	*0.409	-0.320
	20000.	4.13	-0.255E-01	*0.576	-0.462	*0.449	-0.369
	30000.	4.04	0.119E-01	0.632	-0.499	*0.476	-0.399
	50000.	3.84	0.261E-01	0.726	-0.549	*0.514	-0.438
6P – 9D	2500.	1.22	0.452	*0.350	*0.111		
19092.6 Å	5000.	1.63	0.441	*0.356	*0.129		
C = 0.56E+17	10000.	2.15	0.335	*0.363	*0.149	*0.353	*0.118
	20000.	2.69	0.219	0.371	0.169	*0.358	*0.135
	30000.	2.96	0.183	0.377	0.182	*0.361	*0.146
	50000.	3.20	0.102	0.386	0.200	*0.366	*0.160
6P – 10D	2500.	2.56	-1.43				
18143.5 Å	5000.	2.93	-1.12				
C = 0.24E+17	10000.	3.63	-0.646	*0.731	-0.528		
	20000.	4.28	-0.397	*0.794	-0.611		
	30000.	4.55	-0.193	*0.835	-0.662		
	50000.	4.78	-0.703E-01	*0.894	-0.729	*0.757	-0.582
7P – 7D	2500.	36.9	-16.1				
74364.9 Å	5000.	36.2	-11.6				
C = 0.10E+18	10000.	35.1	-8.37	*10.8	-8.95		
	20000.	33.7	-3.67	*12.6	-10.4		
	30000.	32.2	-2.74	*13.9	-11.2	*10.0	-8.93
	50000.	30.2	-1.81	*16.1	-12.4	*10.9	-9.86

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
7P – 8D	2500.	17.2	-3.48	*2.23	-1.61		
48031.4 Å	5000.	20.2	-2.32	*2.48	-1.93		
C = 0.82E+17	10000.	21.8	-1.37	*2.78	-2.25	*2.25	-1.78
	20000.	22.0	-0.537	*3.17	-2.59	*2.48	-2.06
	30000.	21.5	-0.199	*3.48	-2.79	*2.63	-2.23
	50000.	20.4	-0.709E-01	3.98	-3.07	*2.84	-2.45
7P – 9D	2500.	5.01	0.725	*1.21	*0.978E-01		
35707.0 Å	5000.	6.76	0.804	*1.22	*0.112		
C = 0.12E+18	10000.	8.76	0.637	*1.23	*0.130	*1.22	*0.102
	20000.	10.7	0.462	1.24	0.150	*1.22	*0.115
	30000.	11.7	0.397	1.25	0.156	*1.22	*0.124
	50000.	12.5	0.244	1.26	0.146	*1.23	*0.135
7P – 10D	2500.	9.38	-4.52				
32524.9 Å	5000.	10.7	-3.50				
C = 0.77E+17	10000.	12.9	-1.73				
	20000.	15.0	-0.665	*2.70	-2.10		
	30000.	15.8	-0.411	*2.85	-2.27		
	50000.	16.4	-0.267	*3.06	-2.50	*2.56	-2.00
9P – 9D	2500.	200.	99.8				
148451.6 Å	5000.	230.	89.8				
C = 0.99E+18	10000.	263.	64.8	*48.4	*37.0		
	20000.	293.	44.0	*53.6	*42.8		
	30000.	306.	25.3	*57.2	*46.4		
	50000.	315.	19.5	*62.7	*51.1	*50.0	*40.8
4D – 5P	2500.	0.724	0.416	0.175	0.108	0.162	0.867E-01
84142.5 Å	5000.	0.797	0.411	0.184	0.123	0.168	0.984E-01
C = 0.84E+19	10000.	0.882	0.366	0.196	0.138	0.176	0.111
	20000.	1.01	0.266	0.210	0.156	0.185	0.125
	30000.	1.09	0.227	0.219	0.167	0.192	0.134
	50000.	1.16	0.191	0.233	0.182	0.201	0.146
4D – 6P	2500.	0.233	0.157	0.529E-01	0.427E-01	0.447E-01	0.338E-01
20969.1 Å	5000.	0.247	0.147	0.583E-01	0.489E-01	0.488E-01	0.390E-01
C = 0.98E+17	10000.	0.261	0.123	0.647E-01	0.556E-01	0.535E-01	0.445E-01
	20000.	0.269	0.911E-01	0.721E-01	0.630E-01	0.589E-01	0.505E-01
	30000.	0.270	0.713E-01	0.772E-01	0.676E-01	0.624E-01	0.542E-01
	50000.	0.268	0.527E-01	0.846E-01	0.738E-01	0.672E-01	0.592E-01
4D – 7P	2500.	0.318	0.208	0.749E-01	0.604E-01	*0.618E-01	*0.473E-01
13877.4 Å	5000.	0.331	0.181	0.834E-01	0.705E-01	*0.683E-01	*0.558E-01
C = 0.18E+17	10000.	0.343	0.143	0.933E-01	0.811E-01	0.756E-01	0.646E-01
	20000.	0.340	0.101	0.105	0.924E-01	0.840E-01	0.738E-01
	30000.	0.334	0.733E-01	0.113	0.995E-01	0.895E-01	0.796E-01
	50000.	0.324	0.506E-01	0.125	0.109	0.969E-01	0.873E-01
4D – 8P	2500.	0.899	0.379				
11719.6 Å	5000.	0.877	0.299				
C = 0.25E+16	10000.	0.818	0.200				
	20000.	0.749	0.121	*0.372	*0.307		
	30000.	0.706	0.870E-01	*0.411	*0.334		
	50000.	0.651	0.536E-01	*0.474	*0.369	*0.326	*0.293
4D – 9P	2500.	0.712	-0.439				
10714.7 Å	5000.	0.741	-0.372				
C = 0.52E+16	10000.	0.773	-0.290	*0.211	-0.176		
	20000.	0.767	-0.199	*0.238	-0.204	*0.190	-0.162
	30000.	0.753	-0.139	*0.256	-0.220	*0.202	-0.176
	50000.	0.727	-0.925E-01	*0.284	-0.243	*0.219	-0.194
4D – 10P	2500.	0.467	0.310				
10150.4 Å	5000.	0.527	0.341	*0.133	*0.864E-01		
C = 0.16E+17	10000.	0.588	0.323	*0.143	*0.101		
	20000.	0.657	0.250	*0.154	*0.116	*0.135	*0.922E-01
	30000.	0.699	0.184	*0.161	*0.125	*0.140	*0.998E-01
	50000.	0.733	0.142	0.172	0.137	*0.148	*0.110

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
5D – 6P	2500.	173.	106.	32.9	26.5	27.6	21.0
448510.9 Å	5000.	183.	94.6	36.3	30.5	30.2	24.3
C = 0.45E+20	10000.	189.	75.8	40.4	34.8	33.2	27.8
	20000.	197.	52.4	45.2	39.5	36.6	31.6
	30000.	198.	43.7	48.5	42.4	38.8	34.0
	50000.	194.	27.7	53.4	46.3	41.9	37.2
5D – 7P	2500.	4.04	2.45	*0.845	*0.678	*0.697	*0.530
45165.1 Å	5000.	4.23	2.17	0.941	0.793	*0.770	*0.627
C = 0.19E+18	10000.	4.35	1.67	1.05	0.913	*0.853	*0.726
	20000.	4.35	1.07	1.19	1.04	0.947	0.831
	30000.	4.29	0.874	1.28	1.12	1.01	0.896
	50000.	4.14	0.461	1.42	1.23	1.09	0.983
5D – 8P	2500.	5.47	2.31				
28242.0 Å	5000.	5.36	1.89				
C = 0.14E+17	10000.	5.03	1.30				
	20000.	4.63	0.759	*2.17	*1.80		
	30000.	4.39	0.548	*2.40	*1.95		
	50000.	4.06	0.287	*2.77	*2.16	*1.91	*1.71
5D – 9P	2500.	3.35	-1.98				
23035.9 Å	5000.	3.53	-1.65				
C = 0.24E+17	10000.	3.72	-1.28	*0.968	-0.807		
	20000.	3.71	-0.860	*1.09	-0.933	*0.872	-0.741
	30000.	3.66	-0.618	*1.18	-1.01	*0.928	-0.804
	50000.	3.54	-0.365	*1.31	-1.11	*1.00	-0.888
5D – 10P	2500.	2.04	1.31				
20576.3 Å	5000.	2.31	1.46	*0.555	*0.361		
C = 0.66E+17	10000.	2.57	1.34	*0.595	*0.421		
	20000.	2.86	0.926	*0.642	*0.484	*0.560	*0.386
	30000.	3.03	0.767	*0.674	*0.523	*0.583	*0.417
	50000.	3.16	0.451	0.718	0.575	*0.615	*0.459
6D – 9P	2500.	15.9	-8.03				
49125.3 Å	5000.	17.6	-6.38	*3.75	-2.95		
C = 0.11E+18	10000.	18.8	-4.94	*4.20	-3.47		
	20000.	18.9	-3.01	*4.74	-4.01	*3.78	-3.19
	30000.	18.7	-2.41	*5.12	-4.34	*4.01	-3.46
	50000.	18.2	-1.08	*5.71	-4.77	*4.34	-3.82
6D – 10P	2500.	8.73	5.20				
39146.5 Å	5000.	9.83	5.69	*2.14	*1.44		
C = 0.14E+18	10000.	10.8	5.16	*2.31	*1.68		
	20000.	11.8	3.53	*2.51	*1.93	*2.16	*1.54
	30000.	12.4	2.20	*2.65	*2.09	*2.26	*1.66
	50000.	12.8	1.70	*2.84	*2.29	*2.39	*1.83
PERTURBER DENSITY = 1.E+15 cm^{-3}							
4S – 4P	2500.	0.103E-02	0.583E-03	0.583E-03	0.161E-03	0.579E-03	0.129E-03
4227.9 Å	5000.	0.115E-02	0.667E-03	0.587E-03	0.182E-03	0.581E-03	0.146E-03
C = 0.17E+19	10000.	0.124E-02	0.797E-03	0.593E-03	0.205E-03	0.584E-03	0.165E-03
	20000.	0.143E-02	0.807E-03	0.600E-03	0.231E-03	0.588E-03	0.185E-03
	30000.	0.162E-02	0.724E-03	0.605E-03	0.247E-03	0.591E-03	0.198E-03
	50000.	0.193E-02	0.585E-03	0.613E-03	0.269E-03	0.595E-03	0.216E-03
4S – 5P	2500.	0.672E-02	0.496E-02	0.182E-02	0.132E-02	0.159E-02	0.104E-02
2722.5 Å	5000.	0.726E-02	0.471E-02	0.198E-02	0.153E-02	0.170E-02	0.121E-02
C = 0.42E+17	10000.	0.798E-02	0.371E-02	0.216E-02	0.175E-02	0.184E-02	0.139E-02
	20000.	0.864E-02	0.290E-02	0.239E-02	0.198E-02	0.200E-02	0.159E-02
	30000.	0.878E-02	0.246E-02	0.254E-02	0.213E-02	0.210E-02	0.171E-02
	50000.	0.887E-02	0.185E-02	0.276E-02	0.233E-02	0.224E-02	0.187E-02
4S – 6P	2500.	0.778E-02	0.386E-02	0.265E-02	0.996E-03	*0.258E-02	*0.785E-03
2399.3 Å	5000.	0.946E-02	0.460E-02	0.271E-02	0.115E-02	0.263E-02	0.913E-03
C = 0.57E+17	10000.	0.114E-01	0.507E-02	0.277E-02	0.131E-02	0.267E-02	0.105E-02
	20000.	0.135E-01	0.475E-02	0.286E-02	0.149E-02	0.272E-02	0.119E-02
	30000.	0.147E-01	0.441E-02	0.291E-02	0.160E-02	0.276E-02	0.128E-02
	50000.	0.160E-01	0.369E-02	0.300E-02	0.175E-02	0.281E-02	0.141E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
4S – 7P	2500.	0.227E-01	0.669E-02	*0.844E-02	*0.160E-02		
2201.4 Å	5000.	0.297E-01	0.844E-02	*0.858E-02	*0.187E-02	*0.848E-02	*0.148E-02
C = 0.21E+17	10000.	0.381E-01	0.929E-02	*0.865E-02	*0.215E-02	*0.858E-02	*0.171E-02
	20000.	0.471E-01	0.889E-02	0.871E-02	0.246E-02	*0.863E-02	*0.196E-02
	30000.	0.523E-01	0.776E-02	0.875E-02	0.264E-02	*0.865E-02	*0.212E-02
	50000.	0.579E-01	0.650E-02	0.880E-02	0.290E-02	0.869E-02	0.232E-02
4S – 8P	2500.	0.408E-01	0.289E-02				
2151.5 Å	5000.	0.549E-01	0.694E-02	*0.154E-01	-0.157E-02		
C = 0.13E+17	10000.	0.721E-01	0.877E-02	*0.155E-01	-0.180E-02		
	20000.	0.910E-01	0.892E-02	*0.156E-01	-0.205E-02	*0.155E-01	-0.164E-02
	30000.	0.101	0.801E-02	*0.156E-01	-0.221E-02	*0.156E-01	-0.177E-02
	50000.	0.112	0.709E-02	0.156E-01	-0.242E-02	*0.156E-01	-0.194E-02
4S – 9P	2500.	0.825E-01	-0.430E-01				
2119.3 Å	5000.	0.982E-01	-0.482E-01				
C = 0.11E+17	10000.	0.116	-0.474E-01				
	20000.	0.135	-0.404E-01	*0.309E-01	-0.162E-01		
	30000.	0.144	-0.341E-01	*0.317E-01	-0.176E-01		
	50000.	0.153	-0.265E-01	*0.327E-01	-0.195E-01		
4S – 10P	2500.	*0.216	*0.131				
2098.1 Å	5000.	*0.242	*0.152				
C = 0.66E+16	10000.	0.268	0.146				
	20000.	0.298	0.117				
	30000.	0.317	0.958E-01				
	50000.	0.331	0.712E-01				
5S – 5P	2500.	0.736	0.370	0.187	0.127	0.167	0.100
29288.1 Å	5000.	0.921	0.227	0.201	0.146	0.177	0.116
C = 0.49E+19	10000.	1.14	0.100	0.218	0.167	0.188	0.133
	20000.	1.27	0.185E-01	0.238	0.189	0.202	0.151
	30000.	1.34	-0.308E-01	0.252	0.203	0.211	0.163
	50000.	1.40	-0.471E-01	0.273	0.222	0.224	0.178
5S – 6P	2500.	0.183	0.842E-01	0.646E-01	0.203E-01	*0.634E-01	*0.160E-01
11959.2 Å	5000.	0.224	0.902E-01	0.655E-01	0.234E-01	0.642E-01	0.186E-01
C = 0.14E+19	10000.	0.283	0.910E-01	0.665E-01	0.266E-01	0.649E-01	0.213E-01
	20000.	0.354	0.706E-01	0.677E-01	0.302E-01	0.656E-01	0.242E-01
	30000.	0.399	0.625E-01	0.686E-01	0.325E-01	0.662E-01	0.260E-01
	50000.	0.449	0.565E-01	0.700E-01	0.354E-01	0.670E-01	0.285E-01
5S – 7P	2500.	0.320	0.917E-01	*0.119	*0.211E-01		
8258.9 Å	5000.	0.419	0.115	*0.121	*0.247E-01	*0.119	*0.195E-01
C = 0.30E+18	10000.	0.541	0.114	*0.121	*0.284E-01	*0.121	*0.226E-01
	20000.	0.677	0.105	0.122	0.323E-01	*0.121	*0.258E-01
	30000.	0.756	0.946E-01	0.123	0.348E-01	*0.122	*0.279E-01
	50000.	0.840	0.807E-01	0.123	0.382E-01	0.122	0.306E-01
5S – 8P	2500.	0.510	0.327E-01				
7597.3 Å	5000.	0.687	0.786E-01	*0.192	-0.210E-01		
C = 0.16E+18	10000.	0.906	0.108	*0.193	-0.242E-01		
	20000.	1.15	0.104	*0.194	-0.275E-01	*0.194	-0.220E-01
	30000.	1.28	0.931E-01	*0.195	-0.296E-01	*0.194	-0.237E-01
	50000.	1.42	0.928E-01	0.195	-0.325E-01	*0.194	-0.260E-01
5S – 9P	2500.	0.959	-0.499				
7211.3 Å	5000.	1.14	-0.559				
C = 0.12E+18	10000.	1.35	-0.552				
	20000.	1.58	-0.467	*0.359	-0.188		
	30000.	1.69	-0.379	*0.367	-0.205		
	50000.	1.79	-0.304	*0.379	-0.227		
5S – 10P	2500.	*2.38	*1.46				
6971.1 Å	5000.	*2.68	*1.75				
C = 0.73E+17	10000.	2.97	1.57				
	20000.	3.31	1.13				
	30000.	3.51	0.914				
	50000.	3.68	0.541				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
6S – 7P	2500.	2.03	0.110	*0.772	-0.398E-01		
21119.7 Å	5000.	2.81	0.172	*0.782	-0.456E-01	*0.777	-0.363E-01
C = 0.19E+19	10000.	3.84	0.154	*0.786	-0.518E-01	*0.784	-0.414E-01
	20000.	5.00	0.175	0.787	-0.587E-01	*0.787	-0.470E-01
	30000.	5.63	0.155	0.788	-0.630E-01	*0.787	-0.505E-01
	50000.	6.27	0.147	0.788	-0.704E-01	0.788	-0.551E-01
6S – 8P	2500.	2.66	-0.402E-01				
17273.0 Å	5000.	3.65	0.101	*0.995	-0.177		
C = 0.83E+18	10000.	4.91	0.154	*1.01	-0.205		
	20000.	6.33	0.223	*1.01	-0.234	*1.01	-0.187
	30000.	7.10	0.202	*1.02	-0.252	*1.01	-0.202
	50000.	7.87	0.230	1.02	-0.277	*1.01	-0.222
6S – 9P	2500.	4.55	-2.33				
15399.0 Å	5000.	5.50	-2.64				
C = 0.56E+18	10000.	6.55	-2.64				
	20000.	7.63	-2.24				
	30000.	8.17	-1.90	*1.69	-0.964		
	50000.	8.65	-1.45	*1.75	-1.07		
6S – 10P	2500.	*10.1	*6.17				
14343.8 Å	5000.	*11.4	*7.02				
C = 0.31E+18	10000.	12.7	6.52				
	20000.	14.2	4.27				
	30000.	15.2	3.32				
	50000.	15.9	2.12				
4P – 5S	2500.	0.363E-01	0.222E-01	0.827E-02	0.628E-02	0.722E-02	0.500E-02
12678.8 Å	5000.	0.407E-01	0.278E-01	0.898E-02	0.714E-02	0.774E-02	0.571E-02
C = 0.83E+19	10000.	0.441E-01	0.325E-01	0.979E-02	0.809E-02	0.835E-02	0.648E-02
	20000.	0.496E-01	0.322E-01	0.107E-01	0.911E-02	0.906E-02	0.732E-02
	30000.	0.535E-01	0.290E-01	0.113E-01	0.977E-02	0.953E-02	0.784E-02
	50000.	0.618E-01	0.241E-01	0.122E-01	0.107E-01	0.102E-01	0.856E-02
4P – 6S	2500.	0.668E-01	0.494E-01	0.145E-01	0.123E-01	0.117E-01	0.957E-02
5869.2 Å	5000.	0.756E-01	0.588E-01	0.163E-01	0.144E-01	0.131E-01	0.113E-01
C = 0.34E+18	10000.	0.790E-01	0.596E-01	0.182E-01	0.165E-01	0.147E-01	0.132E-01
	20000.	0.821E-01	0.554E-01	0.205E-01	0.189E-01	0.165E-01	0.151E-01
	30000.	0.848E-01	0.479E-01	0.219E-01	0.203E-01	0.176E-01	0.163E-01
	50000.	0.908E-01	0.401E-01	0.239E-01	0.223E-01	0.192E-01	0.178E-01
4P – 7S	2500.	0.547E-01	0.405E-01	0.122E-01	0.102E-01	0.983E-02	0.794E-02
4848.7 Å	5000.	0.652E-01	0.485E-01	0.137E-01	0.120E-01	0.110E-01	0.948E-02
C = 0.27E+18	10000.	0.716E-01	0.552E-01	0.154E-01	0.139E-01	0.124E-01	0.110E-01
	20000.	0.746E-01	0.547E-01	0.173E-01	0.159E-01	0.139E-01	0.127E-01
	30000.	0.766E-01	0.516E-01	0.185E-01	0.171E-01	0.149E-01	0.137E-01
	50000.	0.787E-01	0.446E-01	0.201E-01	0.188E-01	0.162E-01	0.150E-01
4P – 8S	2500.	0.789E-01	-0.115E-01	0.848E-02	-0.717E-02	0.682E-02	-0.560E-02
4497.4 Å	5000.	0.115	-0.731E-03	0.951E-02	-0.840E-02	0.765E-02	-0.663E-02
C = 0.93E+17	10000.	0.158	0.818E-02	0.107E-01	-0.967E-02	0.859E-02	-0.769E-02
	20000.	0.210	0.129E-01	0.120E-01	-0.110E-01	0.964E-02	-0.881E-02
	30000.	0.240	0.130E-01	0.129E-01	-0.119E-01	0.103E-01	-0.950E-02
	50000.	0.274	0.146E-01	0.141E-01	-0.130E-01	0.112E-01	-0.104E-01
4P – 9S	2500.	0.181	0.970E-01	*0.277E-01	*0.210E-01	*0.222E-01	*0.159E-01
4313.6 Å	5000.	0.230	0.103	*0.311E-01	*0.258E-01	*0.250E-01	*0.200E-01
C = 0.65E+17	10000.	0.298	0.979E-01	*0.349E-01	*0.305E-01	*0.281E-01	*0.240E-01
	20000.	0.383	0.804E-01	0.392E-01	0.353E-01	*0.315E-01	*0.280E-01
	30000.	0.436	0.679E-01	0.419E-01	0.382E-01	*0.337E-01	*0.304E-01
	50000.	0.491	0.520E-01	0.457E-01	0.421E-01	*0.367E-01	*0.336E-01
4P – 10S	2500.	0.369	0.216				
4204.3 Å	5000.	0.444	0.230				
C = 0.40E+17	10000.	0.557	0.212	*0.819E-01	*0.680E-01		
	20000.	0.703	0.159	*0.920E-01	*0.803E-01		
	30000.	0.790	0.131	*0.985E-01	*0.877E-01		
	50000.	0.873	0.946E-01	*0.107	*0.972E-01	*0.862E-01	*0.773E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
5P – 6S	2500.	1.33	0.703	0.222	0.176	0.186	0.138
25260.1 Å	5000.	1.66	0.834	0.246	0.205	0.204	0.162
C = 0.36E+19	10000.	1.91	0.902	0.273	0.235	0.225	0.187
	20000.	2.11	0.842	0.304	0.268	0.248	0.214
	30000.	2.20	0.737	0.325	0.288	0.264	0.231
	50000.	2.33	0.628	0.354	0.316	0.285	0.253
5P – 7S	2500.	0.439	0.250	0.795E-01	0.641E-01	0.654E-01	0.501E-01
13254.0 Å	5000.	0.559	0.306	0.885E-01	0.752E-01	0.725E-01	0.594E-01
C = 0.10E+19	10000.	0.651	0.359	0.987E-01	0.866E-01	0.804E-01	0.689E-01
	20000.	0.711	0.360	0.110	0.988E-01	0.894E-01	0.789E-01
	30000.	0.739	0.355	0.118	0.106	0.953E-01	0.851E-01
	50000.	0.769	0.308	0.129	0.117	0.103	0.934E-01
5P – 8S	2500.	0.516	-0.117	0.626E-01	-0.507E-01	0.512E-01	-0.394E-01
10922.3 Å	5000.	0.743	-0.432E-01	0.699E-01	-0.596E-01	0.569E-01	-0.470E-01
C = 0.55E+18	10000.	1.03	0.885E-02	0.781E-01	-0.689E-01	0.634E-01	-0.547E-01
	20000.	1.35	0.504E-01	0.876E-01	-0.787E-01	0.707E-01	-0.628E-01
	30000.	1.53	0.631E-01	0.939E-01	-0.848E-01	0.754E-01	-0.678E-01
	50000.	1.74	0.688E-01	0.103	-0.930E-01	0.819E-01	-0.744E-01
5P – 9S	2500.	0.973	0.483	*0.141	*0.108	*0.114	*0.813E-01
9897.6 Å	5000.	1.25	0.522	*0.159	*0.131	*0.128	*0.102
C = 0.34E+18	10000.	1.63	0.488	*0.178	*0.155	*0.143	*0.122
	20000.	2.11	0.385	0.200	0.180	*0.161	*0.143
	30000.	2.39	0.318	0.214	0.194	*0.172	*0.155
	50000.	2.68	0.251	0.234	0.214	0.187	0.171
5P – 10S	2500.	1.84	1.06				
9340.7 Å	5000.	2.23	1.14				
C = 0.20E+18	10000.	2.79	0.988	*0.401	*0.333		
	20000.	3.55	0.704	*0.451	*0.393		
	30000.	3.99	0.556	*0.482	*0.429		
	50000.	4.40	0.405	*0.526	*0.476	*0.422	*0.378
6P – 7S	2500.	3.77	2.19	0.874	0.546	*0.787	*0.426
38498.1 Å	5000.	4.69	2.59	0.934	0.640	0.832	0.506
C = 0.15E+20	10000.	5.71	2.82	1.00	0.738	0.882	0.587
	20000.	6.88	2.76	1.09	0.842	0.942	0.672
	30000.	7.58	2.46	1.14	0.907	0.982	0.725
	50000.	8.46	2.07	1.21	0.995	1.04	0.796
6P – 8S	2500.	2.41	-0.548	0.361	-0.238	*0.319	-0.185
23763.2 Å	5000.	3.47	-0.286	0.389	-0.280	0.341	-0.221
C = 0.26E+19	10000.	4.98	-0.141	0.422	-0.323	0.365	-0.257
	20000.	6.79	-0.118E-01	0.460	-0.369	0.393	-0.295
	30000.	7.87	0.583E-01	0.485	-0.398	0.411	-0.318
	50000.	9.01	0.145	0.520	-0.437	0.438	-0.349
6P – 9S	2500.	3.74	1.93	*0.560	*0.413	*0.458	*0.313
19394.7 Å	5000.	4.78	1.98	*0.626	*0.506	*0.510	*0.393
C = 0.13E+19	10000.	6.33	1.78	*0.698	*0.597	*0.568	*0.470
	20000.	8.39	1.31	0.781	0.691	*0.633	*0.548
	30000.	9.61	1.10	0.834	0.748	*0.676	*0.596
	50000.	10.8	0.835	0.906	0.824	0.733	0.658
6P – 10S	2500.	6.37	3.62				
17365.8 Å	5000.	7.70	3.76				
C = 0.68E+18	10000.	9.70	3.35	*1.39	*1.15		
	20000.	12.5	2.33	*1.56	*1.36		
	30000.	14.1	1.83	*1.67	*1.48		
	50000.	15.6	1.23	*1.82	*1.64	*1.46	*1.31
4P – 4D	2500.	0.394E-01	-0.180E-01	0.880E-02	-0.621E-02	0.778E-02	-0.492E-02
7328.2 Å	5000.	0.428E-01	-0.117E-01	0.950E-02	-0.713E-02	0.828E-02	-0.568E-02
C = 0.30E+18	10000.	0.466E-01	-0.630E-02	0.103E-01	-0.812E-02	0.886E-02	-0.649E-02
	20000.	0.475E-01	-0.278E-02	0.114E-01	-0.920E-02	0.956E-02	-0.736E-02
	30000.	0.481E-01	-0.468E-03	0.121E-01	-0.988E-02	0.100E-01	-0.792E-02
	50000.	0.488E-01	0.320E-03	0.132E-01	-0.108E-01	0.107E-01	-0.865E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
4P – 5D	2500.	0.460E-01	-0.256E-01	0.140E-01	-0.682E-02	*0.133E-01	-0.536E-02
5190.3 Å	5000.	0.511E-01	-0.235E-01	0.146E-01	-0.793E-02	0.137E-01	-0.629E-02
C = 0.16E+18	10000.	0.581E-01	-0.169E-01	0.152E-01	-0.910E-02	0.141E-01	-0.725E-02
	20000.	0.697E-01	-0.120E-01	0.161E-01	-0.103E-01	0.146E-01	-0.827E-02
	30000.	0.758E-01	-0.106E-01	0.167E-01	-0.111E-01	0.150E-01	-0.891E-02
	50000.	0.825E-01	-0.808E-02	0.175E-01	-0.122E-01	0.155E-01	-0.977E-02
4P – 6D	2500.	0.143	-0.288E-01	*0.305E-01	-0.172E-01	*0.275E-01	-0.132E-01
4686.6 Å	5000.	0.178	-0.108E-01	*0.326E-01	-0.207E-01	*0.292E-01	-0.162E-01
C = 0.41E+17	10000.	0.202	0.818E-02	0.351E-01	-0.242E-01	*0.309E-01	-0.192E-01
	20000.	0.221	0.212E-01	0.382E-01	-0.279E-01	*0.328E-01	-0.222E-01
	30000.	0.227	0.246E-01	0.404E-01	-0.301E-01	*0.341E-01	-0.240E-01
	50000.	0.230	0.252E-01	0.438E-01	-0.331E-01	0.360E-01	-0.265E-01
4P – 7D	2500.	*0.932	-0.157				
4435.0 Å	5000.	0.901	-0.977E-01				
C = 0.35E+16	10000.	0.859	-0.427E-01				
	20000.	0.805	-0.242E-02				
	30000.	0.767	0.793E-02				
	50000.	0.715	0.118E-01				
4P – 8D	2500.	*0.850	*0.523				
4292.5 Å	5000.	0.883	0.509				
C = 0.12E+17	10000.	0.915	0.413				
	20000.	0.947	0.294				
	30000.	0.946	0.229				
	50000.	0.926	0.147				
4P – 9D	2500.	*0.896	*0.522				
4139.1 Å	5000.	*1.05	*0.543				
C = 0.19E+17	10000.	*1.25	*0.448				
	20000.	1.50	0.319				
	30000.	1.61	0.260				
	50000.	1.70	0.169				
4P – 10D	2500.	*1.01	*0.256				
4093.1 Å	5000.	*1.36	*0.264				
C = 0.14E+17	10000.	*1.78	*0.237				
	20000.	*2.19	*0.177				
	30000.	*2.38	*0.145				
	50000.	2.53	0.102				
5P – 5D	2500.	0.651	-0.357	0.159	-0.880E-01	*0.147	-0.688E-01
16161.8 Å	5000.	0.730	-0.328	0.167	-0.103	0.153	-0.814E-01
C = 0.15E+19	10000.	0.811	-0.268	0.178	-0.118	0.160	-0.943E-01
	20000.	0.942	-0.200	0.190	-0.135	0.168	-0.108
	30000.	1.01	-0.180	0.200	-0.145	0.174	-0.116
	50000.	1.07	-0.136	0.213	-0.160	0.182	-0.128
5P – 6D	2500.	1.01	-0.240	*0.212	-0.121		
12109.2 Å	5000.	1.26	-0.990E-01	*0.228	-0.146	*0.203	-0.114
C = 0.27E+18	10000.	1.46	0.398E-01	0.245	-0.171	*0.215	-0.135
	20000.	1.60	0.122	0.267	-0.197	*0.229	-0.157
	30000.	1.65	0.181	0.283	-0.213	*0.238	-0.170
	50000.	1.68	0.181	0.308	-0.234	0.252	-0.187
5P – 7D	2500.	*5.32	-0.937				
10561.3 Å	5000.	5.16	-0.524				
C = 0.20E+17	10000.	4.95	-0.131				
	20000.	4.66	0.183E-01				
	30000.	4.45	0.534E-01				
	50000.	4.16	0.136				
5P – 8D	2500.	*4.44	*2.70				
9787.3 Å	5000.	4.64	2.63				
C = 0.63E+17	10000.	4.82	2.02				
	20000.	5.01	1.34				
	30000.	5.01	0.990				
	50000.	4.90	0.589				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
5P – 9D	2500.	*4.28	*2.47				
9024.6 Å	5000.	*5.03	*2.57				
C = 0.92E+17	10000.	*6.02	*2.00				
	20000.	7.21	1.36				
	30000.	7.75	1.03				
	50000.	8.15	0.627				
5P – 10D	2500.	*4.68	*1.18				
8809.2 Å	5000.	*6.34	*1.20				
C = 0.67E+17	10000.	*8.31	*1.04				
	20000.	*10.2	*0.724				
	30000.	*11.1	*0.566				
	50000.	11.8	0.389				
6P – 6D	2500.	6.30	-1.42	*1.39	-0.753		
30204.0 Å	5000.	7.90	-0.590	*1.48	-0.907	*1.33	-0.709
C = 0.17E+19	10000.	9.29	0.178	*1.58	-1.06	*1.41	-0.840
	20000.	10.5	0.800	1.71	-1.22	*1.49	-0.974
	30000.	11.1	0.846	1.81	-1.32	*1.54	-1.06
	50000.	11.6	0.801	1.95	-1.45	1.62	-1.16
6P – 7D	2500.	*23.4	-3.93				
22118.4 Å	5000.	22.7	-2.45				
C = 0.87E+17	10000.	21.9	-1.56				
	20000.	20.8	-0.716				
	30000.	20.0	-0.158				
	50000.	18.9	0.812E-01				
6P – 8D	2500.	*16.7	*10.1				
18975.4 Å	5000.	17.5	9.76				
C = 0.24E+18	10000.	18.3	7.56				
	20000.	19.1	5.09				
	30000.	19.2	3.93				
	50000.	18.9	2.11				
6P – 9D	2500.	*14.0	*8.01				
16304.2 Å	5000.	*16.5	*8.30				
C = 0.30E+18	10000.	*19.8	*6.52				
	20000.	23.7	4.43				
	30000.	25.6	3.47				
	50000.	26.9	1.97				
4D – 5P	2500.	48.5	26.5	9.95	7.19	8.65	5.65
176469.6 Å	5000.	52.3	24.4	10.8	8.35	9.29	6.62
C = 0.18E+21	10000.	56.6	17.6	11.9	9.56	10.0	7.62
	20000.	60.7	13.4	13.1	10.9	10.9	8.69
	30000.	61.0	10.5	14.0	11.7	11.5	9.36
	50000.	61.1	7.26	15.3	12.8	12.3	10.3
4D – 6P	2500.	1.03	0.474	0.265	0.118	*0.254	*0.927E-01
22827.3 Å	5000.	1.19	0.542	0.273	0.137	0.260	0.109
C = 0.30E+19	10000.	1.38	0.539	0.283	0.157	0.266	0.125
	20000.	1.57	0.462	0.296	0.178	0.274	0.142
	30000.	1.69	0.400	0.306	0.192	0.280	0.153
	50000.	1.83	0.342	0.320	0.210	0.288	0.168
4D – 7P	2500.	0.798	0.231	*0.267	*0.558E-01		
12304.6 Å	5000.	1.03	0.285	*0.272	*0.654E-01	*0.268	*0.516E-01
C = 0.66E+18	10000.	1.29	0.301	*0.275	*0.753E-01	*0.271	*0.599E-01
	20000.	1.58	0.283	0.277	0.860E-01	*0.273	*0.687E-01
	30000.	1.74	0.257	0.279	0.926E-01	*0.274	*0.741E-01
	50000.	1.92	0.213	0.282	0.102	0.276	0.813E-01
4D – 8P	2500.	1.11	0.954E-01				
10891.4 Å	5000.	1.48	0.196	*0.396	-0.339E-01		
C = 0.33E+18	10000.	1.93	0.232	*0.399	-0.388E-01		
	20000.	2.42	0.239	*0.401	-0.442E-01	*0.400	-0.353E-01
	30000.	2.69	0.231	*0.402	-0.476E-01	*0.401	-0.381E-01
	50000.	2.96	0.193	0.403	-0.523E-01	*0.401	-0.417E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
4D – 9P	2500.	1.92	-0.974				
10115.2 Å	5000.	2.29	-1.09				
C = 0.24E+18	10000.	2.70	-1.07				
	20000.	3.14	-0.897	*0.705	-0.367		
	30000.	3.36	-0.720	*0.722	-0.399		
	50000.	3.55	-0.578	*0.746	-0.442		
4D – 10P	2500.	*4.61	*2.78				
9649.0 Å	5000.	*5.18	*3.20				
C = 0.14E+18	10000.	5.74	3.08				
	20000.	6.38	2.25				
	30000.	6.77	1.79				
	50000.	7.08	1.13				
5D – 7P	2500.	9.43	3.06	*2.99	*0.720		
39899.3 Å	5000.	12.2	3.87	*3.05	*0.849		
C = 0.69E+19	10000.	15.5	4.19	*3.09	*0.982	*3.04	*0.780
	20000.	19.0	3.74	3.13	1.12	*3.07	*0.895
	30000.	21.0	3.37	3.16	1.21	*3.08	*0.967
	50000.	23.3	2.92	3.20	1.33	3.11	1.06
5D – 8P	2500.	7.79	0.928				
28083.9 Å	5000.	10.5	1.73	*2.69	-0.939E-01		
C = 0.22E+19	10000.	13.7	2.37	*2.72	-0.107		
	20000.	17.2	2.09	*2.73	-0.124	*2.72	-0.970E-01
	30000.	19.2	2.09	*2.73	-0.135	*2.73	-0.105
	50000.	21.2	1.78	2.74	-0.154	*2.73	-0.115
5D – 9P	2500.	10.4	-5.16				
23444.9 Å	5000.	12.5	-5.73				
C = 0.13E+19	10000.	14.9	-5.55				
	20000.	17.5	-4.43	*3.80	-1.94		
	30000.	18.9	-3.71	*3.89	-2.11		
	50000.	20.1	-2.74	*4.01	-2.34		
5S – 5P	2500.	0.224	0.158	0.714E-01	0.412E-01	0.664E-01	0.327E-01
19897.4 Å	5000.	0.264	0.153	0.750E-01	0.473E-01	0.689E-01	0.377E-01
C = 0.47E+19	10000.	0.313	0.108	0.793E-01	0.538E-01	0.718E-01	0.430E-01
	20000.	0.393	0.697E-01	0.845E-01	0.609E-01	0.754E-01	0.488E-01
	30000.	0.434	0.600E-01	0.880E-01	0.654E-01	0.779E-01	0.525E-01
	50000.	0.472	0.390E-01	0.929E-01	0.714E-01	0.814E-01	0.573E-01
5S – 6P	2500.	0.406	0.279	*0.973E-01	*0.696E-01	*0.817E-01	*0.532E-01
9104.8 Å	5000.	0.428	0.259	*0.108	*0.840E-01	*0.896E-01	*0.656E-01
C = 0.18E+18	10000.	0.453	0.213	0.119	0.984E-01	*0.985E-01	*0.777E-01
	20000.	0.471	0.157	0.133	0.113	*0.109	*0.901E-01
	30000.	0.474	0.122	0.143	0.122	0.115	0.977E-01
	50000.	0.470	0.893E-01	0.156	0.135	0.124	0.108
5S – 7P	2500.	0.895	0.554				
7451.4 Å	5000.	0.932	0.489				
C = 0.51E+17	10000.	0.966	0.396	*0.268	*0.213		
	20000.	0.958	0.284	*0.302	*0.251		
	30000.	0.940	0.207	*0.325	*0.274		
	50000.	0.910	0.144	*0.360	*0.304	*0.278	*0.242
5S – 8P	2500.	*2.76	*0.891				
6781.1 Å	5000.	*2.75	*0.768				
C = 0.83E+16	10000.	2.60	0.589				
	20000.	2.40	0.392				
	30000.	2.28	0.277				
	50000.	2.11	0.165				
5S – 9P	2500.	*2.54	-1.34				
6432.0 Å	5000.	*2.64	-1.18				
C = 0.19E+17	10000.	2.76	-0.964				
	20000.	2.74	-0.704				
	30000.	2.69	-0.518				
	50000.	2.60	-0.345				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
5S – 10P	2500.	*1.74	*1.09				
6224.3 Å	5000.	*1.97	*1.21				
C = 0.60E+17	10000.	2.19	1.18				
	20000.	2.46	0.943				
	30000.	2.61	0.728				
	50000.	2.74	0.541				
6S – 6P	2500.	11.2	6.90	*2.68	*1.91	*2.26	*1.46
48818.1 Å	5000.	12.1	5.70	*2.96	*2.30	*2.48	*1.80
C = 0.53E+19	10000.	13.8	3.83	3.28	2.69	*2.72	*2.13
	20000.	15.0	2.39	3.66	3.10	*2.99	*2.46
	30000.	15.3	1.58	3.92	3.35	3.16	2.67
	50000.	15.7	0.864	4.30	3.68	3.41	2.94
6S – 7P	2500.	7.94	4.77				
22294.2 Å	5000.	8.33	4.05				
C = 0.45E+18	10000.	8.78	2.99	*2.38	*1.89		
	20000.	8.85	1.90	*2.68	*2.23		
	30000.	8.77	0.950	*2.89	*2.44		
	50000.	8.59	0.631	*3.20	*2.70	*2.47	*2.15
6S – 8P	2500.	*17.7	*5.65				
17205.2 Å	5000.	17.7	4.79				
C = 0.53E+17	10000.	16.8	3.48				
	20000.	15.6	2.13				
	30000.	14.9	1.40				
	50000.	13.8	0.764				
6S – 9P	2500.	*14.1	-7.43				
15123.0 Å	5000.	*14.7	-6.56				
C = 0.10E+18	10000.	15.4	-5.24				
	20000.	15.3	-3.45				
	30000.	15.1	-2.87				
	50000.	14.6	-1.35				
6S – 10P	2500.	*8.86	*5.43				
14022.6 Å	5000.	*10.0	*6.19				
C = 0.30E+18	10000.	11.2	5.88				
	20000.	12.6	4.02				
	30000.	13.4	3.18				
	50000.	14.1	1.97				
4P – 5S	2500.	0.820E-02	0.668E-02	0.209E-02	0.183E-02	0.171E-02	0.146E-02
6143.9 Å	5000.	0.983E-02	0.786E-02	0.232E-02	0.209E-02	0.190E-02	0.167E-02
C = 0.19E+19	10000.	0.114E-01	0.929E-02	0.260E-02	0.237E-02	0.211E-02	0.190E-02
	20000.	0.124E-01	0.995E-02	0.290E-02	0.267E-02	0.235E-02	0.215E-02
	30000.	0.130E-01	0.100E-01	0.310E-02	0.286E-02	0.251E-02	0.230E-02
	50000.	0.136E-01	0.913E-02	0.336E-02	0.313E-02	0.272E-02	0.251E-02
4P – 6S	2500.	0.146E-01	0.109E-01	0.327E-02	0.286E-02	0.263E-02	0.226E-02
3966.5 Å	5000.	0.172E-01	0.130E-01	0.367E-02	0.331E-02	0.295E-02	0.263E-02
C = 0.32E+18	10000.	0.190E-01	0.150E-01	0.412E-02	0.378E-02	0.331E-02	0.301E-02
	20000.	0.202E-01	0.150E-01	0.462E-02	0.429E-02	0.372E-02	0.343E-02
	30000.	0.211E-01	0.143E-01	0.494E-02	0.462E-02	0.398E-02	0.369E-02
	50000.	0.222E-01	0.121E-01	0.538E-02	0.505E-02	0.433E-02	0.405E-02
4P – 7S	2500.	0.329E-01	0.233E-01	0.689E-02	0.573E-02	*0.554E-02	*0.445E-02
3482.2 Å	5000.	0.377E-01	0.275E-01	0.774E-02	0.676E-02	0.622E-02	0.533E-02
C = 0.12E+18	10000.	0.410E-01	0.292E-01	0.869E-02	0.783E-02	0.698E-02	0.621E-02
	20000.	0.459E-01	0.276E-01	0.975E-02	0.895E-02	0.784E-02	0.714E-02
	30000.	0.489E-01	0.243E-01	0.104E-01	0.965E-02	0.839E-02	0.771E-02
	50000.	0.550E-01	0.202E-01	0.114E-01	0.106E-01	0.914E-02	0.847E-02
4P – 8S	2500.	0.692E-01	0.487E-01	*0.141E-01	*0.109E-01	*0.114E-01	*0.828E-02
3281.3 Å	5000.	0.801E-01	0.569E-01	*0.159E-01	*0.133E-01	*0.128E-01	*0.103E-01
C = 0.59E+17	10000.	0.863E-01	0.571E-01	0.178E-01	0.156E-01	*0.143E-01	*0.123E-01
	20000.	0.977E-01	0.484E-01	0.200E-01	0.181E-01	*0.161E-01	*0.144E-01
	30000.	0.108	0.408E-01	0.214E-01	0.196E-01	*0.172E-01	*0.156E-01
	50000.	0.122	0.329E-01	0.233E-01	0.215E-01	0.187E-01	0.172E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
4P – 9S	2500.	0.132	0.923E-01				
3176.1 Å	5000.	0.147	0.101	*0.296E-01	*0.234E-01		
C = 0.34E+17	10000.	0.167	0.987E-01	*0.332E-01	*0.282E-01		
	20000.	0.195	0.768E-01	*0.373E-01	*0.330E-01	*0.300E-01	*0.261E-01
	30000.	0.219	0.633E-01	*0.399E-01	*0.359E-01	*0.321E-01	*0.285E-01
	50000.	0.242	0.492E-01	*0.435E-01	*0.397E-01	*0.349E-01	*0.316E-01
4P – 10S	2500.	0.231	0.150				
3113.4 Å	5000.	0.259	0.168				
C = 0.22E+17	10000.	0.301	0.154				
	20000.	0.364	0.114	*0.645E-01	*0.557E-01		
	30000.	0.407	0.923E-01	*0.691E-01	*0.610E-01		
	50000.	0.446	0.681E-01	*0.753E-01	*0.678E-01		
5P – 6S	2500.	0.554	0.268	0.120	0.711E-01	0.111	0.563E-01
25582.3 Å	5000.	0.752	0.338	0.126	0.816E-01	0.116	0.650E-01
C = 0.78E+19	10000.	0.960	0.402	0.134	0.928E-01	0.121	0.742E-01
	20000.	1.17	0.404	0.143	0.105	0.127	0.842E-01
	30000.	1.29	0.366	0.149	0.113	0.132	0.906E-01
	50000.	1.44	0.311	0.158	0.123	0.138	0.989E-01
5P – 7S	2500.	0.491	0.331	0.978E-01	0.793E-01	*0.799E-01	*0.617E-01
13485.3 Å	5000.	0.578	0.393	0.109	0.934E-01	0.889E-01	0.736E-01
C = 0.18E+19	10000.	0.662	0.399	0.122	0.108	0.990E-01	0.857E-01
	20000.	0.768	0.353	0.136	0.123	0.110	0.984E-01
	30000.	0.855	0.315	0.146	0.133	0.118	0.106
	50000.	0.970	0.259	0.158	0.146	0.128	0.117
5P – 8S	2500.	0.767	0.527	*0.153	*0.118	*0.123	*0.896E-01
10901.1 Å	5000.	0.871	0.609	*0.172	*0.143	*0.138	*0.112
C = 0.65E+18	10000.	0.987	0.614	0.193	0.169	*0.155	*0.133
	20000.	1.14	0.488	0.216	0.195	*0.174	*0.155
	30000.	1.28	0.416	0.231	0.211	*0.186	*0.168
	50000.	1.44	0.334	0.252	0.232	0.203	0.185
5P – 9S	2500.	1.26	0.844				
9820.3 Å	5000.	1.40	0.968	*0.281	*0.222		
C = 0.33E+18	10000.	1.63	0.923	*0.315	*0.267		
	20000.	1.92	0.687	*0.354	*0.313	*0.284	*0.247
	30000.	2.16	0.537	*0.379	*0.340	*0.304	*0.270
	50000.	2.40	0.427	*0.412	*0.376	*0.331	*0.300
5P – 10S	2500.	2.15	1.38				
9244.9 Å	5000.	2.29	1.42				
C = 0.19E+18	10000.	2.66	1.35				
	20000.	3.27	0.934	*0.567	*0.490		
	30000.	3.65	0.723	*0.607	*0.536		
	50000.	3.99	0.536	*0.661	*0.596		
6P – 8S	2500.	7.15	2.23	0.715	0.434	*0.645	*0.338
31094.3 Å	5000.	9.17	2.82	0.765	0.512	*0.681	*0.403
C = 0.22E+19	10000.	11.2	3.12	0.825	0.592	0.721	0.470
	20000.	13.2	2.66	0.898	0.676	0.768	0.540
	30000.	14.5	2.29	0.949	0.729	0.800	0.583
	50000.	15.8	2.08	1.02	0.801	0.843	0.640
6P – 9S	2500.	7.83	4.17	*1.22	*0.863		
23665.2 Å	5000.	9.32	4.47	*1.37	*1.08		
C = 0.12E+19	10000.	11.1	4.32	*1.53	*1.29	*1.24	*1.01
	20000.	13.4	3.14	*1.72	*1.50	*1.39	*1.19
	30000.	14.9	2.51	*1.85	*1.63	*1.48	*1.30
	50000.	16.2	1.97	2.02	1.80	*1.61	*1.44
6P – 10S	2500.	10.5	6.37				
20578.7 Å	5000.	12.2	6.66				
C = 0.94E+18	10000.	14.5	5.74				
	20000.	17.9	3.81	*2.63	*2.26		
	30000.	19.8	3.17	*2.82	*2.47		
	50000.	21.5	1.98	*3.08	*2.75		

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
4P – 4D	2500.	0.943E-02	-0.325E-02	0.247E-02	-0.110E-02	0.238E-02	-0.874E-03
4446.3 Å	5000.	0.106E-01	-0.181E-02	0.253E-02	-0.125E-02	0.242E-02	-0.100E-02
C = 0.23E+18	10000.	0.126E-01	-0.281E-03	0.262E-02	-0.142E-02	0.248E-02	-0.114E-02
	20000.	0.141E-01	0.107E-02	0.273E-02	-0.160E-02	0.254E-02	-0.129E-02
	30000.	0.149E-01	0.135E-02	0.281E-02	-0.172E-02	0.259E-02	-0.138E-02
	50000.	0.157E-01	0.164E-02	0.294E-02	-0.187E-02	0.265E-02	-0.150E-02
4P – 5D	2500.	0.511E-01	-0.295E-01	*0.116E-01	-0.847E-02	*0.979E-02	-0.653E-02
3638.7 Å	5000.	0.530E-01	-0.246E-01	0.128E-01	-0.101E-01	*0.107E-01	-0.792E-02
C = 0.30E+17	10000.	0.577E-01	-0.161E-01	0.142E-01	-0.118E-01	*0.117E-01	-0.931E-02
	20000.	0.599E-01	-0.101E-01	0.159E-01	-0.135E-01	0.129E-01	-0.107E-01
	30000.	0.598E-01	-0.649E-02	0.170E-01	-0.146E-01	0.137E-01	-0.116E-01
	50000.	0.595E-01	-0.335E-02	0.187E-01	-0.160E-01	0.148E-01	-0.128E-01
4P – 6D	2500.	0.149	-0.847E-01				
3357.1 Å	5000.	0.153	-0.710E-01	*0.384E-01	-0.287E-01		
C = 0.10E+17	10000.	0.160	-0.507E-01	*0.431E-01	-0.347E-01		
	20000.	0.163	-0.353E-01	*0.486E-01	-0.407E-01	*0.388E-01	-0.321E-01
	30000.	0.160	-0.220E-01	*0.525E-01	-0.443E-01	*0.413E-01	-0.351E-01
	50000.	0.156	-0.122E-01	*0.583E-01	-0.490E-01	*0.447E-01	-0.390E-01
4P – 7D	2500.	*0.496	-0.195				
3221.5 Å	5000.	0.483	-0.153				
C = 0.19E+16	10000.	0.473	-0.102				
	20000.	0.447	-0.551E-01				
	30000.	0.427	-0.385E-01				
	50000.	0.400	-0.220E-01				
4P – 8D	2500.	*0.603	-0.369E-01				
3146.8 Å	5000.	*0.716	-0.107E-01				
C = 0.35E+16	10000.	*0.780	0.380E-02				
	20000.	0.786	0.155E-01				
	30000.	0.767	0.151E-01				
	50000.	0.726	0.136E-01				
4P – 9D	2500.	0.304	0.122				
3077.2 Å	5000.	0.399	0.125				
C = 0.15E+17	10000.	0.522	0.109				
	20000.	0.658	0.809E-01				
	30000.	0.725	0.657E-01				
	50000.	0.786	0.470E-01	*0.102	*0.556E-01		
4P – 10D	2500.	*0.693	-0.357				
3051.5 Å	5000.	*0.791	-0.263				
C = 0.68E+16	10000.	*0.987	-0.188				
	20000.	*1.16	-0.113				
	30000.	*1.24	-0.736E-01				
	50000.	1.31	-0.377E-01				
5P – 5D	2500.	1.11	-0.654	*0.243	-0.175	*0.206	-0.135
16180.3 Å	5000.	1.18	-0.587	0.268	-0.209	*0.225	-0.164
C = 0.58E+18	10000.	1.26	-0.425	0.297	-0.243	*0.246	-0.193
	20000.	1.36	-0.294	0.331	-0.279	0.270	-0.223
	30000.	1.37	-0.216	0.354	-0.302	0.286	-0.241
	50000.	1.38	-0.141	0.389	-0.331	0.308	-0.265
5P – 6D	2500.	1.88	-1.10				
11784.4 Å	5000.	1.94	-0.890	*0.478	-0.355		
C = 0.13E+18	10000.	2.03	-0.629	*0.535	-0.430		
	20000.	2.09	-0.375	*0.604	-0.505	*0.482	-0.399
	30000.	2.07	-0.260	*0.652	-0.550	*0.513	-0.436
	50000.	2.03	-0.143	*0.723	-0.608	*0.555	-0.484
5P – 7D	2500.	*5.07	-1.98				
10267.8 Å	5000.	4.94	-1.49				
C = 0.19E+17	10000.	4.84	-1.03				
	20000.	4.61	-0.521				
	30000.	4.41	-0.348				
	50000.	4.15	-0.179				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
5P – 8D	2500.	*5.56	-0.349				
9545.3 Å	5000.	*6.61	-0.146				
C = 0.32E+17	10000.	*7.21	0.220E-01				
	20000.	7.28	0.892E-01				
	30000.	7.12	0.110				
	50000.	6.75	0.119				
5P – 9D	2500.	2.57	1.08				
8932.6 Å	5000.	3.38	1.03				
C = 0.12E+18	10000.	4.44	0.892				
	20000.	5.59	0.620				
	30000.	6.16	0.493				
	50000.	6.68	0.336	*0.859	*0.467		
5P – 10D	2500.	*5.68	-2.92				
8719.1 Å	5000.	*6.48	-2.29				
C = 0.55E+17	10000.	*8.09	-1.43				
	20000.	*9.56	-0.852				
	30000.	*10.2	-0.545				
	50000.	10.7	-0.120				
4D – 5P	2500.	7.24	4.11	1.75	1.03	1.61	0.817
84142.5 Å	5000.	7.97	4.08	1.84	1.19	1.68	0.947
C = 0.84E+20	10000.	8.82	3.65	1.96	1.36	1.76	1.08
	20000.	10.1	2.66	2.10	1.54	1.85	1.23
	30000.	10.9	2.26	2.19	1.66	1.92	1.33
	50000.	11.6	1.91	2.33	1.81	2.01	1.45
4D – 6P	2500.	2.33	1.52	*0.528	*0.375	*0.444	*0.286
20969.1 Å	5000.	2.47	1.44	*0.583	*0.452	*0.487	*0.353
C = 0.98E+18	10000.	2.61	1.22	0.646	0.530	*0.534	*0.419
	20000.	2.69	0.911	0.721	0.611	*0.588	*0.486
	30000.	2.70	0.711	0.772	0.660	0.623	0.527
	50000.	2.68	0.527	0.846	0.726	0.672	0.580
4D – 7P	2500.	3.18	1.93				
13877.4 Å	5000.	3.31	1.72				
C = 0.18E+18	10000.	3.43	1.41	*0.932	*0.740		
	20000.	3.40	1.00	*1.05	*0.874		
	30000.	3.34	0.728	*1.13	*0.953		
	50000.	3.24	0.506	*1.25	*1.06	*0.969	*0.841
4D – 8P	2500.	*8.28	*2.67				
11719.6 Å	5000.	*8.27	*2.31				
C = 0.25E+17	10000.	7.82	1.78				
	20000.	7.24	1.16				
	30000.	6.86	0.828				
	50000.	6.35	0.510				
4D – 9P	2500.	*7.06	-3.72				
10714.7 Å	5000.	*7.37	-3.25				
C = 0.52E+17	10000.	7.70	-2.65				
	20000.	7.65	-1.91				
	30000.	7.52	-1.37				
	50000.	7.26	-0.915				
4D – 10P	2500.	*4.67	*2.82				
10150.4 Å	5000.	*5.27	*3.23				
C = 0.16E+18	10000.	5.88	3.15				
	20000.	6.57	2.49				
	30000.	6.99	1.83				
	50000.	7.33	1.42				
PERTURBER DENSITY = 1.E+16 cm^{-3}							
4S – 4P	2500.	0.103E-01	0.578E-02	0.581E-02	0.155E-02	0.575E-02	0.123E-02
4227.9 Å	5000.	0.115E-01	0.665E-02	0.587E-02	0.178E-02	0.580E-02	0.142E-02
C = 0.17E+20	10000.	0.124E-01	0.795E-02	0.592E-02	0.202E-02	0.583E-02	0.162E-02
	20000.	0.143E-01	0.807E-02	0.600E-02	0.229E-02	0.588E-02	0.183E-02
	30000.	0.162E-01	0.724E-02	0.605E-02	0.245E-02	0.591E-02	0.197E-02
	50000.	0.193E-01	0.585E-02	0.613E-02	0.268E-02	0.595E-02	0.215E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
4S – 5P	2500.	0.672E-01	0.474E-01	*0.180E-01	*0.110E-01	*0.155E-01	*0.817E-02
2722.5 Å	5000.	0.726E-01	0.456E-01	*0.197E-01	*0.137E-01	*0.169E-01	*0.105E-01
C = 0.42E+18	10000.	0.798E-01	0.364E-01	0.216E-01	0.163E-01	*0.183E-01	*0.128E-01
	20000.	0.864E-01	0.289E-01	0.238E-01	0.190E-01	*0.199E-01	*0.151E-01
	30000.	0.878E-01	0.245E-01	0.254E-01	0.206E-01	0.210E-01	0.164E-01
	50000.	0.887E-01	0.185E-01	0.276E-01	0.228E-01	0.224E-01	0.182E-01
4S – 6P	2500.	0.777E-01	0.369E-01	*0.254E-01	*0.828E-02		
2399.3 Å	5000.	0.946E-01	0.449E-01	*0.267E-01	*0.103E-01		
C = 0.57E+18	10000.	0.114	0.501E-01	*0.276E-01	*0.123E-01	*0.264E-01	*0.965E-02
	20000.	0.135	0.472E-01	0.285E-01	0.143E-01	*0.271E-01	*0.113E-01
	30000.	0.147	0.440E-01	0.291E-01	0.155E-01	*0.275E-01	*0.123E-01
	50000.	0.160	0.369E-01	0.299E-01	0.171E-01	*0.281E-01	*0.137E-01
4S – 7P	2500.	0.227	0.630E-01				
2201.4 Å	5000.	0.297	0.817E-01				
C = 0.21E+18	10000.	0.381	0.913E-01				
	20000.	0.471	0.887E-01				
	30000.	0.523	0.774E-01	*0.871E-01	*0.253E-01		
	50000.	0.579	0.649E-01	*0.878E-01	*0.281E-01		
4S – 8P	2500.	*0.406	*0.325E-01				
2151.5 Å	5000.	*0.548	*0.719E-01				
C = 0.13E+18	10000.	*0.721	*0.892E-01				
	20000.	0.910	0.896E-01				
	30000.	1.01	0.802E-01				
	50000.	1.12	0.710E-01				
4S – 9P	2500.	*0.819	-0.355				
2119.3 Å	5000.	*0.979	-0.428				
C = 0.11E+18	10000.	*1.16	-0.437				
	20000.	*1.35	-0.386				
	30000.	*1.44	-0.332				
	50000.	1.53	-0.263				
5S – 5P	2500.	7.36	3.52	*1.85	*1.07	*1.62	*0.807
29288.1 Å	5000.	9.21	2.15	2.00	1.32	*1.75	*1.02
C = 0.49E+20	10000.	11.4	0.952	2.17	1.57	*1.88	*1.23
	20000.	12.7	0.146	2.38	1.82	2.02	1.44
	30000.	13.4	-0.315	2.52	1.97	2.11	1.57
	50000.	14.0	-0.477	2.73	2.17	2.24	1.74
5S – 6P	2500.	1.82	0.810	*0.616	*0.172		
11959.2 Å	5000.	2.24	0.884	*0.644	*0.212		
C = 0.14E+20	10000.	2.83	0.902	*0.661	*0.251	*0.642	*0.197
	20000.	3.54	0.705	0.676	0.291	*0.654	*0.231
	30000.	3.99	0.624	0.686	0.315	*0.661	*0.251
	50000.	4.49	0.565	0.700	0.347	*0.669	*0.277
5S – 7P	2500.	3.19	0.868				
8258.9 Å	5000.	4.19	1.12				
C = 0.30E+19	10000.	5.41	1.12				
	20000.	6.77	1.05				
	30000.	7.56	0.942	*1.22	*0.334		
	50000.	8.40	0.806	*1.23	*0.370		
5S – 8P	2500.	*5.08	*0.377				
7597.3 Å	5000.	*6.87	*0.821				
C = 0.16E+19	10000.	*9.06	*1.10				
	20000.	11.5	1.04				
	30000.	12.8	0.935				
	50000.	14.2	0.929				
5S – 9P	2500.	*9.52	-4.11				
7211.3 Å	5000.	*11.4	-4.97				
C = 0.12E+19	10000.	*13.5	-5.09				
	20000.	*15.7	-4.44				
	30000.	*16.9	-3.67				
	50000.	*17.9	-3.01				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
6S – 6P	2500.	213.	-110.	*50.9	-22.3		
101156.2 Å	5000.	261.	-116.	*54.9	-28.9		
C = 0.10E+22	10000.	329.	-111.	*58.5	-35.1	*53.0	-27.3
	20000.	415.	-83.9	*62.3	-41.4	*55.9	-32.6
	30000.	466.	-75.6	*64.8	-45.1	*57.7	-35.7
	50000.	516.	-62.3	68.3	-49.9	*60.2	-39.7
6S – 7P	2500.	20.3	1.14				
21119.7 Å	5000.	28.1	1.75				
C = 0.19E+20	10000.	38.4	1.55				
	20000.	49.9	1.75				
	30000.	56.3	1.55	*7.84	-0.615		
	50000.	62.7	1.47	*7.86	-0.694		
6S – 8P	2500.	*26.5	*0.107				
17273.0 Å	5000.	*36.5	*1.35				
C = 0.83E+19	10000.	*49.1	*1.64				
	20000.	63.2	2.25				
	30000.	71.0	2.03				
	50000.	78.6	2.30				
6S – 9P	2500.	*45.2	-19.1				
15399.0 Å	5000.	*54.8	-23.5				
C = 0.56E+19	10000.	*65.5	-24.7				
	20000.	*76.2	-21.6				
	30000.	*81.7	-18.9				
	50000.	*86.5	-14.4				
4P – 5S	2500.	0.363	0.219	0.826E-01	0.581E-01	0.719E-01	0.453E-01
12678.8 Å	5000.	0.407	0.275	0.897E-01	0.680E-01	0.773E-01	0.537E-01
C = 0.83E+20	10000.	0.441	0.325	0.979E-01	0.784E-01	0.834E-01	0.624E-01
	20000.	0.496	0.321	0.107	0.894E-01	0.906E-01	0.714E-01
	30000.	0.535	0.290	0.113	0.963E-01	0.953E-01	0.770E-01
	50000.	0.618	0.241	0.122	0.106	0.102	0.845E-01
4P – 6S	2500.	0.668	0.463	*0.144	*0.914E-01		
5869.2 Å	5000.	0.756	0.567	*0.163	*0.122	*0.131	*0.914E-01
C = 0.34E+19	10000.	0.790	0.582	*0.182	*0.150	*0.147	*0.116
	20000.	0.821	0.548	*0.205	*0.178	*0.165	*0.140
	30000.	0.848	0.476	*0.219	*0.194	*0.176	*0.154
	50000.	0.908	0.400	0.239	0.216	*0.192	*0.171
4P – 7S	2500.	0.547	0.375	*0.121	*0.728E-01		
4848.7 Å	5000.	0.652	0.465	*0.137	*0.995E-01		
C = 0.27E+19	10000.	0.716	0.542	*0.154	*0.124	*0.124	*0.957E-01
	20000.	0.746	0.546	*0.173	*0.148	*0.139	*0.116
	30000.	0.766	0.515	*0.185	*0.163	*0.149	*0.128
	50000.	0.787	0.445	*0.201	*0.181	*0.162	*0.144
4P – 8S	2500.	0.788	-0.964E-01	*0.844E-01	-0.535E-01		
4497.4 Å	5000.	1.15	0.585E-02	*0.950E-01	-0.711E-01	*0.764E-01	-0.535E-01
C = 0.93E+18	10000.	1.58	0.882E-01	*0.107	-0.876E-01	*0.858E-01	-0.678E-01
	20000.	2.10	0.131	*0.120	-0.104	*0.964E-01	-0.817E-01
	30000.	2.40	0.130	*0.129	-0.114	*0.103	-0.898E-01
	50000.	2.74	0.146	0.141	-0.126	*0.112	-0.100
4P – 9S	2500.	*1.81	*0.853				
4313.6 Å	5000.	*2.30	*0.949				
C = 0.65E+18	10000.	*2.98	*0.928				
	20000.	3.83	0.789				
	30000.	4.36	0.674				
	50000.	4.91	0.517				
4P – 10S	2500.	*3.67	*1.72				
4204.3 Å	5000.	*4.43	*1.99				
C = 0.40E+18	10000.	*5.56	*1.93				
	20000.	*7.02	*1.51				
	30000.	*7.90	*1.27				
	50000.	*8.73	*0.946				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
5P – 6S	2500.	13.3	6.64	*2.20	*1.37		
25260.1 Å	5000.	16.6	8.07	*2.45	*1.78	*2.03	*1.35
C = 0.36E+20	10000.	19.1	8.90	*2.73	*2.16	*2.24	*1.68
	20000.	21.1	8.38	3.04	2.54	*2.48	*2.00
	30000.	22.0	7.36	3.25	2.77	*2.64	*2.19
	50000.	23.3	6.28	3.54	3.07	*2.84	*2.44
5P – 7S	2500.	4.39	2.34	*0.787	*0.476		
13254.0 Å	5000.	5.59	2.96	*0.882	*0.635		
C = 0.10E+20	10000.	6.51	3.55	*0.986	*0.783	*0.803	*0.606
	20000.	7.11	3.57	*1.10	*0.930	*0.894	*0.731
	30000.	7.39	3.54	*1.18	*1.02	*0.952	*0.803
	50000.	7.69	3.07	1.29	1.13	*1.03	*0.897
5P – 8S	2500.	5.16	-1.03	*0.619	-0.363		
10922.3 Å	5000.	7.43	-0.380	*0.697	-0.495		
C = 0.55E+19	10000.	10.3	0.952E-01	*0.781	-0.617	*0.633	-0.476
	20000.	13.5	0.511	*0.876	-0.736	*0.706	-0.577
	30000.	15.3	0.637	*0.938	-0.806	*0.754	-0.636
	50000.	17.4	0.688	*1.03	-0.897	*0.818	-0.712
5P – 9S	2500.	*9.72	*4.26				
9897.6 Å	5000.	*12.5	*4.87				
C = 0.34E+19	10000.	*16.3	*4.78				
	20000.	21.1	3.83				
	30000.	23.9	3.16				
	50000.	26.8	2.51				
6P – 8S	2500.	24.1	-4.79				
23763.2 Å	5000.	34.7	-2.40	*3.85	-2.33		
C = 0.26E+20	10000.	49.8	-1.18	*4.20	-2.90		
	20000.	67.9	-0.440E-01	*4.59	-3.46	*3.92	-2.71
	30000.	78.7	0.601	*4.84	-3.79	*4.11	-2.99
	50000.	90.1	1.46	*5.20	-4.21	*4.37	-3.34
4P – 4D	2500.	0.394	-0.172	0.873E-01	-0.537E-01	*0.764E-01	-0.408E-01
7328.2 Å	5000.	0.428	-0.111	0.948E-01	-0.654E-01	*0.823E-01	-0.509E-01
C = 0.30E+19	10000.	0.466	-0.625E-01	0.103	-0.770E-01	0.885E-01	-0.607E-01
	20000.	0.475	-0.263E-01	0.114	-0.889E-01	0.955E-01	-0.707E-01
	30000.	0.481	-0.437E-02	0.121	-0.962E-01	0.100	-0.767E-01
	50000.	0.488	0.320E-02	0.132	-0.106	0.107	-0.846E-01
4P – 5D	2500.	0.460	-0.241	*0.134	-0.540E-01		
5190.3 Å	5000.	0.511	-0.225	*0.143	-0.693E-01		
C = 0.16E+19	10000.	0.581	-0.164	*0.151	-0.838E-01	*0.140	-0.654E-01
	20000.	0.697	-0.119	*0.160	-0.984E-01	*0.146	-0.777E-01
	30000.	0.758	-0.105	0.166	-0.107	*0.150	-0.850E-01
	50000.	0.825	-0.808E-01	0.175	-0.119	*0.155	-0.944E-01
4P – 6D	2500.	1.42	-0.209				
4686.6 Å	5000.	1.77	-0.556E-01				
C = 0.41E+18	10000.	2.02	0.108				
	20000.	2.20	0.215				
	30000.	2.27	0.248	*0.403	-0.281		
	50000.	2.30	0.254	*0.438	-0.315		
4P – 7D	2500.						
4435.0 Å	5000.						
C = 0.35E+17	10000.	*6.72	*0.280				
	20000.	*6.73	*0.265				
	30000.	*6.60	*0.264				
	50000.	6.32	0.220				
4P – 8D	2500.						
4292.5 Å	5000.						
C = 0.12E+18	10000.						
	20000.	*9.13	*2.51				
	30000.	*9.18	*2.09				
	50000.	*9.04	*1.44				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
5P – 5D	2500.	6.51	-3.36				
16161.8 Å	5000.	7.30	-3.20	*1.65	-0.876		
C = 0.15E+20	10000.	8.11	-2.63	*1.77	-1.08		
	20000.	9.42	-1.99	*1.90	-1.27	*1.68	-1.00
	30000.	10.1	-1.79	*1.99	-1.39	*1.74	-1.10
	50000.	10.7	-1.36	*2.13	-1.54	*1.82	-1.23
5P – 6D	2500.	10.0	-1.83				
12109.2 Å	5000.	12.6	-0.658				
C = 0.27E+19	10000.	14.6	0.534				
	20000.	16.0	1.32				
	30000.	16.5	1.83				
	50000.	16.8	1.82	*3.08	-2.23		
4D – 6P	2500.	10.3	4.51	*2.53	*0.949		
22827.3 Å	5000.	11.9	5.26	*2.69	*1.21		
C = 0.30E+20	10000.	13.7	5.31	*2.82	*1.45	*2.63	*1.13
	20000.	15.7	4.59	*2.96	*1.70	*2.73	*1.34
	30000.	16.9	3.99	3.05	1.85	*2.79	*1.47
	50000.	18.3	3.42	3.20	2.04	*2.87	*1.63
4D – 7P	2500.	7.97	2.17				
12304.6 Å	5000.	10.3	2.75				
C = 0.66E+19	10000.	12.9	2.95				
	20000.	15.8	2.80				
	30000.	17.4	2.56	*2.78	*0.884		
	50000.	19.2	2.13	*2.81	*0.982		
4D – 8P	2500.	*11.0	*1.04				
10891.4 Å	5000.	*14.8	*2.01				
C = 0.33E+19	10000.	*19.3	*2.35				
	20000.	24.2	2.40				
	30000.	26.9	2.32				
	50000.	29.6	1.93				
5S – 5P	2500.	2.24	1.53	0.704	0.360	*0.646	*0.274
19897.4 Å	5000.	2.64	1.49	0.746	0.436	*0.682	*0.340
C = 0.47E+20	10000.	3.13	1.05	0.791	0.511	0.716	0.404
	20000.	3.93	0.687	0.844	0.590	0.753	0.469
	30000.	4.34	0.593	0.879	0.638	0.778	0.509
	50000.	4.72	0.388	0.929	0.702	0.814	0.561
5S – 6P	2500.	4.05	2.48				
9104.8 Å	5000.	4.27	2.37				
C = 0.18E+19	10000.	4.53	1.98				
	20000.	4.71	1.52				
	30000.	4.74	1.18	*1.43	*1.14		
	50000.	4.70	0.886	*1.56	*1.28		
5S – 7P	2500.	*8.56	*4.11				
7451.4 Å	5000.	*9.05	*3.88				
C = 0.51E+18	10000.	*9.47	*3.28				
	20000.	9.44	2.51				
	30000.	9.29	1.89				
	50000.	9.01	1.41				
4P – 5S	2500.	0.820E-01	0.652E-01	0.208E-01	0.168E-01	0.171E-01	0.131E-01
6143.9 Å	5000.	0.983E-01	0.777E-01	0.232E-01	0.198E-01	0.190E-01	0.156E-01
C = 0.19E+20	10000.	0.114	0.925E-01	0.259E-01	0.229E-01	0.211E-01	0.182E-01
	20000.	0.124	0.993E-01	0.290E-01	0.262E-01	0.235E-01	0.209E-01
	30000.	0.130	0.100	0.309E-01	0.282E-01	0.251E-01	0.225E-01
	50000.	0.136	0.912E-01	0.336E-01	0.309E-01	0.272E-01	0.248E-01
4P – 6S	2500.	0.146	0.104	*0.326E-01	*0.237E-01	*0.262E-01	*0.176E-01
3966.5 Å	5000.	0.172	0.127	0.367E-01	0.296E-01	*0.295E-01	*0.228E-01
C = 0.32E+19	10000.	0.190	0.149	0.411E-01	0.353E-01	*0.331E-01	*0.277E-01
	20000.	0.202	0.150	0.462E-01	0.411E-01	0.371E-01	0.326E-01
	30000.	0.211	0.143	0.494E-01	0.447E-01	0.397E-01	0.355E-01
	50000.	0.222	0.121	0.538E-01	0.493E-01	0.433E-01	0.393E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
4P – 7S	2500.	0.329	0.216				
3482.2 Å	5000.	0.377	0.263	*0.773E-01	*0.554E-01		
C = 0.12E+19	10000.	0.410	0.286	*0.868E-01	*0.696E-01		
	20000.	0.459	0.275	*0.975E-01	*0.834E-01	*0.784E-01	*0.653E-01
	30000.	0.489	0.243	*0.104	*0.915E-01	*0.839E-01	*0.721E-01
	50000.	0.550	0.201	*0.114	*0.102	*0.913E-01	*0.808E-01
4P – 8S	2500.	0.692	0.432				
3281.3 Å	5000.	0.801	0.533				
C = 0.59E+18	10000.	0.863	0.555				
	20000.	0.977	0.481				
	30000.	1.08	0.406				
	50000.	1.22	0.328	*0.233	*0.203		
4P – 9S	2500.	*1.32	*0.774				
3176.1 Å	5000.	*1.47	*0.909				
C = 0.34E+18	10000.	*1.67	*0.936				
	20000.	1.95	0.753				
	30000.	2.19	0.628				
	50000.	2.42	0.492				
4P – 10S	2500.						
3113.4 Å	5000.	*2.58	*1.45				
C = 0.22E+18	10000.	*3.01	*1.41				
	20000.	*3.64	*1.10				
	30000.	*4.07	*0.911				
	50000.	*4.45	*0.681				
5P – 6S	2500.	5.54	2.60	1.18	0.619	*1.08	*0.471
25582.3 Å	5000.	7.51	3.34	1.26	0.750	*1.14	*0.585
C = 0.78E+20	10000.	9.60	4.02	1.34	0.882	1.20	0.696
	20000.	11.7	4.04	1.43	1.02	1.27	0.809
	30000.	12.9	3.66	1.49	1.10	1.32	0.878
	50000.	14.4	3.11	1.58	1.21	1.38	0.968
5P – 7S	2500.	4.91	3.08				
13485.3 Å	5000.	5.78	3.78	*1.09	*0.773		
C = 0.18E+20	10000.	6.62	3.92	*1.22	*0.965	*0.989	*0.743
	20000.	7.68	3.52	*1.36	*1.15	*1.10	*0.904
	30000.	8.55	3.14	*1.46	*1.26	*1.18	*0.997
	50000.	9.70	2.59	*1.58	*1.41	*1.28	*1.12
5P – 8S	2500.	7.67	4.69				
10901.1 Å	5000.	8.71	5.69				
C = 0.65E+19	10000.	9.87	5.92				
	20000.	11.4	4.80				
	30000.	12.8	4.14				
	50000.	14.4	3.33	*2.52	*2.19		
5P – 9S	2500.	*12.6	*7.08				
9820.3 Å	5000.	*14.0	*8.72				
C = 0.33E+19	10000.	*16.3	*8.68				
	20000.	19.2	6.68				
	30000.	21.6	5.32				
	50000.	24.0	4.25				
4P – 4D	2500.	0.943E-01	-0.316E-01	0.244E-01	-0.998E-02	*0.233E-01	-0.774E-02
4446.3 Å	5000.	0.106	-0.174E-01	0.252E-01	-0.118E-01	0.241E-01	-0.929E-02
C = 0.23E+19	10000.	0.126	-0.237E-02	0.261E-01	-0.137E-01	0.247E-01	-0.109E-01
	20000.	0.141	0.108E-01	0.273E-01	-0.157E-01	0.254E-01	-0.125E-01
	30000.	0.149	0.137E-01	0.281E-01	-0.169E-01	0.258E-01	-0.135E-01
	50000.	0.157	0.164E-01	0.294E-01	-0.185E-01	0.265E-01	-0.148E-01
4P – 5D	2500.	0.510	-0.263				
3638.7 Å	5000.	0.530	-0.229				
C = 0.30E+18	10000.	0.577	-0.153				
	20000.	0.599	-0.994E-01	*0.159	-0.124		
	30000.	0.598	-0.637E-01	*0.170	-0.137		
	50000.	0.595	-0.326E-01	*0.187	-0.153	*0.147	-0.121

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
4P – 6D	2500.	*1.44	-0.648				
3357.1 Å	5000.	*1.49	-0.618				
C = 0.10E+18	10000.	1.58	-0.455				
	20000.	1.61	-0.317				
	30000.	1.59	-0.213				
	50000.	1.55	-0.117				
4P – 7D	2500.						
3221.5 Å	5000.						
C = 0.19E+17	10000.	*3.86	-0.694				
	20000.	*3.86	-0.466				
	30000.	*3.77	-0.315				
	50000.	*3.62	-0.166				
5P – 5D	2500.	11.0	-5.87				
16180.3 Å	5000.	11.8	-5.47				
C = 0.58E+19	10000.	12.6	-4.06				
	20000.	13.6	-2.82	*3.31	-2.56		
	30000.	13.7	-2.14	*3.54	-2.83		
	50000.	13.8	-1.39	*3.89	-3.17	*3.08	-2.50
5P – 6D	2500.	*18.1	-8.65				
11784.4 Å	5000.	*18.9	-8.01				
C = 0.13E+19	10000.	20.0	-5.66				
	20000.	20.7	-3.65				
	30000.	20.5	-2.52				
	50000.	20.2	-1.36				
PERTURBER DENSITY = 1.E+17 cm^{-3}							
4S – 4P	2500.	0.103	0.559E-01	0.562E-01	0.138E-01	*0.538E-01	*0.105E-01
4227.9 Å	5000.	0.115	0.652E-01	0.580E-01	0.165E-01	*0.566E-01	*0.129E-01
C = 0.17E+21	10000.	0.124	0.786E-01	0.590E-01	0.193E-01	0.579E-01	0.153E-01
	20000.	0.143	0.802E-01	0.599E-01	0.222E-01	0.586E-01	0.177E-01
	30000.	0.162	0.722E-01	0.604E-01	0.240E-01	0.590E-01	0.192E-01
	50000.	0.193	0.584E-01	0.612E-01	0.264E-01	0.595E-01	0.211E-01
4S – 5P	2500.	0.669	0.398				
2722.5 Å	5000.	0.724	0.402				
C = 0.42E+19	10000.	0.797	0.326				
	20000.	0.863	0.262	*0.238	*0.165		
	30000.	0.877	0.228	*0.253	*0.186		
	50000.	0.886	0.179	*0.275	*0.212		
4S – 6P	2500.	0.774	0.316				
2399.3 Å	5000.	0.945	0.411				
C = 0.57E+19	10000.	1.14	0.474				
	20000.	1.35	0.454				
	30000.	1.47	0.429				
	50000.	1.60	0.364				
4S – 7P	2500.	*2.13	*0.514				
2201.4 Å	5000.	*2.89	*0.735				
C = 0.21E+19	10000.	*3.75	*0.855				
	20000.	*4.68	*0.845				
	30000.	*5.21	*0.747				
	50000.	*5.76	*0.637				
4P – 5S	2500.	3.63	2.03	*0.805	*0.432	*0.679	*0.304
12678.8 Å	5000.	4.06	2.64	*0.890	*0.575	*0.760	*0.432
C = 0.83E+21	10000.	4.41	3.17	0.976	0.709	*0.830	*0.549
	20000.	4.96	3.19	1.07	0.842	0.904	0.662
	30000.	5.35	2.88	1.13	0.920	0.952	0.727
	50000.	6.18	2.41	1.22	1.02	1.02	0.812
4P – 6S	2500.	*6.66	*3.62				
5869.2 Å	5000.	7.55	4.95				
C = 0.34E+20	10000.	7.90	5.32				
	20000.	8.20	5.18				
	30000.	8.48	4.54				
	50000.	9.08	3.89				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
4P – 7S	2500.	*5.45	*2.82				
4848.7 Å	5000.	*6.51	*3.99				
C = 0.27E+20	10000.	7.16	4.96				
	20000.	7.46	5.19				
	30000.	7.66	5.02				
	50000.	7.87	4.42				
4P – 8S	2500.	*7.24	-0.246				
4497.4 Å	5000.	*11.1	*0.566				
C = 0.93E+19	10000.	*15.5	*1.24				
	20000.	*20.8	*1.53				
	30000.	*23.8	*1.40				
	50000.	*27.3	*1.52				
4P – 4D	2500.	3.92	-1.44				
7328.2 Å	5000.	4.27	-0.911				
C = 0.30E+20	10000.	4.65	-0.477	*1.02	-0.638		
	20000.	4.74	-0.183	*1.13	-0.796		
	30000.	4.80	-0.714E-02	*1.21	-0.886	*0.998	-0.691
	50000.	4.88	0.369E-01	*1.32	-1.000	*1.06	-0.787
4P – 5D	2500.	*4.56	-1.95				
5190.3 Å	5000.	5.09	-1.92				
C = 0.16E+20	10000.	5.80	-1.40				
	20000.	6.97	-1.05				
	30000.	7.58	-0.984				
	50000.	8.25	-0.765				
4P – 6D	2500.						
4686.6 Å	5000.						
C = 0.41E+19	10000.	*18.7	*2.29				
	20000.	*21.0	*2.92				
	30000.	*21.8	*2.88				
	50000.	*22.4	*2.77				
4P – 5S	2500.	0.820	0.603	*0.206	*0.119	*0.166	*0.819E-01
6143.9 Å	5000.	0.983	0.741	*0.232	*0.163	*0.188	*0.122
C = 0.19E+21	10000.	1.14	0.913	0.259	0.204	*0.211	*0.157
	20000.	1.24	0.983	0.290	0.244	*0.235	*0.191
	30000.	1.30	0.998	0.309	0.268	0.251	0.211
	50000.	1.36	0.911	0.336	0.298	0.272	0.237
4P – 6S	2500.	1.46	0.884				
3966.5 Å	5000.	1.72	1.16				
C = 0.32E+20	10000.	1.90	1.41				
	20000.	2.02	1.46	*0.462	*0.356		
	30000.	2.11	1.41	*0.494	*0.401		
	50000.	2.22	1.21	*0.538	*0.458		
4P – 7S	2500.	*3.27	*1.60				
3482.2 Å	5000.	*3.76	*2.23				
C = 0.12E+20	10000.	*4.10	*2.58				
	20000.	4.59	2.58				
	30000.	4.89	2.35				
	50000.	5.50	1.96				
4P – 8S	2500.						
3281.3 Å	5000.						
C = 0.59E+19	10000.	*8.56	*4.62				
	20000.	*9.73	*4.25				
	30000.	*10.8	*3.66				
	50000.	*12.1	*3.11				
4P – 4D	2500.	0.942	-0.284	*0.215	-0.685E-01		
4446.3 Å	5000.	1.06	-0.152	*0.242	-0.959E-01		
C = 0.23E+20	10000.	1.26	-0.838E-02	*0.258	-0.121		
	20000.	1.41	0.109	*0.272	-0.145	*0.251	-0.114
	30000.	1.49	0.141	*0.281	-0.160	*0.257	-0.126
	50000.	1.57	0.165	0.294	-0.178	*0.265	-0.141

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
4P – 5D	2500.	*4.52	-1.56				
3638.7 Å	5000.	*4.94	-1.48				
C = 0.30E+19	10000.	*5.54	-0.997				
	20000.	5.83	-0.705				
	30000.	5.85	-0.503				
	50000.	5.84	-0.297				
4P – 6D	2500.						
3357.1 Å	5000.						
C = 0.10E+19	10000.						
	20000.	*14.0	-1.71				
	30000.	*14.2	-1.38				
	50000.	*14.2	-0.978				
PERTURBER DENSITY = 1.E+18 cm^{-3}							
4S – 4P	2500.	1.03	0.503	*0.384	*0.812E-01		
4227.9 Å	5000.	1.15	0.656	*0.512	*0.125		
C = 0.17E+22	10000.	1.24	0.758	*0.566	*0.165		
	20000.	1.43	0.782	*0.590	*0.202	*0.570	*0.157
	30000.	1.62	0.707	*0.600	*0.224	*0.581	*0.175
	50000.	1.93	0.577	0.610	0.251	*0.591	*0.198
4S – 5P	2500.	*5.06	*1.62				
2722.5 Å	5000.	*6.20	*2.34				
C = 0.42E+20	10000.	*7.23	*2.07				
	20000.	*8.09	*1.79				
	30000.	8.33	1.68				
	50000.	8.52	1.29				
4S – 6P	2500.						
2399.3 Å	5000.						
C = 0.57E+20	10000.	*10.9	*3.85				
	20000.	*13.1	*3.92				
	30000.	*14.4	*3.77				
	50000.	*15.8	*3.29				
4P – 5S	2500.	8.16	4.47				
6143.9 Å	5000.	9.82	6.31				
C = 0.19E+22	10000.	11.4	8.23				
	20000.	12.4	9.32				
	30000.	13.0	9.72	*3.09	*2.23		
	50000.	13.6	8.91	*3.36	*2.64		
4P – 6S	2500.	*13.6	*3.73				
3966.5 Å	5000.	*17.0	*7.96				
C = 0.32E+21	10000.	*18.9	*11.5				
	20000.	*20.1	*12.8				
	30000.	*21.1	*12.7				
	50000.	22.2	11.4				
4P – 4D	2500.	*8.36	-1.67				
4446.3 Å	5000.	*10.2	-0.687				
C = 0.23E+21	10000.	12.4	0.506				
	20000.	13.9	1.50				
	30000.	14.8	1.72				
	50000.	15.6	1.79				
PERTURBER DENSITY = 1.E+19 cm^{-3}							
4S – 4P	2500.	9.66	3.22				
4227.9 Å	5000.	11.3	5.45				
C = 0.17E+23	10000.	12.4	6.67				
	20000.	14.3	7.19				
	30000.	16.2	6.63				
	50000.	19.3	5.38				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...39D

ves an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated when divided by the corresponding full width at half maximum. For each value given in Table 1, the collision volume (V) multiplied by the perturber density (N) is much less than one and the impact approximation is valid (Sahal-Bréchot, 1969ab). Values for NV $>$ 0.5 are not given and values for $0.1 <$ NV ≤ 0.5 are denoted by an asterisk. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. When the impact approximation is not valid, the ion broadening contribution may be estimated by using quasistatic approach (Sahal-Bréchot 1991 or Griem 1974). In the region between where neither of these two approximations is valid, a unified type theory should be used. For example in Barnard *et al.* (1974), a simple analytical formula for such a case is given. The accuracy of the results obtained decreases when broadening by ion interactions becomes important. The discussion of obtained results, and the comparison with available experimental (Kusch and Pritschow 1970, Hühn and Kusch 1973) and theoretical (Griem 1974) data, will be published in Dimitrijević and Sahal-Bréchot (1999a).

Acknowledgements – This work is a part of the project "Astrometrical, Astrodynamical and Astrophysical investigations", supported by Ministry of Science and Technology of Serbia.

REFERENCES

Barnard, A.J., Cooper, J., Smith, E.W.: 1974, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **14**, 1025.

Bashkin, S., Stoner, J.O.Jr.: 1975, "Atomic Energy Levels and Grotrian Diagrams", Vol. 1, North Holland, Amsterdam.

Dimitrijević, M.S., and Sahal-Bréchot, S.: 1984, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **31**, 301.

Dimitrijević, M.S. and Sahal-Bréchot, S.: 1999a, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **140**, 191.

Dimitrijević, M.S. and Sahal-Bréchot, S.: 1999b, *Serb. Astron. J.*, **160**, 35.

Griem, H.R.: 1974, Spectral Line Broadening by Plasmas, Academic Press, New York.

Holweger, H.: 1972, *Solar Phys.*, **25**, 14.

Hühn, R. and Kusch, H.J.: 1973, *Astron. Astrophys.*, **28**, 159.

Kusch, H.J. and Pritschow, H.P.: 1970, *Astron. Astrophys.*, **4**, 31.

Sahal-Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.*, **1**, 91.

Sahal-Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.*, **2**, 322.

Sahal-Bréchot, S.: 1974, *Astron. Astrophys.*, **35**, 321.

Sahal-Bréchot, S.: 1991, *Astron. Astrophys.*, **245**, 322.

ТАБЕЛЕ ПАРАМЕТАРА ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА НЕУТРАЛНОГ КАЛЦИЈУМА. II

М. С. Димитријевић[1] и S. Sahal-Bréchot[2]

[1] *Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд-74, Југославија*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris-Meudon, 92190 Meudon, France

УДК 52–355.3
Претходно саопштење

Користећи семикласичан прилаз, недавно су израчунате ширине и помераји спектралних линија, проузроковани сударима са електронима, протонима, као и јонима хелијума, магнезијума, силицијума и гвожђа за 189 мултиплета Ca I. (Dimitrijević и Sahal-Bréchot, 1999ab). У овом раду дати су резултати за ширине и померање спектралних линија неутралног калцијума, услед судара са електронима, протонима и јонима хелијума, за концентрације пертурбера од 10^{12}cm^{-3} до 10^{19}cm^{-3}.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...89P

Serb. Astron. J. № 161 (2000), 89 – 95

UDC 52-355.3
Preliminary report

STARK BROADENING PARAMETER TABLES FOR Kr II LINES

L. Č. Popović and M. S. Dimitrijević

Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade-74, Yugoslavia

(Received: January 15, 2000)

SUMMARY: In order to provide the Stark broadening data for ion lines from complex spectra, here we present calculated Stark widths and shifts for 37 Kr II lines. The calculations were performed by using the modified semiempirical approach. Also the obtained results have been compared with existing experimental and theoretical data.

1. INTRODUCTION

With the developement of space born spectroscopy the interest for a large number of spectral line profile parameters is increasing additionally. For example Leckrone *et al.* (1993) stated that with the Goddard High Resolution Spectrograph (GHRS) aboard Hubble Space Telescope they "have doubled the number of heavy elements ($22 \leq Z \leq 80$) for which abundances in χ Lupi can be estimated, compared to ground-based data alone". Cardelli, Savage and Ebbets (1991) have used the GHRS for investigation of spectra of the interstellar medium, which more accurately represents the pre-stellar material from which the Ap and Bp stars (where Stark broadening data are of interest) are formed (Leckrone et al. 1993). For the first time they have begun to detect the elements as e.g. Krypton and Germanium.

Stark broadening for Kr II lines has the additional theoretical interest for the investigation of regularities and systematic trends for singly charged noble gas ions (see e.g. Dimitrijević and Popović 1989, Di Rocco 1990, Purić *et al.* 1991, Bertuccelli and Di Rocco 1993). It has been demonstrated in Dimitrijević and Popović (1989) how the regularities within a sequence of homologous elements may be used to estimate the needed Stark broadening data by using data for transitions from homologous elements. Stark broadening data for Xe II which is homologous with Kr II have been published recently (Popović and Dimitrijević 1996a). Spectral lines of Xe II are present in spectra of hot chemically peculiar (Hg-Mn) stars (e.g. Heacox 1979, Dobricheva *et al.* 1990), where Stark broadening is the main pressure broadening mechanism influencing line shape formation (Popović and Dimitrijević 1996b). The consistent set of Stark broadening data for Kr II and Xe II enables the investigation and testing of the regularities in the case of homologous atoms as well as Stark width estimates for noble gas ions homologous sequences.

Stark broadening for Kr II lines has been considered experimentally (see e.g. Brandt *et al.* 1981, Pittman and Konjević 1986, Vitel and Skowronek 1987, Uzelac and Konjević 1989, Lesage *et al.* 1989, Bertuccelli and Di Rocco 1991) and theoretically (see e.g. Bertuccelli and Di Rocco 1993). Bertuccelli and Di Rocco (1993) have calculated Kr II Stark widths for several lines by using analytical expression for the cross sections and rate coefficients based on the Born approximation with and without the empirical modification for the collision strength suggested by Robb and also with the help of semiempirical method (Griem 1968). Also estimates exist based on the dependence on atomic number and the upper level ion-

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...89P

Table 1. Stark full widths (w) and shifts (d) of Kr II spectral lines. The electron density is $10^{23}\mathrm{m}^{-3}$.

Transition	T (1000 K)	w (nm)	d (nm)
$5s^4P_{1/2} - 5p^4S^0_{3/2}$	5000.	.451E-01	-.121E-01
	10000.	.312E-01	-.868E-02
	20000.	.218E-01	-.630E-02
	30000.	.182E-01	-.527E-02
$\lambda = 414.63$ nm	40000.	.166E-01	-.476E-02
	50000.	.157E-01	-.432E-02
$5s^4P_{3/2} - 5p^4S^0_{3/2}$	5000.	.346E-01	-.814E-02
	10000.	.240E-01	-.580E-02
	20000.	.168E-01	-.416E-02
	30000.	.140E-01	-.340E-02
$\lambda = 375.42$ nm	40000.	.126E-01	-.299E-02
	50000.	.120E-01	-.264E-02
$5s^4P_{5/2} - 5p^4S^0_{3/2}$	5000.	.293E-01	-.716E-02
	10000.	.203E-01	-.509E-02
	20000.	.142E-01	-.364E-02
	30000.	.118E-01	-.296E-02
$\lambda = 346.01$ nm	40000.	.107E-01	-.257E-02
	50000.	.101E-01	-.226E-02
$5s^4P_{1/2} - 5p^4P^0_{1/2}$	5000.	.802E-01	-.238E-01
	10000.	.556E-01	-.172E-01
	20000.	.387E-01	-.128E-01
	30000.	.321E-01	-.110E-01
$\lambda = 549.95$ nm	40000.	.288E-01	-.103E-01
	50000.	.272E-01	-.996E-02
$5s^4P_{1/2} - 5p^4P^0_{3/2}$	5000.	.924E-01	-.292E-01
	10000.	.640E-01	-.212E-01
	20000.	.446E-01	-.158E-01
	30000.	.370E-01	-.137E-01
$\lambda = 599.22$ nm	40000.	.333E-01	-.129E-01
	50000.	.315E-01	-.125E-01
$5s^4P_{3/2} - 5p^4P^0_{1/2}$	5000.	.580E-01	-.154E-01
	10000.	.402E-01	-.111E-01
	20000.	.280E-01	-.819E-02
	30000.	.231E-01	-.697E-02
$\lambda = 483.21$ nm	40000.	.207E-01	-.642E-02
	50000.	.195E-01	-.620E-02
$5s^4P_{3/2} - 5p^4P^0_{3/2}$	5000.	.653E-01	-.186E-01
	10000.	.452E-01	-.135E-01
	20000.	.315E-01	-.999E-02
	30000.	.260E-01	-.857E-02
$\lambda = 520.83$ nm	40000.	.234E-01	-.796E-02
	50000.	.220E-01	-.771E-02
$5s^4P_{3/2} - 5p^4P^0_{5/2}$	5000.	.678E-01	-.170E-01
	10000.	.470E-01	-.123E-01
	20000.	.327E-01	-.907E-02
	30000.	.270E-01	-.774E-02
$\lambda = 530.87$ nm	40000.	.241E-01	-.716E-02
	50000.	.226E-01	-.694E-02

Transition	T (1000 K)	w (nm)	d (nm)
$5s^4P_{5/2} - 5p^4P^0_{3/2}$	5000.	.521E-01	-.154E-01
	10000.	.361E-01	-.111E-01
	20000.	.251E-01	-.818E-02
	30000.	.207E-01	-.698E-02
$\lambda = 465.89$ nm	40000.	.186E-01	-.643E-02
	50000.	.175E-01	-.619E-02
$5s^4P_{5/2} - 5p^4P^0_{5/2}$	5000.	.539E-01	-.140E-01
	10000.	.374E-01	-.101E-01
	20000.	.260E-01	-.742E-02
	30000.	.214E-01	-.629E-02
$\lambda = 473.90$ nm	40000.	.191E-01	-.576E-02
	50000.	.179E-01	-.555E-02
$5s^4P_{1/2} - 5p^4D^0_{1/2}$	5000.	.504E-01	-.154E-01
	10000.	.349E-01	-.111E-01
	20000.	.244E-01	-.818E-02
	30000.	.202E-01	-.696E-02
$\lambda = 443.17$ nm	40000.	.183E-01	-.639E-02
	50000.	.173E-01	-.609E-02
$5s^4P_{1/2} - 5p^4D^0_{3/2}$	5000.	.574E-01	-.189E-01
	10000.	.397E-01	-.137E-01
	20000.	.277E-01	-.101E-01
	30000.	.229E-01	-.863E-02
$\lambda = 481.18$ nm	40000.	.207E-01	-.798E-02
	50000.	.196E-01	-.768E-02
$5s^4P_{3/2} - 5p^4D^0_{1/2}$	5000.	.382E-01	-.105E-01
	10000.	.265E-01	-.752E-02
	20000.	.184E-01	-.548E-02
	30000.	.153E-01	-.459E-02
$\lambda = 398.79$ nm	40000.	.137E-01	-.415E-02
	50000.	.130E-01	-.392E-02
$5s^4P_{3/2} - 5p^4D^0_{3/2}$	5000.	.426E-01	-.127E-01
	10000.	.295E-01	-.914E-02
	20000.	.205E-01	-.670E-02
	30000.	.170E-01	-.566E-02
$\lambda = 429.29$ nm	40000.	.152E-01	-.516E-02
	50000.	.144E-01	-.494E-02
$5s^4P_{3/2} - 5p^4D^0_{5/2}$	5000.	.568E-01	-.124E-01
	10000.	.394E-01	-.894E-02
	20000.	.274E-01	-.657E-02
	30000.	.226E-01	-.556E-02
$\lambda = 476.54$ nm	40000.	.202E-01	-.510E-02
	50000.	.191E-01	-.492E-02
$5s^4P_{5/2} - 5p^4D^0_{3/2}$	5000.	.353E-01	-.109E-01
	10000.	.245E-01	-.781E-02
	20000.	.170E-01	-.570E-02
	30000.	.140E-01	-.479E-02
$\lambda = 391.26$ nm	40000.	.126E-01	-.432E-02
	50000.	.119E-01	-.412E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...89P

Table 1. (continued)

Transition	T (1000 K)	w (nm)	d (nm)
$5s^4P_{5/2} - 5p^4D^0_{5/2}$	5000.	.462E-01	-.105E-01
	10000.	.320E-01	-.754E-02
	20000.	.223E-01	-.551E-02
	30000.	.184E-01	-.463E-02
$\lambda = 430.15$ nm	40000.	.164E-01	-.420E-02
	50000.	.154E-01	-.402E-02
$5s^4P_{5/2} - 5p^4D^0_{7/2}$	5000.	.451E-01	-.116E-01
	10000.	.312E-01	-.832E-02
	20000.	.217E-01	-.609E-02
	30000.	.179E-01	-.513E-02
$\lambda = 435.55$ nm	40000.	.159E-01	-.465E-02
	50000.	.150E-01	-.445E-02
$5s^2P_{3/2} - 5p^2P^0_{1/2}$	5000.	.572E-01	-.173E-01
	10000.	.396E-01	-.125E-01
	20000.	.276E-01	-.919E-02
	30000.	.229E-01	-.780E-02
$\lambda = 484.66$ nm	40000.	.206E-01	-.714E-02
	50000.	.195E-01	-.687E-02
$5s^2P_{3/2} - 5p^2P^0_{3/2}$	5000.	.493E-01	-.146E-01
	10000.	.341E-01	-.104E-01
	20000.	.237E-01	-.764E-02
	30000.	.197E-01	-.641E-02
$\lambda = 461.53$ nm	40000.	.177E-01	-.581E-02
	50000.	.168E-01	-.553E-02
$5s^2P_{3/2} - 5p^2D^0_{5/2}$	5000.	.489E-01	-.138E-01
	10000.	.338E-01	-.994E-02
	20000.	.235E-01	-.725E-02
	30000.	.195E-01	-.607E-02
$\lambda = 461.91$ nm	40000.	.175E-01	-.548E-02
	50000.	.166E-01	-.521E-02
$5s^2P_{3/2} - 5p^2D^0_{3/2}$	5000.	.361E-01	-.882E-02
	10000.	.249E-01	-.629E-02
	20000.	.174E-01	-.452E-02
	30000.	.144E-01	-.371E-02
$\lambda = 425.06$ nm	40000.	.130E-01	-.330E-02
	50000.	.124E-01	-.305E-02
$5s^2P_{3/2} - 5p^2S^0_{1/2}$	5000.	.426E-01	-.166E-01
	10000.	.295E-01	-.834E-01
	20000.	.205E-01	-.605E-01
	30000.	.170E-01	-.502E-01
$\lambda = 418.51$ nm	40000.	.154E-01	-.451E-01
	50000.	.146E-01	-.421E-01
$5s^2P_{1/2} - 5p^2S^0_{1/2}$	5000.	.602E-01	-.196E-01
	10000.	.417E-01	-.141E-01
	20000.	.291E-01	-.104E-01
	30000.	.242E-01	-.887E-01
$\lambda = 468.04$ nm	40000.	.220E-01	-.822E-01
	50000.	.209E-01	-.783E-01

Transition	T (1000 K)	w (nm)	d (nm)
$5s^2P_{1/2} - 5p^2D^0_{3/2}$	5000.	.525E-01	-.1628E-01
	10000.	.363E-01	-.117E-01
	20000.	.253E-01	-.862E-02
	30000.	.211E-01	-.734E-02
$\lambda = 476.24$ nm	40000.	.192E-01	-.681E-02
	50000.	.183E-01	-.649E-02
$5s^2P_{1/2} - 5p^2P^0_{3/2}$	5000.	.719E-01	-.249E-01
	10000.	.498E-01	-.180E-01
	20000.	.347E-01	-.133E-01
	30000.	.289E-01	-.114E-01
$\lambda = 522.51$ nm	40000.	.261E-01	-.106E-01
	50000.	.249E-01	-.103E-01
$5s^2P_{1/2} - 5p^2P^0_{1/2}$	5000.	.841E-01	-.295E-01
	10000.	.582E-01	-.214E-01
	20000.	.406E-01	-.159E-01
	30000.	.338E-01	-.137E-01
$\lambda = 522.35$ nm	40000.	.306E-01	-.128E-01
	50000.	.291E-01	-.125E-01
$5s'^2D_{3/2} - 5p'^2F^0_{5/2}$	5000.	.604E-01	-.969E-02
	10000.	.454E-01	-.565E-02
	20000.	.349E-01	-.358E-02
	30000.	.296E-01	-.293E-02
$\lambda = 463.39$ nm	40000.	.262E-01	-.289E-02
	50000.	.296E-01	-.275E-02
$5s'^2D_{3/2} - 5p'^2P^0_{3/2}$	5000.	.513E-01	-.145E-01
	10000.	.367E-01	-.990E-02
	20000.	.270E-01	-.672E-02
	30000.	.230E-01	-.546E-02
$\lambda = 442.27$ nm	40000.	.209E-01	-.484E-02
	50000.	.198E-01	-.464E-02
$5s'^2D_{3/2} - 5p'^2P^0_{1/2}$	5000.	.398E-01	-.101E-01
	10000.	.276E-01	-.724E-01
	20000.	.194E-01	-.520E-01
	30000.	.161E-01	-.420E-01
$\lambda = 405.70$ nm	40000.	.145E-01	-.371E-01
	50000.	.137E-01	-.344E-01
$5s'^2D_{3/2} - 5p'^2D^0_{3/2}$	5000.	.399E-01	-.807E-02
	10000.	.277E-01	-.619E-02
	20000.	.193E-01	-.448E-02
	30000.	.159E-01	-.372E-02
$\lambda = 406.51$ nm	40000.	.143E-01	-.332E-02
	50000.	.134E-01	-.312E-02
$5s'^2D_{3/2} - 5p'^2D^0_{5/2}$	5000.	.390E-01	-.857E-02
	10000.	.271E-01	-.613E-02
	20000.	.188E-01	-.444E-02
	30000.	.155E-01	-.368E-02
$\lambda = 404.47$ nm	40000.	.139E-01	-.329E-02
	50000.	.131E-01	-.309E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...89P

Table 1. (continued)

Transition	T (1000 K)	w (nm)	d (nm)
$5s'^2D_{5/2} - 5p'^2D^0_{5/2}$	5000.	.402E-01	-.901E-02
	10000.	.278E-01	-.645E-02
	20000.	.194E-01	-.468E-02
	30000.	.160E-01	-.389E-02
$\lambda = 408.83$ nm	40000.	.143E-01	-.348E-02
	50000.	.135E-01	-.328E-02
$5s'^2D_{5/2} - 5p'^2D^0_{3/2}$	5000.	.411E-01	-.9115E-02
	10000.	.285E-01	-.6523E-02
	20000.	.199E-01	-.4728E-02
	30000.	.164E-01	-.3930E-02
$\lambda = 410.92$ nm	40000.	.147E-01	-.3514E-02
	50000.	.138E-01	-.3307E-02
$5s'^2D_{5/2} - 5p'^2P^0_{3/2}$	5000.	.529E-01	-.152E-01
	10000.	.379E-01	-.103E-01
	20000.	.279E-01	-.705E-02
	30000.	.237E-01	-.574E-02
$\lambda = 447.50$ nm	40000.	.216E-01	-.509E-02
	50000.	.204E-01	-.489E-02
$5s'^2D_{5/2} - 5p'^2F^0_{5/2}$	5000.	.623E-01	-.102E-01
	10000.	.468E-01	-.603E-02
	20000.	.359E-01	-.385E-02
	30000.	.305E-01	-.316E-02
$\lambda = 469.13$ nm	40000.	.270E-01	-.302E-02
	50000.	.305E-01	-.296E-02
$5s'^2D_{5/2} - 5p'^2F^0_{7/2}$	5000.	.508E-01	-.126E-01
	10000.	.352E-01	-.908E-02
	20000.	.245E-01	-.665E-02
	30000.	.202E-01	-.561E-02
$\lambda = 457.72$ nm	40000.	.180E-01	-.510E-02
	50000.	.169E-01	-.489E-02

Table 2. Comparison of theoretical Stark widths (w_{th} – FWHM) with experimental data (w_m). (1) – Bertuccelli and Di Rocco 1991, (2) – Lesage *et al.* 1989, (3) – Brandt *et al.* 1981. (4) – Uzelac and Konjević 1989, (5) – Vitel and Skowronek 1987, Stark widths are given for an electron density of 10^{23}m^{-3}.

Transition	λ (nm)	T (1000 K)	w_m (nm)	w_m/w_{th}	Ref.
$5s^4P - 5p^4S^0$	414.5	14.5	0.030	1.16	(1)
$5s^4P - 5p^4P^0$	473.9	11.0	0.049	1.36	(2)
		11.5	0.040	1.13	(4)
		11.65	0.039	1.10	(4)
		11.9	0.048	1.38	(4)
		12.0	0.041	1.18	(3)
		12.5	0.039	1.15	(4)
		12.75	0.039	1.17	(4)
		14.5	0.041	1.32	(1)
		14.9	0.030	1.00	(5)
		15.5	0.030	1.02	(5)
		15.7	0.025	0.87	(5)
		16.2	0.026	0.89	(5)
		17.4	0.025	0.87	(5)
	465.89	11.0	0.045	1.30	(2)
		11.5	0.040	1.17	(4)
		11.65	0.041	1.20	(4)
		11.9	0.039	1.18	(4)
		12.5	0.040	1.23	(4)
		12.75	0.039	1.21	(4)
		14.5	0.039	1.30	(1)
		14.9	0.029	1.00	(5)
		15.5	0.029	1.01	(5)
		16.2	0.027	0.95	(5)
		17.4	0.028	1.02	(5)
	483.2	14.5	0.039	1.17	(1)
	520.8	12.0	0.038	1.01	(3)
$5s^4P - 5p^4D^0$	429.29	11.0	0.030	1.06	(2)
		14.5	0.038	1.56	(1)
	435.55	11.0	0.039	1.30	(2)
		11.5	0.038	1.28	(4)
		11.65	0.039	1.34	(4)
		11.9	0.038	1.32	(4)
		12.5	0.039	1.38	(4)
		12.75	0.038	1.37	(4)
		14.5	0.046	1.78	(1)
		14.9	0.025	0.99	(5)
		15.5	0.026	1.05	(5)
		16.2	0.024	0.97	(5)
		17.4	0.020	0.86	(5)
	443.1	11.0	0.031	0.94	(2)
		14.5	0.037	1.31	(1)
	476.57	11.0	0.051	1.34	(2)
		11.0	0.039	1.03	(3)
		12.0	0.039	1.07	(3)
		14.5	0.044	1.35	(1)
	481.1	14.5	0.031	0.94	(1)
$5s^2P - 5p^2P^0$	484.61	12.0	0.034	0.90	(3)
		14.5	0.037	1.05	(1)
$5s^2P - 5p^2D^0$	476.2	12.0	0.039	1.11	(3)
		14.5	0.037	1.25	(1)
	461.53	12.0	0.030	0.91	(3)
		14.5	0.034	1.23	(1)
	461.91	11.0	0.054	1.60	(2)

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...89P

Table 2. (continued)

Transition	λ (nm)	T (1000 K)	w_m (nm)	w_m/w_{th}	Ref.
		12.0	0.034	1.10	(3)
		14.5	0.034	1.24	(1)
	425.06	14.5	0.031	1.52	(1)
$5s'^2D - 5p'^2F^0$	463.39	12.0	0.032	0.73	(3)
		14.5	0.038	1.00	(1)
	457.7	14.5	0.039	1.30	(1)
$5s'^2D - 5p'^2D^0$	410.9	14.5	0.040	1.67	(1)
	408.8	14.5	0.032	1.40	(1)
	406.5	14.5	0.044	1.89	(1)
$5s'^2D - 5p'^2P^0$	40.57	14.5	0.044	1.97	(1)

Table 3. Comparison of theoretical Stark shifts (d_{th}) with experimental (d_m) ones given by Vitel and Skowronek (1987).

λ	N (10^{23}m^{-3})	T (1000 K)	d_m (nm)	d_{th}	d_m/d_{th}
435.55	7.6	15.5	-0.00	-0.045	–
	9.2	14.9	-0.01	-0.055	0.18
	12.3	16.2	-0.02	-0.074	0.27
	15.8	17.4	-0.02	-0.092	0.21
465.89	7.6	15.5	-0.08	-0.070	1.14
	9.2	14.9	-0.07	-0.083	0.85
	12.3	16.2	-0.09	-0.109	0.82
	15.8	17.4	-0.11	-0.134	0.82
473.90	7.6	15.5	-0.06	-0.063	0.95
	9.2	14.9	-0.04	-0.076	0.52
	12.3	16.2	-0.06	-0.098	0.61
	15.8	17.4	-0.08	-0.123	0.65
	16.2	15.7	-0.08	-0.129	0.62

Table 4. Comparison of our theoretical Stark widths (w_{th}) with theoretical ones calculated by Bertuccelli and Di Rocco (1993), the latter being obtained by using in succession: a) Born approximation with the empirical modification for the collision strength suggested by Robb (w_{BDR-R}); b) without the Robb modification (w_{BDR}); c) using Griem's semiempirical approach (w_G). The value of $< w_{exp}/w_{th} >$ is the mean ratio between all experimental values for the considered line widths and our theoretical Stark widths while $< w/w_{th} >$ (the last row in Table) is the mean of ratios listed in the columns.

λ (nm)	w_{BDR-R}/w_{th}	w_{BDR}/w_{th}	w_G/w_{th}	$< w_{exp}/w_{th} >$
484.6	1.77	1.60	1.32	0.98
483.2	1.64	1.47	1.20	1.17*
476.5	1.98	1.78	1.21	1.20
476.2	2.18	1.96	1.58	1.18
473.9	1.77	1.60	1.07	1.10
465.8	1.91	1.73	1.19	1.14
461.9	2.49	2.25	1.68	1.37
461.5	2.17	1.98	1.47	1.07
443.1	1.63	1.47	1.32	1.12
435.5	2.00	1.93	1.23	1.35
429.2	2.05	1.84	1.38	1.31
425.0	2.62	2.36	1.79	1.52*
406.5	1.09	0.98	3.78	1.89*
$< w/w_{th} >$	1.95	1.76	1.56	1.26

* Only experimental data from Bertuccelli and Di Rocco (1993).

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...89P

ization potential, established from the consideration of regularities (Di Rocco 1990, Purić *et al.* 1991, Bertuccelli and Di Rocco 1991, 1993).

In order to enlarge as much as possible the available set of reliable Stark broadening data needed for the investigation of astrophysical and laboratory plasmas, we have calculated Stark widths and shifts for 37 spectral lines from 5s-5p transition array of singly charged kripton, by using the modified semiempirical approach (Dimitrijević and Konjević 1980, Dimitrijević and Kršljanin 1986). Due to the complexity of Kr II spectrum, calculations were performed as in Popović and Dimitrijević (1996c). Our results for Stark widths and shifts are compared with the available experimental and theoretical data.

2. RESULTS AND DISCUSION

All relevant details concerning the obtained results and the calculation procedure have been published in Popović and Dimitrijević (1998). Here we present tables of Stark widths and compare our results with available experimental and theoretical data.

The atomic energy levels needed for the calculation were taken from Sugar and Musgrove (1991). Oscillator strengths have been calculated by using the method of Bates and Damgaard (1949).

In Table 1 we present Stark widths and shifts for 37 Kr II lines obtained for temperatures from 5000 K up to 50000 K and at an electron density of $10^{23}\mathrm{m}^{-3}$. Since we have found that the ion broadening contribution to the line widths is a few per cents, only the electron broadening contribution is given.

Our results for Stark widths have been compared in Table 2 with available experimental data (Brandt *et al.* 1981, Vitel and Skowronek 1987, Uzelac and Konjević 1989, Lesage *et al.* 1989, Bertuccelli and Di Rocco 1990). The ratio of measured and calculated data varies between 0.73 and 1.97 (or 1.60 if we omit the results of Bertuccelli and Di Rocco 1991).

There are Stark shift experimental data for three Kr II lines (Vitel and Skowronek 1987). The comparison between our calculations and experimental Stark shifts is shown in Table 3. One should notice that the theoretical shifts are generally of lower accuracy than are widths (see e.g. Dimitrijević *et al.* 1981, Popović *et al.* 1993).

In Table 4 comparison is presented of our theoretical Stark widths (w_{th}) with theoretical ones calculated by Bertuccelli and Di Rocco (1993), the latter being obtained by using alternately: a) Born approximation with the empirical modification for the collision strength suggested by Robb (w_{BDR-R}); b) without the Robb modification (w_{BDR}); c) using Griem's (1968) semiempirical approach (w_G).

The detailed discussion of obtained results is given in Popović and Dimitrijević (1998).

Acknowledgements – This work has been supported by Ministry of Science and Technology of Serbia through the project "Astrometrical, Astrodynamical and Astrophysical Researches".

REFERENCES

Bates, D.R. and Damgaard, A.: 1949, *Trans. Roy. Soc. London, Ser A* **242**, 101.
Bertuccelli, D. and Di Rocco, H. O.: 1991, *Phys. Scr.* **44**, 138.
Bertuccelli, D. and Di Rocco, H.O.: 1993, *Phys. Scr.* **47**, 747.
Brandt, T., Helbig, V., Nick, K.P.: 1981, Spectral line shapes (Ed. Wende B.), Berlin, W. de Gruyter.
Cardelli, J.A., Savage, B.D., Ebbets, D.C.: 1991, *Astrophys. J.* **383**, L23.
Dimitrijević, M.S., Feutrier, N., Sahal-Bréchot, S.: 1981, *J. Phys.* B **14**, 2559.
Dimitrijević, M.S. and Konjević, N.: 1980, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **24**, 451.
Dimitrijević, M.S. and Kršljanin, V.: 1986, *Astron. Astrophys.* **165**, 269.
Dimitrijević, M.S. and Popović, M.M.: 1989, *Astron. Astrophys.* **217**, 201.
Di Rocco, H.O.: 1990, J. Appl. Phys. **68**, 3732.
Dobricheva, V.M., Ryabchikova, T.A., Rajkova, D.V.: 1990, *Nauchn. Inf.* **68**, 92.
Griem, R.H.: 1968, *Phys. Rev.* **165**, 258.
Heacox W.D.: 1979, *Astrophys. J. Suppl. Series*, **41**, 675.
Leckrone, D.S., Wahlgren, G.M., Johansson, S.G., Adelman, S.J.: 1993, In *Peculiar Versus Normal Phenomena in A-type and Related Stars*, ASP Conference Series **44**, 42.
Lesage, A., Abadie, D. and Miller, M.H.: 1989, *Phys. Rev.* A, **40**, 1367.
Pittman, T.L. and Konjević, N.: 1986, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **35**, 247.
Popović, L.Č. and Dimitrijević, M.S.: 1993, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **116**, 359.
Popović, L.Č. and Dimitrijević, M.S.: 1996b, *Phys. Scr.* **53**, 325.
Popović, L.Č., Vince, I. and Dimitrijević, M.S.: 1998, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **127**, 295.
Purić, J., Djeniže, S., Labat, J., Srećković, A. and Platiša, M.: 1991, *Contrib. Plasma Phys.* **31**, 63.
Sugar, J. and Musgrove, A.: 1991, *J. Phys. Chem. Ref. Data*, **20**, 875.
Uzelac, N.I. and Konjević, N.: 1989, *J. Phys.* B, **22**, 2517.
Vitel, Y. and Skowronek, M.: 1987, *J. Phys.* B, **20**, 6493.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.161...89P

ТАБЛИЦЕ ПАРАМЕТАРА ШТАРКОВИХ ШИРИНА ЗА ЛИНИЈЕ Kr II

Л. Ч. Поповић и М. С. Димитријевић

Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд-74, Југославија

УДК 52-355.3
Претходно саопштење

У циљу обезбеђивања података за Штарково ширење линија јона са комплексним спектром, овде су дате табеле Штаркових ширина и помака за 37 линија једанпут јонизованог криптона. Рачун је изведен помоћу модификоване семиемпиријске апроксимације. Добијени резултати су упоређени са постојећим експерименталним и теоријским подацима.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162..135T

Serb. Astron. J. № 162 (2000), 135 – 150

UDC 929(497,11)"19/19"N:52(092)
Professional paper

LIFE AND WORKS OF MILAN NEDELJKOVIĆ (1857-1950)

V. Trajkovska and M. S. Dimitrijević

Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade-74, Yugoslavia

(Received: November 25, 2000)

SUMMARY: Activities of Milan Nedeljković, the founder of Belgrade Astronomical Observatory and his published works are discussed. The Bibliography of his works, as well as a Bibliography of selected works on Milan Nedeljković, are enclosed.

1. ACTIVITY OF MILAN NEDELJKOVIĆ

One of the most important personalities having contributed to the development of astronomy and meteorology in Serbia in the second half of the 19th and the beginning of the 20th centuries is certainly Milan Nedeljković (Belgrade Sept. 27, 1857 – Belgrade, Dec. 21, 1950). As a junior lecturer on physics and mathematics at the Grand School (Belgrade University) he applied on August 16, 1878, at the Ministry of Education for continuing abroad his studies, completed in the country, specifically in physics and astronomy and besides, analytical and rational mechanics and mathematics. Minister Bošković asked for opinion the rector that arrived on June 12, 1879. According to this opinion the plan of Nedeljković's studies was as follows: 1) The first two years to attend lectures in infinitesimal calculus, probability calculus, mathematical physics, meteorology, rational and analytical mechanics, higher geodesy and astronomy; 2) The third year to dedicate to practical training at the Paris Observatory and to attend special lectures in astronomy and meteorology, in the first place those treating the theory and use of the astronomical and meteorological instruments; 3) The first half of the third year to spend in London and the second traveling, visiting thereby the most important astronomical and meteorological establishments. This opinion was signed by Josip Pančić, Kosta Alković, Sima Lozanić, Ljubomir Klerić, Dimitrije Nešić and Dimitrije Stojanović (Janković, 1989). By this opinion Nedeljković was directed towards the astronomical and meteorological studies and on that account he, as a state scholarship holder, was sent to France.

The Grand School Organization Law, passed in 1863, is silent about astronomy, but it was introduced in 1880 by the Modifications and Supplements of the same Law as a separate subject at the Natural-Mathematical-Department of the Philosophical Faculty of the Grand School, the lectures on which to be attended also by the engineering students. This decision came into force only in 1884 when Milan Nedeljković was back from his studies in France from June 1879 to July 1884.

On returning from his studies Milan Nedeljković was appointed junior lecturer of astronomy and meteorology, being at the same time entrusted with the Chair for Astronomy and Meteorology of the Grand School, the post he held forty years, until his

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162..135T

retirement in 1924. The only break took place with his first retirement from July 5, 1899 to October 31, 1900 (Djurković, 1968), the Chair for Astronomy and Meteorology having during that time been entrusted to Djordje Stanojević. Nedeljković taught astronomy as a professional subject according to the Decree from 1896 at the Mathematical-Physical Department. Astronomy was reduced to an auxiliary subject, being left out of the secondary school teachers examinations by the Amendments of the Decree from September 30, 1900. Nothing changed even by the institution of the University in 1905. From 1906 on astronomy is an auxiliary subject at the First Study Group of the Philosophical Faculty, Nedeljković being an associate professor.

Nedeljković did not write any textbook of astronomy, so "Cosmography" by Andonović was used by the students (Janković, 1986). Left behind as manuscripts were "Practical Astronomy for the Grand School Students" as well as the translations of Meteorology by Van Bebber (1885-1886), of Astronomy by Wolf (1877), Theoretical Astronomy by Watson (1868) and Theoretical Meteorology by W. Ferrel (Janković, 1989), and a partial translation of Secchi's book on stellar astronomy.

Thanks to Nedeljković's enthusiasm, love of astronomy and meteorology and to his outstanding abilities, the first Observatory in Serbia was founded by the Decree of the Ministry of Education and Church Affairs on March 26, 1997 (old style). Initially it was provisory, meant both for astronomical and meteorological observations and researches. By the same Decree it was ordained "the Observatory to be under direction and management of Mr. Milan Nedeljković, professor of the Grand School".

Nedeljković started working at the provisory Observatory on May 1, 1887 in the rented Geisler-family house. Here the Observatory was in operation until May 1st, 1891, having then moved into, by then completed, its own building – currently Meteorological Observatory – in Karadjordje Park. In its minor museum area there is, since the celebration of centenary of its foundation in 1987, a room dedicated to the origins of astronomical science in Yugoslavia.

Nedeljković headed the Observatory from March 26 (April 7) 1887 to January 30, 1924. A break took place only between July 5, 1899 and October 31, 1900, when he was sent into retirement for political reasons, in connection with the Ivanjdan attempt on King Milan, exploited by the King Alexander for settling his accounts with the political opponents. Nedeljković's place was filled during this period by Djordje Stanojević (Negotin, April 7, 1858 – Paris Dec. 24, 1921), the first Serbian astrophysicist.

During the Austro-Hungarian occupation in World War I the Observatory was administered by Victor Konrad from Vienna. In their flight from Serbia the Austrians took away or destroyed all the instruments. However, thanks to his extraordinary professional skills Nedeljković contrived to acquire in Germany after the war, on account of war reparations, a number of instruments with appertaining equipment for the new Observatory.

The instruments procured by Nedeljković constitute even now practically the only observing basis of the Observatory, although some of them were taken away by the Germans during the World War II, two were ceded to each Ljubljana and Zagreb Universities (Djurković, 1968), some of the smaller ones being left unmounted and one burnt up during the NATO bombardement.

Currently mounted in appropriate pavilions are the following instruments procured by Nedeljković:

1. Large Refractor – Zeiss, 650/10550 mm, equatorial;
2. Double Photographic (2 × 200/800 mm and Visual 200/3020 mm. Refractor. This instrument is currently operated as a Littrow Solar Spectrograph 200/9000, with effective spectral resolution of about 100 000;
3. Large Transit Instrument ASKANIA 190/2578 mm;
4. Large Vertical Circle ASKANIA 190/2578 mm;
5. Astrograph ZEISS 160/800 mm;
6. Photo-visual Refractor ZEISS 135/1000 mm and 125/1000 mm;
7. Transit instrument BAMBERG 100/1000 mm;
8. Zenith-Telescope ASKANIA 110/1287 mm.

As Nedeljković was struggling for the new Observatory at which the acquired instruments were to be mounted and regular astronomical observations started he suddenly was sent into retirement on January 30, 1924. By the ruling of the Faculty Council the Observatory was divided into two separate institutions: Astronomical Observatory and Meteorological Observatory of Belgrade University.

Nedeljković's Observatory is of importance, besides for astronomy and meteorology, also for seismological and geomagnetical researches. By the end of 1903 Nedeljković borrowed instruments for geomagnetic measurements from Tege Miklos Konkolly, the founder of the Budapest Astronomical Observatory, and builded an earth-magnetic pavilion. Thanks to Konkolly, Nedeljković obtained in 1903 a seismograph too, installing it next year in a separate pavilion. The observations were made regularly. To meat the expanded needs a special building at Tašmajdan was erected in 1906 – the Seismographic Institute of today. This activity was taken over by Nedeljković's aid Jelenko Mihajlović (Vrbica, January 11, 1869 – Belgrade, October 11, 1956), collaborating at the Observatory since 1896.

In addition to performing the duties of the Observatory's Director, Nedeljković wrote papers dealing with astronomical and meteorological subjects. Shortly after the Observatory's founding he started, in 1887, publishing monthly reports on meteorological observations made at the Observatory in "Prosvetni glasnik" (Education Messenger), the official periodical of the Royal-Serbian State Printing Firm. From 1890 he started publishing daily reports on meteorological observations in "Srpske novine" (Serbian Newspaper). Intense work and a great deal of time Nedeljković dedicated to the organization of a net of meteorological stations throughout Serbia, which is evident also from his Bibliography. Most of the items

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162..135T

in this Bibliography are dedicated to the direction for work at those stations and for observations at them as well as to the annual reports on the Observatory's activity. His annual reports possess precious material on Observatory's history, on the pioneering observational activity in Serbia, containing his reflections on various events and having also memoiristic elements.

Championing the cause of science and truth he brought before the "World" the successes and failures of this Institute, organized astronomical, meteorological, geodynamical and earth-magnetical Observatory. In circumstances, prevailing in Serbia of that time, organizing work at a scientific institution and raising the results obtained to a level corresponding to the standards of the contemporary European science presupposed great involvement, struggle and readiness for self-sacrificing work.

Milan Nedeljković did his utmost to fulfil his obligations and tasks with due responsibility. Pleading for the principle of responsibility and consentiousness in the society he wrote in "Dnevni list" (Daily Newspaper) from October 11, 1895 (No. 222, page 2) in the column "Javna govornica" (Public Rostrum)... "a great question in our country at present is the one of the structure of all the state administrations. These should be well organized, provided only with able and irreproachable officials, commencing from the minister and the heads of departments up to the trainees and beginners and then, the schools and all the state officials, by discharging their precisely defined duties, exerting influence on children and adults, will achieve that genuine, useful and honest work acquires its right place in our country and that complete economy and general wellbeing be raised...". In his Report for the period 1899-1903 in "Prethodna reč" (Preliminary Word), speaking about the scientific interests, he sets forth the view that" the duties must be accorded the precedence over all other considerations".

In his papers "Meteorologija i poljoprivreda", 1907 (Meteorology and Agriculture) and "Opservatorija i poljoprivreda, 1907 he points out the significance for the vital branch of the Serbian economy – agriculture – of the meteorology, that of the Observatory and its net of meteorological stations.

In 1900 Nedeljković published his paper "Projet de reforme du calendrier" (Project of Reform of the Calendar). Besides putting the calendar into accord with the tropical year he wished the spring always to begin on 21 March. In those cases where the spring was to begin on 22 March, he made that year a leap year, returning thereby the spring to start on 21 March. In this way he obtained a series of leap years: 1900, 1904, 1908, 1913, 1921... He realized the defects of such calendar, i.e. the leap years not being regularly spaced and offered another project according to which every fourth years was to be a leap year. To achieve this he converted the secular leap years into common ones, save those he calculated up to the year 12000, but now the spring did not start always on 21 March. His reflections on calendar Nedeljković summarized in his article "O kalendaru" (About the Calendar), published in 1923.

To be mentioned is certainly his popular booklet "Svet i Halejeva kometa" (The World and Halley's Comet) published in 1910.

Milan Nedeljković's papers were published in the period 1888-1925. One notes in his Bibliography that the bulk of his papers appeared before 1910 (the maximum in 1902).

Some of his papers have not been published, as he himself sais, "in consequence of many unfavourable circumstances". He asked for means necessary for printing his works which formed a meteorological collection and were ready for publishing as early as the end of June, 1897. In his report for 1904 he adduced a list of 35 headings ready for publishing. A part of this list was published later, but unpublished remained the manuscripts, given in the Appendix, in the list of unpublished papers. Nedeljković wrote and polemized in the press of that time (Prosvetni glasnik, Dnevni list, Odjek, Štampa, Težak), using as his signature (as he himself quoted in his Reports), "Kov", "Mil. Kov", "M. K.", "=", "Δ", "...". From his Reports and other publications there would follow that his articles or such of them mentioning his name, should have been published in "Odjek" from 2 September, 1903 (Moja reč), as well as his Report from the Conference in Graz in "Srpske novine" from 6 August, 1903, and "Srpska Zastava" for April 1898. The authors failed to find the corresponding numbers of these newspapers.

Milan Nedeljković continued, even after having been sent into retirement on January 30, 1924, by the Minister of Education Miša Trifunović, his selfless endeavourings to support the Observatory (he wrote as an "independent and practical institution of the Kingdom"), requesting all the decisions concerning the instruments to remain in force.

Nedeljković's published works are very important as they are dealing with the beginnings of professional cultivation of astronomy and meteorology in Serbia.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162..135T

BIBLIOGRAPHY OF PUBLISHED WORKS OF MILAN NEDELJKOVIĆ

1887

1. Nedeljković, M.: 1887, Mesečni izveštaj o meteorološkim posmatranjima provizorne opservatorije, Prosvetni glasnik, Službeni list Kraljevsko - srpskog ministarstva prosvete i crkvenih poslova, **VIII**, No 17, 15 September, 673-680; No 20, 31 October, 751-756; No 21, 15 November, 808-813; No 22, 30 November, 839-844; No 23-24, 31 December, 917-922.

1888

2. Nedeljković, M.: 1888, Reč o astronomiji i meteorologiji, Prosvetni glasnik, Službeni list Kraljevsko - srpskog ministarstva prosvete i crkvenih poslova, **IX**, No 1, 8-14; No 2, 47-53.
3. Reč o astronomiji i meteorologiji od Milana Nedeljkovića. (Preštampano iz "Prosv. Glasnika za 1888 g.) – U Beogradu. Štampano u Kralj.-srp. drž. štampariji. 1888, 1-40, M. 8°.
4. Meteorološka uputstva za srpske stacije. Sastavio Milan Nedelković. – Beograd. Ministarstvo prosvete i crkvenih poslova. Štampano u Srpsko-kraljevskoj državnoj štampariji. 1888. Str. $[1] + II + VI + IV + 261 + [1] + 5$. V. 8°.
5. Nedeljković, M.: 1888, Upustvo za telegrafisanje meteoroloških podataka Milan Nedeljković.
6. Nedeljković, Milan: 1888, Meteorološka mreža stacija u Srbiji, Prosvetni glasnik, Službeni list Kraljevsko - srpskog ministarstva prosvete i crkvenih poslova, **IX**, 604 - 610.

1889

7. Mesečni izveštaj o meteorološkim posmatranjima provizorne opservatorije, (Pritisak vazdušni u Beogradu, sveden na 0°; Temperatura vazduha; Apsolutna i relativna vlažnost; Pravac i jačina vetra; Naoblačenost, padeži i izgled neba; Mesečni rezultat), Prosvetni glasnik, Službeni list Kraljevsko - srpskog ministarstva prosvete i crkvenih poslova, **X**, 330-335; 450-464; 536-547.
8. Nedeljković, Milan: 1889, Referat o delu "Šetnja po oblacima", Dj. M. Stanojevića, Prosvetni glasnik, Službeni list Kraljevsko - srpskog ministarstva prosvete i crkvenih poslova, **X**, 152.
9. Nedeljković, Milan: 1889, Referat o delu "Geometrijska crtanja", G.G. Ivkovića, Markovića i Zdjelara, Prosvetni glasnik, Službeni list Kraljevsko - srpskog ministarstva prosvete i crkvenih poslova, **XI**, 8-11.

1890

10. ***: 1890, Dnevni bileten Beogradske opservatorije, Nos. 1-4; 6-11; 13-18; 20-25; 27-32; 34-37; 43-46; 48-53; 55; 65-67; 69-74; 76; 81; 83-88; 92-95; 97; 101; 102; 105-107; 109; 111; 112; 114-116; 118-123; 125-128; 130; 132-137; 139-143; 145; 147-152; 154; 155; 158; 159; 162; 165; 166; 169; 171; 175-180; 182; 183; 185-187; 189-191; 193; 196; 198-202; 204-209; 211-214; 216; 218-223; 225-227; 229; 230; 232-237; 239; 240; 242-244; 246-251; 253-255; 258; 260; 262-266, Srpske novine, Nos. 42-72 (22.02-30.03); 74-89 (5.04-22.04); 92-103, (27.04-10.05) 105-118 (13.05-31.05); 120-125 (2.06-8.06); 127-129 (10.06-13.06); 131-151 (15.06-10.07); 157-169 (17.07-1.08); 171-173 (4.08-8.08); 176 (11.08); 177 (12.08); 179 (15.08); 180 (17.08); 183-196 (21.08-6.09); 198 (8.09); 199 (11.09); 222-269 (9.10-6.12); 271 (9.12); 277-282 (16.12-22.12)
11. Posmatranja sa Beogradske meteorološke stanice, Srpski tehnički list, **I**, No 1-2, 25-26.
12. ***: 1890, Izveštaj beogradske opservatorije o nepogodama vremena 15 i 16 aprila 1890, Težak, Beograd, No. 16, 125.

1891

13. Velikoškolska omladina i "Narodni Dnevnik", Dnevni List, Beograd, No. 109, 1 [signed: Mil. K. (Nedeljković?)]; No. 278, 3.

1892

14. Nedeljković, M.: 1892, Misli o školi i nauci; Govor prof. Milana Nedeljkovića, dekana Velike škole, na dan proslave Sv. Save 14. januara 1892. u Velikoj školi, Nastavnik, **III**, No. 6, 577-603.
15. Nedeljković, M.: 1892, Uputstvo u Matematičku Geografiju od dr-a Mih. Gajstbeka u prevodu Koste F. Kovačevića, Prosvetni glasnik, Službeni list Kraljevsko-srpskog ministarstva prosvete i crkvenih poslova, **XIII**, 866.

1893

16. Misli o školi i nauci. Govor prof. Milana Nedeljkovića, držan u dvorani Velike škole o Sv. Savi 1892 g. (Na po se štampano iz "Nastavnika". – U Beogradu. Kraljevsko-srpska državna štamparija. 1893. pp. 29. V. 8°.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162..135T

1895

17. ***: 1895, Dnevni bileten Opservatorije Velike Škole, Dnevni list, Beograd, No. 191, 4; No. 193, 4; No. 194, 4; No. 195, 4; No. 199, 4; No. 203, 4; No. 204, 4; No. 206, 4; No. 207, 4; No. 212, 4; No. 213, 4; No. 215, 4; No. 216, 4; No. 219, 4; No. 221, 4; No. 222, 4; No. 227, 4; No. 228, 4.
18. Svršena je komedija [signed: = (Nedeljković?)], Dnevni list, Beograd, No. 76, 1.
19. Naprednjačka sila [signed: = (Nedeljković?)], Dnevni list, Beograd, No. 77, 1.
20. Dve, tri, o našim finansijama [signed: = (Nedeljković?)], Dnevni list, Beograd, No. 94, 1.
21. Srdita nemoć jedne lažne veličine (pogadjanje bez vraćanja, jedne promašene egzistencije) (signed: Kov.) Dnevni list, Beograd, No. 222, 1; No. 223, 2 (signed: M. Kov; No. 224, 2-3. [signed: "Borac" (Nedeljković?)].
22. Ministrovanje i profesura u Velikoj Školi [signed: M. K. (Nedeljković?)], Dnevni list, Beograd, No. 222, 1.
23. Gospogine uredniče [signed M. K. (Nedeljković?)], Dnevni list, Beograd, No. 235, 3.
24. Istinska pomoć [signed: M. K. (Nedeljković?)], Dnevni list, Beograd, No. 279, 2.
25. Meteorološka uputstva za stacije III reda i niže stacije. Od Milana Nedeljkovića. – U Beogradu. Štampano u Državnoj štampariji Kraljevine Srbije. 1895. pp. $XII + 237$ with 7 draw. and tab. +[1]. V. 8°.
26. Nedeljković, M.: 1895, Referat o knjizi "Atomistika, jedan deo iz filosofije" od Rudjera Josifa Boškovića, izradio Kosta T. Stojanović, Prosvetni glasnik, Službeni list Kraljevsko - srpskog ministarstva prosvete i crkvenih poslova, **XVI**, No 1-2, 19.
27. ***: 1895, Dnevni bileten Opservatorije velike škole, Nos. 22-64; 69-73; 76-79; 85-98; 100-106; 107-169; 171-212; 214-233; 235-297; 300-307; 309-312; 314-326; 329-346; 352-354, Srpske novine, Nos. 25-60 (2.02 - 15.03); 62-68 (18.03-25.03); 70-73 (28.03-31.03); 75-86 (6.04-19.04); 88-93 (21.04-27.04); 95-144 (28.04-29.06); 145-180 (1.07-11.08); 182-197 (13.08-1.09); 199-248 (3.09-4.11); 250-255 (7.11-14.11); 257-260 (16.11-19.11); 314-326 (21.11-3.12); 274-288 (6.12-23.12); 290-292 (29.12-31.12).
28. ***: 1895, Opservatorija Velike Škole, Mesečni rezultati meteoroloških posmatranja, Težak, Beograd, No. 16, 235; No. 23, 291; No. 28-29, 333; No. 30-31, 354; No 38-39, 414, No. 40-41, 441.
29. ***: 1895, Uporedni pregled meteoroloških posmatranja od 1887-1895, Težak, Beograd, No. 40-41, 436-438.

1896

30. ***: 1896, Dnevni bileten Opservatorije velike škole, Nos. 2-6; 10-12; 15; 19; 22-41; 43; 44; 47; 48; 51; 58-60; 64; 65; 67; 71; 73-75; 78; 79; 87-92; 94; 95; 99-103; 107-110; 115; 116; 120-122; 124; 127-132; 138; 143; 144; 148-150; 155-166; 170-173; 177; 183-193; 199; 201-212; 221; 222; 225; 226; 229; 232-243; 246; 249; 250; 253-256; 260-268; 270; 273; 276; 277-285; 289-305; 307-314; 317-319; 321-325; 328; 329; 331; 333-347; 350; 352; 354, Srpske novine, 1-5 (3.01-9.01); 7-9 (11.01-13.01); 11-15 (16.01-20.01), 17-32 (23.01-11.02); 34 (14.02); 35 (15.02); 37 (17.02); 39 (20.02); 40 (21.02); 44 (27.02); 46 (29.02); 48 (2.03); 51 (6.03); 53 (8.03); 54 (9.03); 57 (13.03); 59-61 (15.03-17.03); 63 (20.03); 65 (22.03); 68-71 (29.03-2.04); 73 (4.04); 75 (6.04); 78-82 (10.04-14.04); 85-88 (18.04-21.04); 90 (25.04); 91 (26.04); 94-96 (30.04-2.05); 98 (5.05); 100-104 (8.05-12.05); 108 (19.05); 110 (23.05); 112 (25.05); 114-116 (28.05-30.05); 121-130 (5.06-15.06); 134-137 (19.06-22.06); 139 (26.06); 143-152 (2.07-12.07); 157 (18.07); 160-167 (23.07-31.07); 173 (9.08); 175 (11.08); 176 (13.08); 178 (15.08); 180 (18.08); 182-191 (21.08-1.09); 194 (5.09); 195 (6.09); 197 (8.09); 199-202 (11.09-14.09); 204-211 (18.09-26.09); 213 (28.09); 216 (2.10); 217 (3.10); 219-221 (5.10-6.10, 8.10); 223-226 (10.10-13.10); 228-240 (17.10-1.11); 242-247 (3.11-10.11); 249-251 (13.10-15.10); 253-256 (17.11-21.11); 258 (24.11); 259 (26.11); 261 (28.11); 263-274 (30.11-14.12); 276 (17.12); 279 (20.12); 280 (21.12).

1897

31. ***: 1897, Dnevni bileten Opservatorije velike škole, Nos. 3; 8-10; 13; 16; 18; 20-24; 28; 35; 42; 45; 48; 50; 52; 58; 62; 64; 66; 67; 70-72; 77; 79; 80; 86-88; 98; 137; 139; 143; 146; 148; 150; 160; 163; 167-169; 177; 178; 185; 190; 195; 197-200; 202-205; 207; 209-213; 219; 221; 223-225; 234; 237-239; 242; 244; 245; 247; 249; 252; 253; 255; 256; 258; 260; 261; 263; 265-267; 269; 274; 275; 277; 278; 280-283; 284; 288-291; 294-298; 300-305; 307; 309; 311; 313; 315; 316; 328-333; 335-339; 342; 343; 345; 350; 351; 364, Srpske novine, 4 (5.01); 6-8 (9.01-11.01); 10 (14.01); 12 (17.01); 14 (19.01); 15-19 (21.01-25.01); 22 (29.01); 27 (5.02); 31 (9.02); 33 (12.02); 36 (15.02); 39 (18.02); 41 (20.02); 43 (22.02); 47 (28.02); 51 (5.03); 52 (6.03); 54 (8.03); 55 (9.03); 57-59 (12.03-14.03); 62 (19.03); 65 (21.03); 66 (22.03); 70-72 (28.03-30.03); 80 (9.04); 110 (18.05); 112-115 (21.05-27.05); 117 (29.05); 119 (31.05); 125 (10.06); 128 (13.06); 131-133 (17.06-19.06); 139 (27.06); 140 (28.06); 146 (5.07); 150 (10.07); 154 (15.07); 155-163 (17.07-25.07); 165-170 (27.07-2.08); 173 (8.08); 175-178 (10.08-14.08); 185 (23.08); 187-189 (26.08-28.08); 191-193 (31.08-3.09); 195 (5.09); 197 (7.09); 198 (10.9); 199 (11.09); 201-203 (13.09-16.09); 205

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162..135T

(18.09); 208-211 (21.09-25.09); 213 (27.09); 216 (1.10); 217 (3.10); 219-224 (5.10-11.10); 226 (12.10); 228-231 (16.10-19.10); 233-244 (22.10-4.11); 246 (6.11); 248-250 (8.11-12.10); 252 (14.11); 253 (15.11); 260-272 (25.11-10.12); 274 (12.12); 278 (17.12); 279 (18.12); 288 (31.12).

1898

32. Opservatorija Velike škole i njene meteorološke stacije. Od Milana Nedeljkovića. – Beograd. Štamparija Petra K. Tanaskovića. 1898. pp. 37. 8°.
33. Nedeljković, M.: 1898, Izveštaj ministarskog izaslanika za ispit zrelosti g. Mil. Nedeljkovića prof. Vel. Škole o II b. gimnazije , Prosvetni glasnik, Službeni list ministarstva prosvete i crkvenih poslova, **XIX**, 123-128.
34. ***: 1898, Dnevni bileten Opservatorije velike škole, Nos. 9; 10; 12; 13; 15-17; 19-21; 23-25; 27; 29; 37; 40; 42; 43; 47; 50; 51; 55-58; 61-65; 68; 71; 75-78; 79; 81; 84; 85; 88; 89; 334-338; 341-346; 348; 362, Srpske novine, 7-16 (10.01-22.01); 18-21 (24.01-28.01); 23 (30.01); 27 (7.02); 30 (102); 32 (12.02); 33 (13.02); 36 (17.02); 39 (20.02); 40 (21.02); 43 (25.02); 44 (26.02); 46 (27.02); 47 (28.02); 49-53 (3.03-7.03); 55 (10.03); 58 (13.03); 61-64 (17.03-20.03); 66 (22.03); 67 (24.03); 69 (27.03); 70 (28.03); 72 (31.03); 73 (1.04); 262-266 (1.12-5.12); 268-274 (8.12-15.12); 284 (29.12).

1899

35. ***: 1899, Bileten Beogradske opservatorije, Nos. 87 (an error, it is 76; 77(?)-79; 81-83; 85; 86; 88-92; 94-98; 101-104; 106; 111; 113; 115-120; 122-127; 130; 131; 134; 136-139; 141; 143; 144 (?); 145; 147; 148; 150; 151; 153; 154; 159-162; 164; 166; 167; 175; 180-183; 185-190; 192; 193; 196-197; 199; 201; 203; 204; 206; 208-211; 215; 222; 228-234; 235, 248 (an error, it is 236); 237, 250 (an error, it is 238), Srpske novine, Nos. 62-86 (19.03-18.04); 88-102 (23.04-9.05); 104 (12.05); 105 (13.05); 108-114 (16.05-25.05); 116-121 (26.05-2.06); 123 (4.06); 124 (5.06); 126-132 (10.06-18.06); 134 (20.06); 136 (23.06); 137 (24.06); 139 (26.06); 143-154 (1.07-14.07); 157 (17.07-22.07); 162-165 (24.07-28,07); 167 (30.07); 169 (32.07); 170 (1.08); 174 (6.08); 178 (13.08); 182-187 (18.08-24.08); 189-192 (25.08-28.08)
36. Nedeljni pregled vremena u Srbiji za sedmicu od 28. febr. do 6. marta 1899, Težak, Beograd, No. 12, 93.

1900

37. Projet de réforme du calendrier. Présenté par Milan Nedeljkovitch. – Belgrade. Imprimerie Royale de Serbie. 1900. pp. [1] + 38. 4°.
Tableau des années bissextiles (15 – 37 str.).

1901

38. Nedeljković, M.: 1901, Uputstvo za posmatranje grada, Privredni glasnik, Beograd, **I**, No. 5, 33-46.
39. Opservatorija. Uputstvo za posmatranje grada. Od Milana Nedeljkovića. Napose odštampano iz Privrednog glasnika. – Beograd. Službeno izdanje Ministarstva Narodne privrede. Štampano u Državnoj štampariji Kraljevine Srbije, 1-17. 8°.
40. Uputstvo za posmatranje nepogodskih pojava. Beograd. Državna štamparija Kraljevine Srbije. 1901. pp. 37.

1902

41. Kišomerske stacije. Uputstva i propisi. Od Milana Nedeljkovića. – Beograd. Opservatorija. Štampano u Državnoj štamariji Kraljevine Srbije. 1902. pp. $XI + 256$ with figs. and tabs.. +1 pril. mesečnih tablica obične kišomerske stacije. V. 8°.
42. Kratko uputstvo za kišomerske stacije. Od Milana Nedeljkovića. – Beograd. Opservatorija. <Izdanje kr. srp. drž. štamparije>. Štampano u Državnoj štampariji Kraljevine Srbije. 1902. <1903>. pp. [1] + 26. V. 8°.
43. Opredeljenje časa pomoću sunčanika. Od Milana Nedeljkovića. – Beograd. Opservatorija. Štampa i izdanje Kraljevske državne štamparije. 1902. <1903>. pp. $VII+]1] + 130$ with tabs. V. 8°.
44. Opredeljenje strana sveta. Uputstva za stacije III i IV reda. Od Milana Nedeljkovića. – Beograd. Opservatorija. <Izdanje kr. srp. drž. štamparije>. Štampano u Državnoj štampariji Kraljevine Srbije. 1902. <1903>. pp. [1] + 12 with 5 draw. V. 8°.
45. Posmatranje poslednjih slana s proleća i prvih s jeseni. Od Milana Nedeljkovića. – Beograd. Opservatorija. <Izdanje kr. srp. drž. štamparije>. Štampano u Državnoj štampariji Kraljevine Srbije. 1902. <1903>. pp. [1] + 5 with 1 l. V. 8°.
46. Posmatranje snežnog pokrivača zemljinog. Uputstvo i propisi. Od Milana Nedeljkovića. – Beograd. Opservatorija. <Izdanje Kr. srp. Državne štamparije>. Štampano u Državnoj štamariji Kraljevine Srbije. 1902. <1903>. pp. [1] + II + 61 with 10 draw. V. 8°.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162..135T

47. Posmatranje temperature vazduha. Uputstva i propisi za stacije IV reda. Od Milana Nedeljkovića. – Beograd. Opservatorija. <Izdanje Kr. srp. drž. stamparije>. Štampano u Državnoj štamariji Kraljevine Srbije. 1902. <1903>. pp. [3] + 24 with 7 draw. V. 8°.
48. Nedeljković, Milan: 1902, Beriht über internationalen Experten-Conferentz f. d. Wetterschiessen im Graz (1902), Jahrbücher der K. und K. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, Jahrgang 1902 (translated in : M. Nedeljković: 1904, Izveštaj Opservatorije Velike škole i njenih meteoroloških stacija 1899-1903, 199-204.)
49. Nedeljković, Milan: 1902, 1903, Bulletin mensuel de l'Observatoire central de Belgrade et resultats annuels, Année 1902, Vol. 1, Imprimerie Royale , Belgrade, 1-148 (For each month a No. with pp. 1-12, and in the first No. + pp. 1-4, Introduction, published also in: Izveštaj Opservatorije Velike škole i njenih meteoroloških stacija 1899 – 1903, 95 – 101.).
50. Nedeljković, M.: 1902, Sa naše opservatorije, Srpske novine, No. 270, 13 December, p. 1.

1903

51. Kišomerska Uputstva. Od Milana Nedeljkovića. – Beograd. Opservatorija. Izdanje Kr. Srp. drž. štamparije. Štampano u Državnoj štamariji Kraljevine Srbije. 1903. pp. $IX + 128$ with 11 draw. and schem. +1 appendix with tabs.. V. 8°.
52. Dnevnik posmatranja i mesečna tablica stacija II i III reda. Od Milana Nedeljkovića. – Beograd. Državna štamarija Kraljevine Srbije. 1903. pp. 48.
53. Nedeljković, M.: 1903, Poslanica biračima okruga Podrinskog, Beograd.
54. Bulletin mensuel de l'Observatoire central de Belgrade et resultats annuels, Année 1903, Vol. 2, Imprimerie Royale , Belgrade, 1-144 (For each month a No. with pp. 1-12, printed 1903, 1904).
55. Nedeljković, Milan: 1903, Moja reč gospodinu vlasniku "Odjeka" (G. Nikoli P. Nikoliću, advokatu), Štamparija Dositije Obradović, Beograd, 1-54.

1904

56. Izveštaj Opservatorije Velike škole i njenih meteoroloških stacija 1899 – 1903. Od Milana Nedeljkovića. – Beograd. [Izdanje Opservatorije]. Štampano u Državnoj štampariji Kraljevine Srbije. 1904. pp. $XVI + 223$. V. 8°.
Jedinstven dodatak: Dj.[ordje] M. Stanojević: Pismo uredništvu (219 – 223 str.).
57. Vasović, R.: 1904, Naša opservarorija, Beograd, Nova električna Trgovačka Štamparija (Preštampano iz "Štampe", pp. 31

1905

58. ***: 1905,Dnevni bileten Opservatorije, Nos. 1-10; 12; 13; 15-19; 24; 25; 27-108; 112-126; 128; 130-134; 137-147; 149-151; 153-159; 161-170; 172-174; 177-1808; 190; 192-196; 198; 199, Srpske novine, 89-98 (21.04-2.05); 100 (4.05); 101 (5.05); 103-107 (7.05-13.05); 112 (19.05); 113 (20.05); 115-118 (25.05-28.05); 119-186 (30.05-20.08); 188-192 (22.08-26.08); 194-198 (28.08- 2.09); 200 (5.09); 204-218 (10.09-28.09); 220 (30.09); 222-226 (3.10-7.10); 229-238 (11.10-22.10); 240-242 (25.10-28.10); 244-250 (31.10-7.11); 252-260 (10.11-19.11); 263-265 (23.11-25.11); 268 (29.11); 269 (30.11); 271-280 (2.12-14.12); 282 (16.12); 284-288 (19.12-23.12); 290 (29.12); 292 (31.12)
59. Izveštaj Opservatorije Velike škole i meteoroloških stacija 1904. Od Milana Nedeljkovića. – Beograd. [Opservatorija]. Štampano u Državnoj Štampariji Kraljevine Srbije. 1905. pp. [3] + 46. V. 8°.
60. Bulletin mensuel de l'Observatoire central de Belgrade et resultats annuels, Année 1904, Vol. 3, Imprimerie Royale , Belgrade, 1-144 (For each month a No. with pp. 1-12, printed 1905, 1906, 1907).

1907

61. Izveštaj Opservatorije Velike škole i meteoroloških stacija 1905. – 1906. Od Milana Nedeljkovića. – Beograd. [Izdanje Opservatorije]. Štampano u Novoj štampariji Davidović. 1907. pp. 45. + [1]. V. 8°.
62. Nedeljković, M.: 1907, Meteorologija i poljoprivreda, Poljoprivredni Glasnik, Beograd, Sveska 4, 40-88.
63. Meteorologija i poljoprivreda. Od Milana Nedeljkovića. (Na po se odštampano iz Poljoprivrednog Glasnika). – Beograd. "Dositije Obradović". Štamparija Ace M. Stanojevića. 1907. pp. 98 with a Tab. +[2]. V. 8°.
64. Opservatorija i poljoprivreda. I. Izveštaji Opservatorije 1905. – 1907. II. Meteorologija i poljoprivreda od prof. Milana Nedeljkovića. – Beograd. Štampano u Državnoj štampariji Kraljevine Srbije. 1907 – 1908. pp. [3] + 45 + [1] + 40 + [1] + 98 + [2]. V. 8°.
U ovu jednu knjigu združene su tri posebne izdate knjige.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162..135T

65. Bulletin mensuel de l'Observatoire central de Belgrade et resultats annuels, Année 1905, Vol. 4, Imprimerie Royale , Belgrade, 1-144 (For each month a No. with pp. 1-12, printed 1907, 1908, 1909, 1910, 1911).
66. Observations diurnes en Serbie de l'Observatoire Central de Belgrade, Année 1904, Vol. 1, Imprimerie Royale , Belgrade, 1-54.
67. Observations diurnes en Serbie de l'Observatoire Central de Belgrade, Année 1905, Vol. 2, Imprimerie Royale , Belgrade, 1-55.(printed 1907, 1908, 1909, 1910, 1911).
68. ***: 1907, Dnevni bileten Opservatorije, Nos. 200 (for 1906); 1; 2; 6-17; 18; 20-23; 25-31; 32; 34; 39-44; 46-63; 65-69; 80, Srpske novine, 1 (1.01); 3 (3.01); 4 (4.01), 7-18 (9.01-21.01); 20-24 (24.01-28.01) 26-32 (1.02-9.02); 34 (11.02); 36 (14.02); 40-44 (18.02-23.02); 46 (25.02); 48-50 (27.02-1.03); 52-54 (3.03-6.03); 56 (8.03); 58-62 (10.03-15.03); 64-68 (17.03-22.03); 72 (27.03); 74 (29.03); 76-78 (31.03-3.04); 81 (6.04)

1908

69. Izveštaj Opservatorije i meteoroloških stacija 1907. Od Milana Nedeljkovića. – U Beogradu. [Izdanje Opservatorije]. Štampano u Državnoj štampariji Kraljevine Srbije. 1908. pp. 40 + [1]. V. 8°.

1909

70. Izveštaj Opservatorije i meteoroloških stacija 1908. – 1909. Od Milana Nedeljkovića. – U Beogradu. [Izdanje Opservatorije]. Štampano u Državnoj štampariji Kraljevine Srbije. 1909. pp. [3] + 52. V. 8°.
71. Sprovodno pismo uz Izveštaj Opservatorije 1908. – 1909. Od Milana Nedeljkovića. – Beograd. Opservatorija. Nova štamparija "Davidović". 1909. pp. 14. 8°.
72. Exposé sur l'observatoire central de Belgrade par Milan Nedeljkovitch. – Belgrade. Observation. Imrimerie Royale. 1909. Str. 15. 4°.

1910

73. Izveštaj Opservatorije i meteoroloških stacija 1910. Od Milana Nedeljkovića. – Beograd. [Izdanje Opservatorije]. Štamparija "Merkur". 1910. pp. 16 V. 8°.
74. Svet i Halejeva Kometa. Od Milana Nedeljkovića. – Beograd. (Izdanje autora). Štamparija Savića i Komp. 1910. pp. 31. V. 8°. (Data from cover)

1914

75. Izveštaj Opservatorije i meteoroloških stacija 1911. – 1912. Od Milana Nedeljkovića. – Beograd. [Izdanje Opservatorije]. Štamparija "Merkur". 1914. pp. 46 V. 8°.

1921

76. Nedeljković, M.: 1921, Kalendar i vreme (čas), Državni Kalendar Kraljevine Srba, Hrvata i Slovenaca, XXXVI - XLIII.

1923

77. Nedeljković, M.: 1921, O kalendaru, Beograd. "Narodna samouprava" a.d. 1923. pp. 20. V. 8°. Odštampano iz "Novog života".
78. Nedeljković, M.: 1923, O kalendaru i njegovim reformama, Novi Život **XIII**, No 11, 5. May, 337-343; No 12, 12. May, 373-378.
79. Nedeljković, M.: 1923, O kalendaru i njegovim reformama; Dodatak; O tropskoj godini i pravom nizu prestupnih godina kalendarskih, Novi Život **XIV**, No 1, 19. May, 22-26.

1924

80. Izveštaj Opservatorije za godine 1919. – 1920. – 1921. – 1922. i 1923. Od Milana Nedeljkovića. – [Beograd. Izdanje Opservatorije]. <Štampano u Beogradskoj Opservatoriji>. [1924]. pp. [59]. 4°. Numerisani tabaci od 1 – 15.

1925

81. Prof. Milan Nedeljković: 1925, Izveštaj Opservatorije za 1924. Moj izveštaj Opservatorije za 1919. – 1920. – 1921. – 1922. – 1923. dopunjujem ovim Izveštajem za 1924. – [Beograd. 1925]. pp. [24]. 8°.
82. Dodatak Izveštaja Opservatorije za 1924. od prof. Milana Nedeljkovića. – [Beograd. 1925]. pp. 21. V.8°.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162..135T

UNPUBLISHED WORKS OF MILAN NEDELJKOVIĆ

a) In the Observatory's report for 1904 he gave a list of 35 titles of works prepared for press. Unpublished works from this list are:

1. Posmatranje oblaka i merenje visine oblaka sa atlasom
2. Fenološka posmatranja
3. Rečne stacije - uputstva za posmatranje stanja reka
4. Dodaci meteorološkim uputstvima od 1888 - 1895. Merenje rose. Posmatranje temperature. Opredeljenje strana sveta
5. Higrometrija psihrometarska sa tablicama
6. Merenje temperature reka, bunara, izvora. - Posmatranje izdani (podzemne vode)
7. Optičke atmosferske pojave
8. Automatički meteorološki instrumenti - obrada diagrama njihovih
9. Korekcije barometra i njegove redukcije sa tablicama
10. Redukcija barometra na nivo morski sa tablicama
11. Redukcija temperature i apsolutne vlažnosti na budi koji nivo sa tablicama
12. Aneroidi - precizna barometrija
13. Merenje visina - precizna barometrija
14. Posmatranje atmosferskog elektriciteta, telurske struje (polarna svetlost)
15. Harmonijska analiza, interpolacija, grafičke metode
16. Uputstvo za obradu meteoroloških posmatranja zarad Klimatologije od K. Meyer-a
17. Opredeljenje elemenata zemnog magnetizma
18. Aktinometrija
19. Meteoriti i zvezde padalice (letelice). - Uputstva za posmatranje
20. Zemljotresi. - Uputstva za posmatranje
21. Etaloni meteorološki
22. Merenja, konstante
23. Izmene i dopune Uputstava meteoroloških od 1888. i 1895. godine

b) In the letter of 27.05.1899 Nedeljković offers to the Ministry of military affairs the following manuscript:

24. Praktična astronomija (Sferna i praktična za učenike Velike škole)

c) According to N. Janković (1989) Nedelković's unpublished translations are:

25. Meteorologija, prevod W. J. von Bebber, Handbuch der ausübenden Witterungskunde, Stuttgart, 1885-1886.
26. Astronomija (istorija i literatura), prevod Rudolf Wolf, Geschihte der Astronomie neuerer Zeit, München, 1877
27. Teorijska astronomija, prevod J. C. Watson, Theoretical Astronomy, Philadelphia, 1868, 1878
28. W. Ferrel, Teorijska meteorologija
29. A. Secchi, Les étoiles; Essai d'astronomie sidérale, 1-11, Paris, 1879 (partial translation)

SELECTED WORKS ON MILAN NEDELJKOVIĆ

1886

1. ***: 1886, Unapredjenja, Prosvetni glasnik, Beograd, štampa Kraljevsko-Srpska Štamparija, 989.

1887

2. ***: 1887, Prva meteorološka stanica u Srbiji, Težak, No. 6, 366.

1889

3. ***: 1889, Kalendar sa šematizmom Kraljevine Srbije za 1889, Beograd, izdaje i štampa Kraljevsko-srpska državna štamparija, 39, 42.

1890

4. Dvadesetpetogodišnjica Beogratske realke 1890, Izveštaj Dragutina Plajela direktora Realke, Beograd, u štampariji Kraljevine Srbije, 95, 190.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162..135T

5. ***: 1890, Koliko je palo kiše u Srbiji izmedju 1. i 9. jula, Težak, No. 28, 234.

6. ***: 1890, Kalendar sa šematizmom Kraljevine Srbije za 1890., 44.

1891

7. ***: 1891, Šematizam Kraljevine Srbije s kalendarom za 1891, Beograd, Državna štamparija Kraljevine Srbije, 35, 38.

1892

8. ***: 1892, Kalendar sa šematizmom Kraljevine Srbije za 1892., 37.

1893

9. ***: 1893, Kalendar sa šematizmom Kraljevine Srbije za 1893., 59.

1894

10. ***: 1894, Kalendar sa šematizmom Kraljevine Srbije za 1894., 19.

1895

11. ***: 1895, Kalendar sa šematizmom Kraljevine Srbije za 1895., 35-36.

1896

12. ***: 1896, Državni kalendar Kraljevine Srbije za 1896., 36.

13. ***: 1896, Savremene stvari [signed: M. K. (Nedeljković?)]), Dnevni list, Beograd, No. 3, 1-2.

14. ***:, 1896, Na izjavu [signed: = (Nedeljković?)]), Dnevni list, Beograd, No.25, 1.

1897

15. ***: 1897, Velika Škola, Nastavničko osoblje: M. Nedeljković, prof. Fizike i sferne astronomije i Direktor Meteorološke opservatorije, Državni Kalendar Kraljevine Srbije, 18; Meteorološka mreža stanica opsevatorija Velike Škole, Direktor M. Nedeljkoviić, prof. Velike Škole, 19.

16. Mihajlović, Jelenko: 1897, Astronomske opservatorije kao prosvetne i kulturne ustanove u susedstvu, Odjek, p. 53.

17. Mihajlović, Jelenko: 1897, Astronomske opservatorije kao prosvetne i kulturne ustanove u susedstvu, Preštampano u Parnoj radikalnoj štampariji iz Odjeka.

1898

18. ***: 1898, Velika Škola, Starešina Filozofskog Fakulteta; Nastavničko osoblje.: M. Nedeljković, prof. astronomije meteorologije i Direktor Meteorološke opservatorije, Državni Kalendar Kraljevine Srbije, 95.

19. ***: 1898, Stalna ispitna komisija, Prosvetni glasnik, Službeni list Kraljevsko-srpskog minitarstva prosvete i crkvenih poslova, **XIX**, 492.

1899

20. ***: 1899, Velika Škola, Nastavničko osoblje: M. Nedeljković, prof. astronomije i meteorologije, Direktor opservatorije, Državni Kalendar Kraljevine Srbije, 47.

1900

21. Memain: 1900, La reforme du Calendrier Jullien, Memorie dela Pontificia Accademia dei Nuovi Lincei, **XIII**.

22. Stanojević, Dj. M.: 1900, Pismo uredništvu, Dnevni list, Beograd, 11 September (Published also as appendix to: Izveštaj Opservatorije Velike škole i njenih meteoroloških stacija 1899 – 1903).

1901

23. ***: 1901, Velika Škola, Nastavničko osoblje: M. Nedeljković, prof. astronomije i meteorologije i Direktor opservatorije, Državni Kalendar Kraljevine Srbije, 55.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162..135T

1902

24. ***: 1902, Član stalne ispitne komisije za polaganje profesorskog ispita za fiziku, 54; Velika Škola, Filozofski Fakultet, Nastavničko osoblje: M. Nedeljković, redovan prof. astronomije i meteorologije i Direktor opservatorije, Državni Kalendar Kraljevine Srbije, 54.

25. ***: 1902, Tečajni ispiti, Izveštaj o gimnaziji kralja Aleksandra I za školsku 1901-1902 godinu, Štampano u Državnoj štampariji Kraljevine Srbije, Beograd, 67.

1903

26. ***: 1903, Član stalne ispitne komisije za polaganje profesorskog ispita za fiziku, 52; Velika Škola, Filozofski Fakultet, Nastavničko osoblje: M. Nedeljković, prof. astronomije i meteorologije 54, i Direktor opservatorije i meteoroloških stacija u Srbiji 55, (In: Državni Kalendar Kraljevine Srbije).

27. ***: 1903, Moralna kriza na Velikoj školi, Štampa (Demokratski list za politikiu, novosti, privredu, vojsku i knjizevnost). Beograd, 5 November, No. 287, p. 1.

28. Coll.: 1903, Mali žurnal, 7. Novembre.

29. Coll.: 1903, Mali žurnal, 19. Novembre.

30. ***: 1903, Bileten Opservatorije Beogradske, Kolo (Književni i naučni list),**V**, No. 2, 16 January, 111-113.

31. Dr. Konkoli - Thege Miklós: 1903, Glas Madjarskog naučnika o Beogratskoj opservatoriji, Delo (list za nauku, knjizevnost i društveni zivot), 263-269.

32. De Konkoly, Thege Miklós: 1903, Visit to Belgrade Observatory, Report of Pest Metheorological Institute and O-Gyalla Observatory (translated in : M. Nedeljković: 1904, Izveštaj Opservatorije Velike škole i njenih meteoroloških stacija 1899-1903, 150-155.)

1904

33. ***: 1904, Član stalne ispitne komisije za polaganje profesorskog ispita za fiziku, 46; Velika Škola, Filozofski Fakultet, Nastavničko osoblje: M. Nedeljković, prof. astronomije i meteorologije 47, i Direktor opservatorije i meteorološke stacije u Srbiji 49, (In: Državni Kalendar Kraljevine Srbije).

34. Angot, G. A.: 1904, in: Bibliographie géographique annuelle, ed. Vidal de la Blache (translated in : M. Nedeljković: 1904, Izveštaj Opservatorije Velike škole i njenih meteoroloških stacija 1899-1903, 155.)

35. Cleveland Abbe: 1904, Metheorology in Serbia, Monthly Weather Review, **XXXII**, No 1, January (printed in serbian in: M. Nedeljković: 1904, Izveštaj Opservatorije Velike škole i njenih meteoroloških stacija 1899-1903, 147-149.)

1905

36. ***: 1905, Velika Škola, Filozofski Fakultet, Nastavničko osoblje: M. Nedeljković, prof. astronomije i meteorologije 53, i Direktor opservatorije i meteoroloških stacija u Srbiji 55, (In: Državni Kalendar Kraljevine Srbije).

37. ***: 1905 Delo (list za nauku, književnost i društveni zivot), **X**, 34, 431.

38. Stanojević, M. Djordje: 1905, Beogradska opservatorija i njen izveštaj za 1899 - 1903. god., Štamparija "Dositej Obradović", Beograd.

39. ***: 1905, Ukazi Njegovog Veličanstva Kralja Srbije Petra I, Prosvetni glasnik, Službeni list Kraljevsko - srpskog ministarstva prosvete i crkvenih poslova, **XXVI**, 256-259.

1906

40. ***: 1906, Velika Škola, Nastavničko osoblje: M. Nedeljković, vanredni prof. na Filozofskom Fakultetu, Državni Kalendar Kraljevine Srbije, 53.

41. ***: 1906, Spomenica o otvaranju Univerziteta, Beograd, 109.

1907

42. ***: 1907, Velika Škola, Nastavničko osoblje: M. Nedeljković, vanredni prof. na Filozofskom Fakultetu, Državni Kalendar Kraljevine Srbije, 55.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162..135T

43. Marjanović, Dragiša D.: 1907, Poslednja reč o nauci o prognozi vremena - Razlozi gospodinu P. M., Narodna štamparija Ljubomira Bojovića, Beograd.

1908

44. ***: 1908, Velika Škola, Nastavničko osoblje: M. Nedeljković, vanredni prof. na Filozofskom Fakultetu, Državni Kalendar Kraljevine Srbije, 56.

1909

45. ***: 1909, Velika Škola, Nastavničko osoblje: M. Nedeljković, vanredni prof. na Filozofskom Fakultetu, Državni Kalendar Kraljevine Srbije, 56.

1910

46. ***: 1910, Velika Škola, Nastavničko osoblje: M. Nedeljković, vanredni prof. na Filozofskom Fakultetu, Državni Kalendar Kraljevine Srbije, 56.

47. Hann, Julius: 1910, Belgrade Central Meteorological Observatory (in german), Meteorologische zeitschrift, September, 419-420.

1911

48. ***: 1911, Velika Škola, Nastavničko osoblje: M. Nedeljković, vanredni prof. na Filozofskom Fakultetu, Državni Kalendar Kraljevine Srbije, 56.

1914

49. ***: 1914, Velika Škola, Nastavničko osoblje: M. Nedeljković, vanredni prof. na Filozofskom Fakultetu, Državni Kalendar Kraljevine Srbije, 60.

1924

50. ***: 1924, M. Nedeljković, prof. astronomije i meteorologije, vanredni prof. na Filozofskom Fakultetu, In: Državni Kalendar Kraljevine Srba, Hrvata i Slovenaca, 170.

51. ***: 1924, M. Nedeljković, prof. astronomije i meteorologije, vanredni prof. na Filozofskom Fakultetu, In: Državni Kalendar Kraljevine Srba, Hrvata i Slovenaca, 500.

1927

52. Mišković, V.: 1927, O Astronomskoj opservatoriji Beogradskog univerziteta, Univerzitetski život, **I**, No 3, 18-21.

1928

53. Vujević, Pavle: 1928, Milan Nedeljković, Narodna enciklopedija srpsko - hrvatsko - slovenačka, Vol. 3 (N-R), Stanoje Stanojević, Bibliografski zavod, Zagreb, p. 38.

54. Vujević, Pavle: 1928, Opservatorija u Beogradu, Narodna enciklopedija srpsko - hrvatsko - slovenačka, Vol. 3 (N-R), Stanoje Stanojević, Zagreb, p. 256.

1937

55. ***: 1937, Sveznanje - Opšti enciklopedijski leksikon, Narodno delo, Institut za nacionalni publicitet u Beogradu, Štampano u Tipografiji d.d. Zagreb, 1478.

1939

56. ***: 1939, Spomenica o stogodišnjici prve muške gimanzije u Beogradu 1839-1939, 453.

57. Michkovitch, V. V.: 1939, L'Observatoire Astronomique de l'Université de Belgrade, Imprimerie national du Royaume de Yougoslavie, Belgrade.

1951

58. Radošević, Milutin Dj.: 1951, Doprinos beogradske Meteorološke opservatorije mikroklimatologiji, Hidrometeorološki glasnik, God. I, No. 2, Savezna uprava hidrometeorološke službe pri vladi FNRJ, Beograd.

59. Radošević, Milutin Dj.: 1951, Milan Nedeljković, Hidrometeorološki glasnik, God. III (1950), Savezna uprava hidrometeorološke službe pri vladi FNRJ, Beograd.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162..135T

1952

60. Radošević, Milutin Dj.: 1952, Gradska meteorološka stanična mreža u Beogradu, Vesnik hidrometeorološke službe FNRJ, God. I, Mart-Juni 1952, No 1-2, Savezna uprava hidrometeorološke službe, Beograd.

1961

61. ***: 1961, Nedeljković Milan, Enciklopedija Leksikografskog zavoda, **5**, Zagreb, 366.

62. Radošević, Milutin Dj.: 1961, Meteorološka osmatranja i meteorološke stacije, Hidrometeorološki zavod NR Srbije, Beograd.

1962

63. Djurković, Pero M.: 1962, 75 Godišnjica Astronomske opservatorije u Beogradu, Vasiona, **X**, No. 3, 65-72.

1963

64. ***: 1963, In: Sto godina Filozofskog fakulteta, Beograd, 519; 520.

65. Milosavljević, Katarina: 1963, Rezultati osmatranja Meteorološke opservatorije u Beogradu u periodu 1888-1962, Gradja za klimu Srbije, No. 1, Socijalistička republika Srbija, Hidrometeorološki zavod, Beograd.

66. Vojnović, B.: 1963, Meteorološka opservatorija, 75 godišnjica opservatorije u Beogradu. Izveštaj o proslavi i meteorološki radovi, Hidrometeorološki zavod SRS, Beograd.

1964

67. Dobrilović, Borivoje: 1964, O razvoju meteorologije u Srbiji, Rasprave 5, Meteorološki zavod, Prirodno - matematički fakultet, Beograd.

1965

68. P. V. (Pavle Vujević): 1965, Nedeljković Milan, Enciklopedija Jugoslavije, **6**, Zagreb, 265.

1968

69. Djurković, Pero M.: 1968, Sedamdeset pet godina rada Astronomske opservatorije u Beogradu, Simpozijum astronoma Jugoslavije povodom 75. godišnjice osnivanja Astronomske opservatorije u Beogradu (1887-1962), Publ. Obs. Astron. Belgrade, **12**, 15-51.

1980

70. Simovljević, J. L.: 1980, Astronomija, In: Trideset godina Prirodno - matematičkog fakulteta Univerziteta u Beogradu s osvrtom na razvitak nastave prirodnih i matematičkih nauka u Beogradu 1947 - 1977, Prirodno - matematički fakultet, Beograd, 165.

1983

71. J. Sim. (Simovljević, Jovan): 1983, Nedeljković Milan, Enciklopedija Jugoslavije, **1**, Zagreb, 308-309.

1984

72. Janković, Nenad Dj.: 1984, Zapisi i sećanja na Astronomsko društvo, Publ. Astron. Društva "Rudjer Bošković", No. 3 (Photo of M. Nedeljković in p. 2 of Appendix).

73. Nenezić, Z.: 1984, Masoni u Jugoslaviji (1764-1980), Beograd, Narodna knjiga, 478, 561, 577.

1985

74. Janković, Nenad Dj.: 1985, Stav Srba prema reformi kalendara, Zbornik radova VII Nac. konf. astr. Jugoslavije, (Publ. Astron. Duštva "Rudjer Bošković", No. 4, p. 103 - 110.

1986

75. ***: 1986, Nedeljković Milan, Mala Prosvetina enciklopedija, **2**, četvrto izdanje, Prosveta, Beograd, 769.

76. Janković Dj. Nenad: 1986, Pregled istorije astronomije u Jugoslovenskim zemljama, u: Istorija astronomske nauke od Njutnovog doba do naših dana (B.M. Ševarlić), Univerzitet u Beogradu, Beograd, 143.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162..135T

1987

77. Dimitrijević, Milan S.: 1987, Jedna poseta Beogradskoj opservatoriji 1902. godine, Vasiona, **XXXV**, No. 3-4, 88-91.

78. Djokić, Milorad: 1987, Kako su nabavljeni Astronomski instrumenti za Opservatoriju Velike škole i Univerziteta u Beogradu, Vasiona, **XXXV**, No. 3-4, 91-94.

79. Djokić, Milorad: 1987, Kako je osnovana Opservatorija Velike škole u Beogradu, Vasiona, **XXXV**, No. 1, 3-7.

80. Janc, Natalija: 1987, Meteorološki izveštaji u beogradskoj štampi od sredine prošlog veka do prvog svetskog rata, Godišnjak grada Beograda, **XXXIV**, 158.

81. Jeličić, Milan: 1987, Sto godina Astronomske opservatorije u Beogradu, Vasiona, **XXXV**, No. 1, 1-2.

82. Jeličić, Milan: 1987, Provizorna Astronomska i meteorološka opservatorija u Beogradu, Vasiona, **XXXV**, No. 3-4, 78-88.

83. Milosavljević, Katarina: 1987, Temperature vazduha i padavine u Beogradu, Socijalistička republika Srbija, Hidrometeorološki zavod, Meteorološka opservatorija u Beogradu.

84. Mitrović, Miodrag, Milićević, Dragoljub: 1987, Na stogodišnjicu osnivanja Astronomske i meteorološke opservatorije, Vasiona, **XXXV**, No. 3-4, 57-63.

85. Plazinić, Slobodan: 1987, 100-godišnjica Opservatorije u Beogradu, Republički hidrometeorološki zavod SR Srbije, Beograd.

86. Popović, Zoran: 1987, 100 Godina Meteorološke opservatorije u Beogradu, Vasiona, **XXXV**, No. 3-4, 71-77 (Photo of M. Nedeljković, p. 33).

87. Protić-Benišek, Vojislava: 1987, Jedan vek Astronomske opservatorije u Beogradu, Vasiona, **XXXV**, No. 3-4, 64-70.

88. Tolčeljnikova-Muri, S. A., Sadžakov, S.: 1987, Pulkovska i Beogradska opservatorija, Vasiona, **XXXV**, No. 3-4, 100-106.

1988

89. Janković, Nenad Dj.: 1988, Nastava astronomije na Velikoj školi, in: Univerzitet u Beogradu 1838 - 1988, Zbornik radova, Univerzitet u Beogradu, Savremena administracija, Beograd, 413-423.

90. Janković Nenad Dj.: 1988, Prva predavanja iz astronomije u novije vreme, Vasiona, **XXXVI**, No. 1, 3-5.

91. Jeličić, Milan: 1988: Vasiona, No. 2-3, p. 63.

92. Trgovčević, Ljubinka: 1988, Studije u inostranstvu prve generacije Univerzitetskih nastavnika, in: Univerzitet u Beogradu 1838-1988, Zbornik radova, Univerzitet u Beogradu, Savremena administracija, Beograd, 69-86.

1989

93. ***: 1989, Photography of Milan Nedeljković, In: Sto godina Astronomske opservatorije, Publ. Astron. Obs. Belgrade, No. **36**, 7.

94. Djokić, M.: 1989, Kako je osnovana Opservatorija Velike škole u Beogradu, In: Sto godina astronomske opservatorije u Beogradu, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **36**, 143-151.

95. Djokić Milorad: 1989, Arhivska gradja o Opservatoriji Velike škole i Univerziteta u Beogradu u vremenu od 1887. do 1924. godine, In: Sto godina Astronomske opservatorije u Beogradu, Publ. Obs. Astron. Belgrade, **36**, 177-332.

96. Djurović, D.: 1989, Grupa za vreme od nastanka do danas, In: Sto godina astronomske opservatorije u Beogradu, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **36**, 47-50.

97. Janković Nenad Dj.: 1989, Milan Nedeljković, profesor Velike škole i osnivač njene Opservatorije, In: Sto godina Astronomske Opservatorije u Beogradu, Publ. Obs. Astron. Belgrade, **36**, 107-138.

98. Mitrović, M., Arsenijević, J., Pakvor, I. J.: 1989, 1987. - Stota godina života Astronomske opservatorije u Beogradu, In: Sto godina astronomske opservatorije u Beogradu, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **36**, 13-22.

99. Petrović, D., Arsenijević, J.: 1989, Biblioteka Astronomske opservatorije, In: Sto godina astronomske opservatorije u Beogradu, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **36**, 103-106.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162..135T

100. Ševarlić, B. M., Arsenijević, J.: 1989, Sto godina rada Astronomske opservatorije u Beogradu, In: Sto godina astronomske opservatorije u Beogradu, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **36**, 25-37.

1993

101. Djokić, Milorad: 1993, Dva dokumenta o instrumentima i opremi Opservatorije Univerziteta u Beogradu, Vasiona **XLI**, No 2–3, 43.

1994

102. ***: 1994, Nedeljković Milan, Srpska bibliografija, Knjige 1868-1944, **11**, Narodna biblioteka Srbije, Beograd, 344-346.

1995

103. Dimitrijević, M. S.: 1995, Astronomy in Serbia, Proceedings of the First Hungarian - Yugoslav Astronomical Conference, April 26-27, 1995, Baja, Hungary, I. Vince, M. S. Dimitrijević, L. Balász, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **49**, 71-72.

1996

104. Opra, Ljerka: 1996, Meteorologija u Srbiji od Vladimira Jakšića do Milutina Milankovića; 140 godina od osnivanja meteorološke mreže stanica u Srbiji, Flogiston, No 4, 32.

1997

105. Andrić, Slobodanka: 1997, Jedanaest decenija Astronomske i meteorološke opservatorije. "Padeži" za vremensku prognozu, Politika, 19. XII., 19.

106. Dimitrijević, M. S.: 1997, Sto deset godina Astronomske opservatorije, In: Razvoj astronomije kod Srba; Development of Astronomy among Serbs, eds. M. S. Dimitrijević, J. Milogradov - Turin, L. Č. Popović, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **56**, 9-20.

107. Dimitrijević, M. S.: 1997, Razvoj astronomije kod Srba od početka XVIII veka do prvog svetskog rata, In: Razvoj astronomije kod Srba; Development of Astronomy among Serbs, eds. M. S. Dimitrijević, J. Milogradov - Turin, L. Č. Popović, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **56**, 21-30.

108. Djokić, M.: 1997, Neke primedbe o osnivačkom aktu opservatorije Velike škole u Beogradu, In: Razvoj astronomije kod Srba; Development of Astronomy among Serbs, eds. M. S. Dimitrijević, J. Milogradov - Turin, L. Č. Popović, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **56**, 59-64.

109. Opra, Ljerka: 1997, Meteorologija u Srbiji. Od Vladimira Jakšića do Milutina Milankovića, Flogiston, No. 5, 32-53.

1998

110. Jeličić Milan: 1998, Skup "Razvoj astronomije kod Srba", Vasiona, No. 5, p. 159-161.

111. Banjac, Nenad: 1998, Jelenko M. Mihailović (1896-1956). - Život i delo srpskih naučnika. Srpska akademija nauka i umetnosti, Biografije i bibliografije, knj. II, II odeljenje knj. 3, 271-317.

112. Dimitrijević, M. S.: 1998, Belgrade Astronomical observartory, Proceedings of the 4th Yugoslav - Romanian Astronomical Meeting (4th YuRoAM), eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **60**, 162-170.

113. Djokić, M.: 1998, The Development of the Belgrade Astronomical Observatory between 1887 and 1941, Proceedings of the 4th Yugoslav - Romanian Astronomical Meeting (4th YuRoAM), eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **60**, 171-173.

114. Djokić, Milorad: 1998, Osnivanje i prve decenije rada Opservatorije Velike škole u Beogradu, In: Nauka i tehnika u Srbiji druge polovine XIX veka 1854 - 1904, Univerzitet u Kragujevcu, Kragujevac, 133.

115. Janc, Natalija: 1998, Razvoj meteorološke službe u Srbiji tokom druge polovine 19. veka, In: Nauka i tehnika u Srbiji druge polovine XIX veka 1854 - 1904, Univerzitet u Kragujevcu, Kragujevac, 166 (Photo of M. Nedeljković, p. 168).

116. Ljerka Opra: 1998, Devet hrastova; zapisi o istoriji srpske meteorologije, Republički Hidrometeorološki Zavod Srbije, Muzej nauke i tehnike SANU, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva (Photos Milan Nedeljković with family, 1895, 107; Family Nedeljković Milan, Tomanija and Aleksandar (begining of the '20 of the 20th century), 160.)

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162..135T

117. Opra, Ljerka: 1998, Milan Nedeljković (1857-1950). - Život i delo srpskih naučnika. Srpska akademija nauka i umetnosti, Biografije i bibliografije, knj. II, II odeljenje knj. 3, 131-175.

118. Simovljević, J. L., Milogradov - Turin, J.: 1998, Astronomija, In: Spomenica 125 godina Matematičkog fakulteta, Univerzitet u Beogradu, Matematički fakultet, Beograd, 59.

1999

119. Dimitrijević, M. S.: 1999, Astronomija u Srbiji, Proceedings of the first Bulgarian - Yugoslav Astronomical Meeting, August 5-8, 1998, Belogradchik, Bulgaria, eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, M. Tsvetkov, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **64**, 19-36.

120. Trajkovska, V., Dimitrijević, M. S.: 1999, Activity and Bibliography of Milan Nedeljković, Proceedings of the XII National Conference of Yugoslav Astronomers and International Workshop on the Development of Astronomical Databases, November 19 - 21, 1999, Belgrade, eds. L. Č. Popović, M. Dačić, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **65**, 197-200.

121. Molnar Mihajlo: 2000, Prvi srpski astronom; Podigao je beogradsku Opservatoriju na Dorćolu (Photo of M. Nedeljković), Glas Javnosti, 5, November, 17.

122. Molnar Mihajlo: 2000, Dvorska dama prvi osmatrač; Reč je o lepoj supruzi Tomaniji koja je bila veoma obrazovana (Photo of M. Nedeljković), Glas Javnosti, 6, November, 15.

ЖИВОТ И РАД МИЛАНА НЕДЕЉКОВИЋА
1857–1950

В. Трајковска и М. С. Димитријевић

Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд-74, Југославија

УДК 929(497,11)"19/19"H:52(092)
Стручни чланак

У раду су дискутоване активности, објављени радови и необјављени рукописи Милана Недељковића, оснивача Београдске астрономске опсерваторије. На крају је дата библиографија његових радова и библиографија изабраних радова о њему.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

Serb. Astron. J. № 162 (2000), 57 – 90

UDC 52–355.3
Preliminary report

STARK BROADENING PARAMETER TABLES FOR In II

M. S. Dimitrijević[1] and S. Sahal-Bréchot[2]

[1] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade-74, Yugoslavia*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris–Meudon, 92190 Meudon, France

(Received: December 18, 2000)

SUMMARY: Electron-, proton-, and ionized helium-impact broadening parameter tables for In II spectral lines, are presented as a function of the temperature and the perturber density. Calculations have been performed within the semiclassical perturbation approach.

1. INTRODUCTION

With the development of space technology and satellite born astronomical instruments astrophysical interest for data on trace element spectral lines increases.

In order to continue our efforts to provide to astrophysicists and plasma physicists Stark broadening data needed for the consideration and modeling of astrophysical and laboratory plasmas as well as laser produced and fusion plasmas, we have calculated within the semiclassical-perturbation formalism (Sahal-Bréchot, 1969ab, see also Sahal-Bréchot, 1974, Fleurier *et al.* 1977, Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1984, Dimitrijević *et al.* 1991, Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1995) electron-, proton-, and He II-impact line widths and shifts for 145 In II multiplets. The used formalism has been reviewed briefly in Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1995.

2. RESULTS AND DISCUSSION

All relevant details concerning the obtained results and the calculation procedure, as well as the comparison with experimental (N'Dollo and Fabry, 1987) and other theoretical data (N'Dollo and Fabry, 1987, Lakićević, 1983) will be published in Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 2001. Here, we present only tables of Stark broadening parameters. Atomic energy levels needed for calculations have been taken from Moore (1971). Our results for 145 In II multiplets are shown in Table 1, for perturber densities $10^{13} - 10^{15}$ cm^{-3} and $10^{17} - 10^{19}$ cm^{-3} respectively. The temperature range is T = 5 000 – 100 000 K. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. We also specify a parameter C (Dimitrijević and Sahal-Bréchot 1984), which gives an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

Table 1. This Table shows electron-, proton-, and He II-impact broadening parameters for In II for perturber densities of $10^{13} - 10^{15}$ cm^{-3} and $10^{17} - 10^{19}$ cm^{-3} and temperatures from 5 000 up to 100 000 K. Stark broadening parameters for densities lower than for tabulated values, are linear with perturber density. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given. By dividing C by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević *et al.*, 1991), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for validity of the impact approximation) lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
PERTURBER DENSITY = 1.E+13 cm^{-3}							
SINGLETS							
In II 6P-6D	5000.	0.118E-02	-0.282E-04	0.892E-04	0.476E-04	0.100E-03	0.414E-04
5920.4 Å	10000.	0.102E-02	0.380E-05	0.112E-03	0.632E-04	0.116E-03	0.517E-04
C=0.32E+16	20000.	0.939E-03	0.684E-05	0.131E-03	0.758E-04	0.131E-03	0.617E-04
	30000.	0.903E-03	0.451E-05	0.144E-03	0.842E-04	0.138E-03	0.678E-04
	50000.	0.857E-03	0.920E-05	0.154E-03	0.936E-04	0.145E-03	0.754E-04
	100000.	0.785E-03	0.774E-05	0.170E-03	0.107E-03	0.153E-03	0.855E-04
In II 6P-7D	5000.	0.827E-03	-0.228E-05	0.953E-04	0.411E-04	0.101E-03	0.344E-04
3903.2 Å	10000.	0.757E-03	0.812E-05	0.110E-03	0.506E-04	0.114E-03	0.412E-04
C=0.11E+16	20000.	0.745E-03	0.563E-05	0.125E-03	0.602E-04	0.124E-03	0.491E-04
	30000.	0.744E-03	0.580E-05	0.131E-03	0.660E-04	0.128E-03	0.538E-04
	50000.	0.736E-03	0.104E-04	0.140E-03	0.739E-04	0.131E-03	0.588E-04
	100000.	0.702E-03	0.333E-05	0.153E-03	0.854E-04	0.137E-03	0.665E-04
In II 8D-9P	5000.	10.9	-4.73	1.52	-0.940	1.51	-0.763
	10000.	10.2	-3.96	1.76	-1.12	1.64	-0.896
C=0.23E+19	20000.	10.0	-3.38	1.92	-1.26	1.77	-1.03
	30000.	10.2	-3.01	2.06	-1.36	1.80	-1.09
	50000.	10.2	-2.52	2.21	-1.53	1.98	-1.22
	100000.	9.72	-1.91	2.49	-1.70	2.14	-1.37
In II 5D-9F	5000.	0.692E-02	0.454E-02	0.127E-02	0.105E-02	0.111E-02	0.864E-03
3053.1 Å	10000.	0.628E-02	0.391E-02	0.152E-02	0.124E-02	0.125E-02	0.971E-03
C=0.11E+15	20000.	0.624E-02	0.327E-02	0.156E-02	0.137E-02	0.136E-02	0.107E-02
	30000.	0.621E-02	0.297E-02	0.190E-02	0.154E-02	0.143E-02	0.118E-02
	50000.	0.601E-02	0.245E-02	0.180E-02	0.161E-02	0.170E-02	0.125E-02
	100000.	0.561E-02	0.185E-02	0.247E-02	0.198E-02	0.173E-02	0.137E-02
In II 6D-8F	5000.	0.134E-01	0.845E-02	0.227E-02	0.192E-02	0.200E-02	0.155E-02
5413.2 Å	10000.	0.122E-01	0.732E-02	0.257E-02	0.219E-02	0.222E-02	0.175E-02
C=0.47E+15	20000.	0.120E-01	0.607E-02	0.307E-02	0.256E-02	0.257E-02	0.198E-02
	30000.	0.119E-01	0.552E-02	0.333E-02	0.276E-02	0.249E-02	0.223E-02
	50000.	0.116E-01	0.455E-02	0.359E-02	0.290E-02	0.290E-02	0.225E-02
	100000.	0.108E-01	0.345E-02	0.394E-02	0.312E-02	0.335E-02	0.288E-02
In II 6D-9F	5000.	0.187E-01	0.122E-01	0.340E-02	0.282E-02	0.299E-02	0.232E-02
5008.2 Å	10000.	0.171E-01	0.104E-01	0.407E-02	0.332E-02	0.335E-02	0.261E-02
C=0.29E+15	20000.	0.170E-01	0.872E-02	0.419E-02	0.368E-02	0.365E-02	0.287E-02
	30000.	0.170E-01	0.792E-02	0.509E-02	0.416E-02	0.383E-02	0.316E-02
	50000.	0.164E-01	0.651E-02	0.485E-02	0.432E-02	0.458E-02	0.338E-02
	100000.	0.153E-01	0.493E-02	0.664E-02	0.533E-02	0.461E-02	0.365E-02
In II 7D-9F	5000.	0.599E-01	0.383E-01	0.108E-01	0.890E-02	0.943E-02	0.731E-02
8898.5 Å	10000.	0.549E-01	0.329E-01	0.128E-01	0.105E-01	0.106E-01	0.826E-02
C=0.91E+15	20000.	0.551E-01	0.275E-01	0.132E-01	0.116E-01	0.115E-01	0.904E-02
	30000.	0.549E-01	0.250E-01	0.160E-01	0.132E-01	0.121E-01	0.993E-02
	50000.	0.534E-01	0.205E-01	0.152E-01	0.136E-01	0.144E-01	0.107E-01
	100000.	0.500E-01	0.155E-01	0.209E-01	0.169E-01	0.145E-01	0.115E-01
In II 8D-9F	5000.	0.201	0.124	0.353E-01	0.288E-01	0.307E-01	0.236E-01
16051.6 Å	10000.	0.187	0.107	0.417E-01	0.338E-01	0.344E-01	0.267E-01
C=0.30E+16	20000.	0.189	0.893E-01	0.430E-01	0.369E-01	0.377E-01	0.293E-01
	30000.	0.189	0.811E-01	0.511E-01	0.424E-01	0.398E-01	0.321E-01
	50000.	0.185	0.667E-01	0.491E-01	0.436E-01	0.465E-01	0.343E-01
	100000.	0.174	0.506E-01	0.664E-01	0.544E-01	0.473E-01	0.368E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 9D-9F	5000.	0.822	0.478	0.139	0.111	0.120	0.900E-01
31701.9 Å	10000.	0.794	0.413	0.161	0.131	0.133	0.101
C=0.12E+17	20000.	0.811	0.347	0.172	0.140	0.148	0.113
	30000.	0.815	0.314	0.195	0.163	0.157	0.122
	50000.	0.805	0.260	0.192	0.164	0.186	0.133
	100000.	0.760	0.197	0.255	0.212	0.191	0.141
In II 7F-9D	5000.	13.3	-4.99	1.63	-1.04	1.59	-0.847
	10000.	13.2	-4.67	1.86	-1.23	1.74	-0.987
C=0.83E+18	20000.	13.6	-3.96	2.04	-1.40	1.88	-1.14
	30000.	13.8	-3.48	2.15	-1.49	1.93	-1.20
	50000.	13.8	-3.05	2.40	-1.67	2.12	-1.38
	100000.	13.2	-2.33	2.71	-1.87	2.31	-1.51
TRIPLETS							
In II 8P-9D	5000.	0.162E-01	0.125E-03	0.507E-02	-0.120E-02	0.539E-02	-0.989E-03
13567.2 Å	10000.	0.135E-01	0.597E-03	0.558E-02	-0.145E-02	0.568E-02	-0.119E-02
C=0.69E+16	20000.	0.121E-01	0.717E-03	0.581E-02	-0.171E-02	0.588E-02	-0.136E-02
	30000.	0.116E-01	0.707E-03	0.594E-02	-0.185E-02	0.594E-02	-0.150E-02
	50000.	0.112E-01	0.755E-03	0.608E-02	-0.207E-02	0.610E-02	-0.160E-02
	100000.	0.106E-01	0.719E-03	0.639E-02	-0.227E-02	0.624E-02	-0.178E-02
In II 8D-9P	5000.	5.11	-1.87	0.733	-0.321	0.762	-0.263
	10000.	4.87	-1.60	0.823	-0.382	0.817	-0.313
C=0.17E+19	20000.	4.91	-1.37	0.894	-0.448	0.845	-0.353
	30000.	5.01	-1.20	0.922	-0.482	0.875	-0.383
	50000.	5.07	-1.03	0.958	-0.524	0.905	-0.430
	100000.	4.91	-0.789	0.993	-0.584	0.957	-0.476
In II 5D-9F	5000.	0.375E-02	0.249E-02	0.684E-03	0.562E-03	0.585E-03	0.458E-03
2252.3 Å	10000.	0.336E-02	0.218E-02	0.801E-03	0.662E-03	0.654E-03	0.515E-03
C=0.68E+14	20000.	0.337E-02	0.182E-02	0.852E-03	0.711E-03	0.730E-03	0.573E-03
	30000.	0.338E-02	0.166E-02	0.968E-03	0.826E-03	0.767E-03	0.618E-03
	50000.	0.328E-02	0.137E-02	0.955E-03	0.836E-03	0.916E-03	0.668E-03
	100000.	0.308E-02	0.104E-02	0.128E-02	0.107E-02	0.934E-03	0.705E-03
In II 6D-9F	5000.	0.155E-01	0.104E-01	0.284E-02	0.233E-02	0.243E-02	0.190E-02
4582.3 Å	10000.	0.142E-01	0.905E-02	0.333E-02	0.274E-02	0.271E-02	0.213E-02
C=0.28E+15	20000.	0.142E-01	0.756E-02	0.352E-02	0.295E-02	0.303E-02	0.238E-02
	30000.	0.143E-01	0.692E-02	0.403E-02	0.343E-02	0.317E-02	0.256E-02
	50000.	0.139E-01	0.571E-02	0.396E-02	0.347E-02	0.379E-02	0.277E-02
	100000.	0.130E-01	0.434E-02	0.530E-02	0.441E-02	0.386E-02	0.292E-02
In II 7D-9F	5000.	0.534E-01	0.352E-01	0.963E-02	0.789E-02	0.827E-02	0.644E-02
8428.5 Å	10000.	0.494E-01	0.308E-01	0.113E-01	0.929E-02	0.922E-02	0.724E-02
C=0.95E+15	20000.	0.495E-01	0.257E-01	0.119E-01	0.998E-02	0.103E-01	0.804E-02
	30000.	0.498E-01	0.235E-01	0.138E-01	0.116E-01	0.107E-01	0.870E-02
	50000.	0.485E-01	0.194E-01	0.135E-01	0.118E-01	0.128E-01	0.938E-02
	100000.	0.455E-01	0.148E-01	0.180E-01	0.149E-01	0.130E-01	0.987E-02
In II 8D-9F	5000.	0.187	0.120	0.331E-01	0.269E-01	0.285E-01	0.220E-01
15577.1 Å	10000.	0.175	0.105	0.388E-01	0.317E-01	0.317E-01	0.246E-01
C=0.32E+16	20000.	0.177	0.877E-01	0.409E-01	0.340E-01	0.354E-01	0.275E-01
	30000.	0.179	0.805E-01	0.469E-01	0.397E-01	0.368E-01	0.296E-01
	50000.	0.175	0.664E-01	0.460E-01	0.401E-01	0.440E-01	0.320E-01
	100000.	0.166	0.505E-01	0.616E-01	0.510E-01	0.448E-01	0.338E-01
In II 9D-9F	5000.	0.679	0.461	0.127	0.102	0.112	0.841E-01
30218.8 Å	10000.	0.624	0.406	0.150	0.120	0.125	0.952E-01
C=0.12E+17	20000.	0.617	0.339	0.154	0.132	0.135	0.104
	30000.	0.622	0.311	0.185	0.151	0.142	0.114
	50000.	0.601	0.257	0.177	0.156	0.168	0.122
	100000.	0.562	0.196	0.240	0.194	0.169	0.131
In II 6F-8D	5000.	4.91	-2.20	0.573	-0.410	0.555	-0.334
	10000.	4.62	-1.86	0.673	-0.485	0.626	-0.396
C=0.89E+18	20000.	4.61	-1.59	0.782	-0.567	0.687	-0.453
	30000.	4.67	-1.40	0.841	-0.614	0.720	-0.481
	50000.	4.69	-1.18	0.878	-0.664	0.775	-0.540
	100000.	4.48	-0.899	1.04	-0.759	0.856	-0.602

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 7F-8D	5000.	0.430	-0.233	0.593E-01	-0.480E-01	0.535E-01	-0.388E-01
36537.7 Å	10000.	0.399	-0.200	0.684E-01	-0.553E-01	0.619E-01	-0.448E-01
C=0.33E+17	20000.	0.401	-0.173	0.821E-01	-0.635E-01	0.677E-01	-0.504E-01
	30000.	0.404	-0.153	0.864E-01	-0.688E-01	0.678E-01	-0.544E-01
	50000.	0.401	-0.127	0.922E-01	-0.723E-01	0.805E-01	-0.594E-01
	100000.	0.381	-0.960E-01	0.972E-01	-0.849E-01	0.892E-01	-0.652E-01
In II 7F-9D	5000.	21.6	-12.9	3.72	-2.78	3.47	-2.26
	10000.	18.7	-11.7	4.33	-3.25	3.78	-2.57
C=0.18E+19	20000.	17.9	-9.66	4.80	-3.63	4.09	-2.95
	30000.	17.7	-8.92	5.06	-3.89	4.39	-3.24
	50000.	17.1	-7.46	5.32	-4.17	4.73	-3.36
	100000.	15.9	-5.61	6.08	-5.16	5.22	-3.73
In II 8F-9D	5000.	1.46	-0.893	0.262	-0.209	0.234	-0.167
55148.1 Å	10000.	1.31	-0.842	0.299	-0.243	0.258	-0.194
C=0.55E+17	20000.	1.27	-0.698	0.346	-0.273	0.285	-0.212
	30000.	1.27	-0.646	0.373	-0.297	0.304	-0.244
	50000.	1.23	-0.535	0.389	-0.311	0.312	-0.246
	100000.	1.15	-0.406	0.434	-0.349	0.369	-0.309
PERTURBER DENSITY = 1.E+14 cm^{-3}							
SINGLETS							
In II 6S-6P	5000.	0.849E-02	0.134E-02	0.419E-03	0.193E-03	0.520E-03	0.177E-03
7843.1 Å	10000.	0.678E-02	0.982E-03	0.610E-03	0.283E-03	0.683E-03	0.247E-03
C=0.25E+18	20000.	0.572E-02	0.608E-03	0.748E-03	0.378E-03	0.783E-03	0.308E-03
	30000.	0.530E-02	0.616E-03	0.818E-03	0.421E-03	0.841E-03	0.343E-03
	50000.	0.498E-02	0.485E-03	0.902E-03	0.479E-03	0.906E-03	0.391E-03
	100000.	0.456E-02	0.358E-03	0.998E-03	0.563E-03	0.958E-03	0.454E-03
In II 6S-9P	5000.	0.784E-02	-0.431E-02	0.115E-02	-0.781E-03	0.112E-02	-0.637E-03
2282.3 Å	10000.	0.679E-02	-0.365E-02	0.135E-02	-0.933E-03	0.127E-02	-0.756E-03
C=0.23E+16	20000.	0.623E-02	-0.317E-02	0.151E-02	-0.107E-02	0.136E-02	-0.854E-03
	30000.	0.612E-02	-0.282E-02	0.161E-02	-0.116E-02	0.148E-02	-0.941E-03
	50000.	0.594E-02	-0.238E-02	0.177E-02	-0.127E-02	0.150E-02	-0.103E-02
	100000.	0.555E-02	-0.184E-02	0.198E-02	-0.144E-02	0.164E-02	-0.115E-02
In II 7S-9P	5000.	0.516E-01	-0.287E-01	0.728E-02	-0.498E-02	0.708E-02	-0.406E-02
5723.4 Å	10000.	0.448E-01	-0.248E-01	0.853E-02	-0.594E-02	0.795E-02	-0.478E-02
C=0.14E+17	20000.	0.414E-01	-0.217E-01	0.960E-02	-0.685E-02	0.867E-02	-0.545E-02
	30000.	0.407E-01	-0.195E-01	0.102E-01	-0.738E-02	0.931E-02	-0.595E-02
	50000.	0.396E-01	-0.166E-01	0.111E-01	-0.802E-02	0.949E-02	-0.654E-02
	100000.	0.370E-01	-0.128E-01	0.126E-01	-0.924E-02	0.104E-01	-0.736E-02
In II 8S-9P	5000.	0.317	-0.168	0.426E-01	-0.295E-01	0.413E-01	-0.240E-01
13715.5 Å	10000.	0.279	-0.155	0.506E-01	-0.355E-01	0.461E-01	-0.281E-01
C=0.82E+17	20000.	0.258	-0.134	0.563E-01	-0.407E-01	0.503E-01	-0.323E-01
	30000.	0.253	-0.121	0.589E-01	-0.436E-01	0.541E-01	-0.348E-01
	50000.	0.246	-0.107	0.643E-01	-0.473E-01	0.559E-01	-0.390E-01
	100000.	0.229	-0.829E-01	0.738E-01	-0.543E-01	0.612E-01	-0.435E-01
In II 9S-9P	5000.	9.28	-4.36	1.12	-0.822	1.07	-0.667
68605.9 Å	10000.	8.26	-4.25	1.32	-0.976	1.21	-0.785
C=0.21E+19	20000.	7.68	-4.03	1.51	-1.11	1.32	-0.894
	30000.	7.50	-3.66	1.66	-1.22	1.40	-0.961
	50000.	7.25	-3.18	1.72	-1.33	1.54	-1.08
	100000.	6.79	-2.60	1.98	-1.49	1.69	-1.20
In II 5P-5D	5000.	0.476E-03	-0.282E-05	0.254E-04	-0.647E-05	0.320E-04	-0.598E-05
1966.7 Å	10000.	0.366E-03	-0.788E-05	0.366E-04	-0.103E-04	0.417E-04	-0.879E-05
C=0.16E+17	20000.	0.295E-03	-0.911E-05	0.441E-04	-0.142E-04	0.473E-04	-0.118E-04
	30000.	0.266E-03	-0.116E-04	0.477E-04	-0.159E-04	0.506E-04	-0.131E-04
	50000.	0.240E-03	-0.766E-05	0.521E-04	-0.183E-04	0.539E-04	-0.149E-04
	100000.	0.212E-03	-0.766E-05	0.566E-04	-0.217E-04	0.564E-04	-0.177E-04
In II 5P-6D	5000.	0.662E-03	0.522E-04	0.571E-04	0.392E-04	0.638E-04	0.339E-04
1571.5 Å	10000.	0.580E-03	0.662E-04	0.742E-04	0.506E-04	0.748E-04	0.417E-04
C=0.22E+16	20000.	0.532E-03	0.557E-04	0.894E-04	0.609E-04	0.868E-04	0.496E-04
	30000.	0.508E-03	0.528E-04	0.977E-04	0.674E-04	0.921E-04	0.546E-04
	50000.	0.480E-03	0.518E-04	0.108E-03	0.757E-04	0.997E-04	0.610E-04
	100000.	0.437E-03	0.407E-04	0.122E-03	0.868E-04	0.110E-03	0.708E-04

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 5P-7D	5000.	0.925E-03	0.591E-04	0.116E-03	0.549E-04	0.123E-03	0.457E-04
1381.9 Å	10000.	0.851E-03	0.777E-04	0.135E-03	0.672E-04	0.139E-03	0.548E-04
C=0.13E+16	20000.	0.839E-03	0.583E-04	0.154E-03	0.800E-04	0.151E-03	0.655E-04
	30000.	0.839E-03	0.557E-04	0.163E-03	0.886E-04	0.155E-03	0.712E-04
	50000.	0.832E-03	0.528E-04	0.173E-03	0.971E-04	0.163E-03	0.775E-04
	100000.	0.794E-03	0.349E-04	0.191E-03	0.112E-03	0.172E-03	0.884E-04
In II 5P-8D	5000.	0.150E-02	0.118E-03	0.228E-03	0.101E-03	0.239E-03	0.829E-04
1292.5 Å	10000.	0.148E-02	0.749E-04	0.259E-03	0.121E-03	0.265E-03	0.987E-04
C=0.73E+15	20000.	0.151E-02	0.737E-04	0.284E-03	0.144E-03	0.277E-03	0.115E-03
	30000.	0.154E-02	0.747E-04	0.297E-03	0.155E-03	0.289E-03	0.126E-03
	50000.	0.157E-02	0.548E-04	0.311E-03	0.172E-03	0.298E-03	0.140E-03
	100000.	0.151E-02	0.342E-04	0.340E-03	0.193E-03	0.308E-03	0.153E-03
In II 5P-9D	5000.	0.247E-02	0.173E-03	0.422E-03	0.190E-03	0.436E-03	0.156E-03
1243.1 Å	10000.	0.254E-02	0.949E-04	0.476E-03	0.228E-03	0.463E-03	0.185E-03
C=0.43E+15	20000.	0.269E-02	0.874E-04	0.507E-03	0.263E-03	0.493E-03	0.213E-03
	30000.	0.278E-02	0.907E-04	0.529E-03	0.282E-03	0.498E-03	0.225E-03
	50000.	0.284E-02	0.503E-04	0.554E-03	0.312E-03	0.519E-03	0.254E-03
	100000.	0.275E-02	0.339E-04	0.567E-03	0.349E-03	0.531E-03	0.281E-03
In II 6P-6D	5000.	0.118E-01	-0.263E-03	0.892E-03	0.475E-03	0.100E-02	0.413E-03
5920.4 Å	10000.	0.102E-01	0.360E-04	0.112E-02	0.631E-03	0.116E-02	0.516E-03
C=0.32E+17	20000.	0.939E-02	0.680E-04	0.131E-02	0.758E-03	0.131E-02	0.617E-03
	30000.	0.903E-02	0.446E-04	0.144E-02	0.842E-03	0.138E-02	0.678E-03
	50000.	0.857E-02	0.920E-04	0.154E-02	0.936E-03	0.145E-02	0.754E-03
	100000.	0.785E-02	0.774E-04	0.170E-02	0.107E-02	0.153E-02	0.855E-03
In II 6P-7D	5000.	0.827E-02	-0.335E-04	0.953E-03	0.411E-03	0.101E-02	0.344E-03
3903.2 Å	10000.	0.757E-02	0.773E-04	0.110E-02	0.506E-03	0.114E-02	0.411E-03
C=0.11E+17	20000.	0.745E-02	0.559E-04	0.125E-02	0.602E-03	0.124E-02	0.491E-03
	30000.	0.744E-02	0.575E-04	0.131E-02	0.660E-03	0.128E-02	0.538E-03
	50000.	0.736E-02	0.104E-03	0.140E-02	0.739E-03	0.131E-02	0.588E-03
	100000.	0.702E-02	0.333E-04	0.153E-02	0.854E-03	0.137E-02	0.665E-03
In II 6P-8D	5000.	0.100E-01	0.371E-03	0.147E-02	0.629E-03	0.154E-02	0.518E-03
3265.0 Å	10000.	0.991E-02	0.201E-03	0.168E-02	0.759E-03	0.171E-02	0.619E-03
C=0.47E+16	20000.	0.102E-01	0.111E-03	0.184E-02	0.902E-03	0.178E-02	0.727E-03
	30000.	0.103E-01	0.164E-03	0.191E-02	0.972E-03	0.187E-02	0.776E-03
	50000.	0.105E-01	0.110E-03	0.201E-02	0.108E-02	0.192E-02	0.886E-03
	100000.	0.101E-01	0.298E-04	0.219E-02	0.123E-02	0.198E-02	0.955E-03
In II 6P-9D	5000.	0.144E-01	0.675E-03	0.241E-02	0.107E-02	*0.249E-02	*0.878E-03
2967.0 Å	10000.	0.148E-01	0.443E-03	0.273E-02	0.129E-02	0.266E-02	0.104E-02
C=0.25E+16	20000.	0.157E-01	0.241E-03	0.289E-02	0.149E-02	0.283E-02	0.120E-02
	30000.	0.162E-01	0.271E-03	0.302E-02	0.159E-02	0.285E-02	0.127E-02
	50000.	0.166E-01	0.798E-04	0.315E-02	0.176E-02	0.297E-02	0.144E-02
	100000.	0.160E-01	0.435E-04	0.321E-02	0.197E-02	0.307E-02	0.157E-02
In II 7P-9D	5000.	0.704E-01	0.939E-02	0.113E-01	0.532E-02	*0.116E-01	*0.434E-02
6285.1 Å	10000.	0.720E-01	0.721E-02	0.126E-01	0.631E-02	0.125E-01	0.512E-02
C=0.11E+17	20000.	0.763E-01	0.658E-02	0.137E-01	0.734E-02	0.131E-01	0.597E-02
	30000.	0.788E-01	0.607E-02	0.141E-01	0.794E-02	0.135E-01	0.638E-02
	50000.	0.803E-01	0.452E-02	0.152E-01	0.880E-02	0.134E-01	0.685E-02
	100000.	0.777E-01	0.351E-02	0.168E-01	0.103E-01	0.142E-01	0.780E-02
In II 8P-8D	5000.	0.739	0.250	0.101	0.548E-01	0.103	0.446E-01
23193.8 Å	10000.	0.710	0.205	0.117	0.655E-01	0.113	0.531E-01
C=0.23E+18	20000.	0.721	0.166	0.127	0.756E-01	0.122	0.620E-01
	30000.	0.737	0.149	0.137	0.840E-01	0.128	0.678E-01
	50000.	0.743	0.127	0.147	0.911E-01	0.130	0.722E-01
	100000.	0.715	0.961E-01	0.157	0.995E-01	0.141	0.822E-01
In II 8P-9D	5000.	0.356	0.847E-01	0.574E-01	0.286E-01	*0.585E-01	*0.233E-01
13537.3 Å	10000.	0.366	0.681E-01	0.648E-01	0.344E-01	0.623E-01	0.272E-01
C=0.51E+17	20000.	0.391	0.584E-01	0.696E-01	0.394E-01	0.662E-01	0.312E-01
	30000.	0.405	0.530E-01	0.721E-01	0.423E-01	0.679E-01	0.338E-01
	50000.	0.413	0.426E-01	0.763E-01	0.459E-01	0.714E-01	0.377E-01
	100000.	0.401	0.329E-01	0.848E-01	0.526E-01	0.752E-01	0.421E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 9P-9D	5000.	3.69	1.42	0.569	0.320	*0.564	*0.261
37893.6 Å	10000.	3.64	1.15	0.639	0.379	*0.608	*0.301
C=0.40E+18	20000.	3.82	0.936	0.708	0.433	0.645	0.345
	30000.	3.94	0.843	0.731	0.475	0.673	0.375
	50000.	3.99	0.687	0.761	0.500	0.682	0.397
	100000.	3.86	0.523	0.830	0.567	0.716	0.466
In II 5D-9P	5000.	0.210E-01	-0.113E-01	0.305E-02	-0.206E-02	0.300E-02	-0.167E-02
3709.2 Å	10000.	0.182E-01	-0.946E-02	0.358E-02	-0.245E-02	0.337E-02	-0.199E-02
C=0.60E+16	20000.	0.168E-01	-0.817E-02	0.401E-02	-0.282E-02	0.361E-02	-0.225E-02
	30000.	0.165E-01	-0.726E-02	0.428E-02	-0.305E-02	0.391E-02	-0.248E-02
	50000.	0.160E-01	-0.611E-02	0.470E-02	-0.335E-02	0.397E-02	-0.270E-02
	100000.	0.150E-01	-0.470E-02	0.526E-02	-0.380E-02	0.436E-02	-0.305E-02
In II 6D-7P	5000.	7.10	-2.63	0.641	-0.476	0.641	-0.387
	10000.	6.24	-2.19	0.783	-0.573	0.750	-0.466
C=0.11E+20	20000.	5.69	-1.76	0.935	-0.682	0.854	-0.550
	30000.	5.44	-1.54	1.01	-0.748	0.913	-0.596
	50000.	5.20	-1.33	1.08	-0.815	0.962	-0.654
	100000.	4.75	-1.05	1.27	-0.954	1.09	-0.742
In II 6D-9P	5000.	0.832E-01	-0.430E-01	0.114E-01	-0.771E-02	0.112E-01	-0.627E-02
7055.2 Å	10000.	0.727E-01	-0.361E-01	0.135E-01	-0.923E-02	0.124E-01	-0.735E-02
C=0.22E+17	20000.	0.674E-01	-0.315E-01	0.150E-01	-0.106E-01	0.134E-01	-0.839E-02
	30000.	0.661E-01	-0.279E-01	0.157E-01	-0.113E-01	0.146E-01	-0.917E-02
	50000.	0.641E-01	-0.235E-01	0.172E-01	-0.124E-01	0.149E-01	-0.101E-01
	100000.	0.597E-01	-0.180E-01	0.196E-01	-0.142E-01	0.164E-01	-0.114E-01
In II 7D-8P	5000.	22.1	-9.26	2.64	-1.62	2.67	-1.33
	10000.	20.1	-7.87	3.10	-1.95	3.03	-1.59
C=0.14E+20	20000.	19.1	-6.34	3.50	-2.29	3.28	-1.83
	30000.	19.0	-5.54	3.73	-2.48	3.40	-1.99
	50000.	18.8	-4.79	3.98	-2.69	3.63	-2.22
	100000.	17.8	-3.68	4.53	-3.17	3.70	-2.52
In II 7D-9P	5000.	0.606	-0.293	0.826E-01	-0.540E-01	0.813E-01	-0.442E-01
18367.2 Å	10000.	0.544	-0.247	0.968E-01	-0.645E-01	0.889E-01	-0.514E-01
C=0.15E+18	20000.	0.515	-0.215	0.107	-0.744E-01	0.976E-01	-0.596E-01
	30000.	0.512	-0.190	0.113	-0.808E-01	0.101	-0.628E-01
	50000.	0.503	-0.160	0.122	-0.879E-01	0.108	-0.716E-01
	100000.	0.474	-0.122	0.137	-0.993E-01	0.117	-0.803E-01
In II 5D-5F	5000.	0.172E-01	0.938E-02	0.181E-02	0.162E-02	0.170E-02	0.133E-02
4975.2 Å	10000.	0.149E-01	0.761E-02	0.228E-02	0.196E-02	0.208E-02	0.160E-02
C=0.13E+17	20000.	0.136E-01	0.612E-02	0.273E-02	0.232E-02	0.236E-02	0.185E-02
	30000.	0.132E-01	0.536E-02	0.300E-02	0.250E-02	0.265E-02	0.203E-02
	50000.	0.127E-01	0.453E-02	0.333E-02	0.281E-02	0.282E-02	0.216E-02
	100000.	0.117E-01	0.349E-02	0.385E-02	0.305E-02	0.312E-02	0.243E-02
In II 5D-7F	5000.	0.309E-01	0.192E-01	0.472E-02	0.407E-02	*0.427E-02	*0.328E-02
3439.4 Å	10000.	0.277E-01	0.165E-01	0.568E-02	0.469E-02	*0.494E-02	*0.384E-02
C=0.27E+16	20000.	0.265E-01	0.142E-01	0.673E-02	0.550E-02	0.556E-02	0.435E-02
	30000.	0.261E-01	0.125E-01	0.729E-02	0.584E-02	0.573E-02	0.451E-02
	50000.	0.255E-01	0.104E-01	0.791E-02	0.620E-02	0.648E-02	0.512E-02
	100000.	0.237E-01	0.785E-02	0.810E-02	0.715E-02	0.757E-02	0.561E-02
In II 5D-8F	5000.	0.467E-01	0.295E-01	*0.795E-02	*0.669E-02	*0.700E-02	*0.538E-02
3199.0 Å	10000.	0.418E-01	0.257E-01	*0.899E-02	*0.764E-02	*0.775E-02	*0.610E-02
C=0.16E+16	20000.	0.411E-01	0.214E-01	0.108E-01	0.895E-02	*0.899E-02	*0.694E-02
	30000.	0.407E-01	0.196E-01	0.116E-01	0.964E-02	*0.877E-02	*0.784E-02
	50000.	0.394E-01	0.162E-01	0.125E-01	0.101E-01	*0.101E-01	*0.787E-02
	100000.	0.368E-01	0.123E-01	0.138E-01	0.110E-01	0.117E-01	0.101E-01
In II 5D-9F	5000.	0.692E-01	0.446E-01	*0.127E-01	*0.104E-01		
3053.1 Å	10000.	0.628E-01	0.386E-01	*0.152E-01	*0.123E-01		
C=0.11E+16	20000.	0.624E-01	0.325E-01	*0.156E-01	*0.137E-01	*0.136E-01	*0.107E-01
	30000.	0.621E-01	0.297E-01	*0.190E-01	*0.154E-01	*0.143E-01	*0.118E-01
	50000.	0.601E-01	0.244E-01	*0.180E-01	*0.161E-01	*0.170E-01	*0.125E-01
	100000.	0.561E-01	0.185E-01	*0.247E-01	*0.198E-01	*0.173E-01	*0.137E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 6D-7F	5000.	0.100	0.596E-01	0.150E-01	0.128E-01	*0.137E-01	*0.104E-01
6139.2 Å	10000.	0.909E-01	0.512E-01	0.181E-01	0.148E-01	*0.156E-01	*0.121E-01
C=0.86E+16	20000.	0.877E-01	0.437E-01	0.214E-01	0.174E-01	0.174E-01	0.136E-01
	30000.	0.870E-01	0.384E-01	0.231E-01	0.186E-01	0.186E-01	0.144E-01
	50000.	0.850E-01	0.321E-01	0.255E-01	0.197E-01	0.208E-01	0.162E-01
	100000.	0.795E-01	0.242E-01	0.256E-01	0.222E-01	0.241E-01	0.176E-01
In II 6D-8F	5000.	0.134	0.834E-01	*0.227E-01	*0.191E-01	*0.200E-01	*0.153E-01
5413.2 Å	10000.	0.122	0.724E-01	*0.257E-01	*0.218E-01	*0.222E-01	*0.174E-01
C=0.47E+16	20000.	0.120	0.603E-01	0.307E-01	0.256E-01	*0.257E-01	*0.198E-01
	30000.	0.119	0.551E-01	0.333E-01	0.276E-01	*0.249E-01	*0.223E-01
	50000.	0.116	0.455E-01	0.359E-01	0.290E-01	*0.290E-01	*0.225E-01
	100000.	0.108	0.345E-01	0.394E-01	0.312E-01	0.335E-01	0.288E-01
In II 6D-9F	5000.	0.187	0.119	*0.340E-01	*0.280E-01		
5008.2 Å	10000.	0.171	0.103	*0.407E-01	*0.330E-01		
C=0.29E+16	20000.	0.170	0.865E-01	*0.419E-01	*0.368E-01	*0.365E-01	*0.287E-01
	30000.	0.170	0.791E-01	*0.509E-01	*0.416E-01	*0.383E-01	*0.316E-01
	50000.	0.164	0.650E-01	*0.485E-01	*0.432E-01	*0.458E-01	*0.338E-01
	100000.	0.153	0.493E-01	*0.664E-01	*0.533E-01	*0.461E-01	*0.365E-01
In II 7D-7F	5000.	0.485	0.276	0.703E-01	0.587E-01	*0.645E-01	*0.477E-01
13228.8 Å	10000.	0.448	0.237	0.848E-01	0.681E-01	*0.727E-01	*0.553E-01
C=0.40E+17	20000.	0.438	0.202	0.983E-01	0.803E-01	0.810E-01	0.621E-01
	30000.	0.438	0.178	0.107	0.855E-01	0.876E-01	0.665E-01
	50000.	0.431	0.148	0.118	0.915E-01	0.960E-01	0.744E-01
	100000.	0.406	0.112	0.119	0.101	0.114	0.818E-01
In II 7D-8F	5000.	0.492	0.298	*0.818E-01	*0.681E-01	*0.722E-01	*0.549E-01
10262.7 Å	10000.	0.452	0.260	*0.928E-01	*0.777E-01	*0.803E-01	*0.622E-01
C=0.17E+17	20000.	0.451	0.217	0.110	0.915E-01	*0.936E-01	*0.711E-01
	30000.	0.448	0.198	0.119	0.990E-01	*0.887E-01	*0.790E-01
	50000.	0.438	0.163	0.128	0.104	*0.105	*0.808E-01
	100000.	0.411	0.124	0.143	0.111	0.120	0.104
In II 7D-9F	5000.	0.599	0.376	*0.108	*0.882E-01		
8898.5 Å	10000.	0.549	0.324	*0.128	*0.104		
C=0.91E+16	20000.	0.551	0.273	*0.132	*0.116	*0.115	*0.904E-01
	30000.	0.549	0.249	*0.160	*0.132	*0.121	*0.993E-01
	50000.	0.534	0.205	*0.152	*0.136	*0.144	*0.107
	100000.	0.500	0.155	*0.209	*0.169	*0.145	*0.115
In II 8D-8F	5000.	2.21	1.25	*0.349	*0.283	*0.310	*0.230
21114.8 Å	10000.	2.07	1.09	*0.398	*0.323	*0.347	*0.261
C=0.71E+17	20000.	2.08	0.917	0.461	0.382	*0.395	*0.299
	30000.	2.09	0.832	0.496	0.416	*0.376	*0.326
	50000.	2.05	0.688	0.539	0.432	*0.454	*0.338
	100000.	1.94	0.524	0.622	0.474	0.494	0.438
In II 8D-9F	5000.	2.01	1.22	*0.353	*0.286		
16051.6 Å	10000.	1.87	1.05	*0.417	*0.336		
C=0.30E+17	20000.	1.89	0.886	*0.430	*0.369	*0.377	*0.293
	30000.	1.89	0.810	*0.511	*0.424	*0.398	*0.321
	50000.	1.85	0.665	*0.491	*0.436	*0.465	*0.343
	100000.	1.74	0.506	*0.664	*0.544	*0.473	*0.368
In II 9D-9F	5000.	8.22	4.70	*1.39	*1.10		
31701.9 Å	10000.	7.94	4.07	*1.61	*1.29		
C=0.12E+18	20000.	8.11	3.45	*1.72	*1.40	*1.48	*1.13
	30000.	8.15	3.13	*1.95	*1.63	*1.57	*1.22
	50000.	8.05	2.59	*1.92	*1.64	*1.86	*1.33
	100000.	7.60	1.97	*2.55	*2.12	*1.91	*1.41
In II 4F-7D	5000.	0.410E-01	0.171E-02	0.471E-02	0.199E-02	0.502E-02	0.166E-02
8545.9 Å	10000.	0.371E-01	0.239E-02	0.544E-02	0.244E-02	0.565E-02	0.199E-02
C=0.51E+17	20000.	0.361E-01	0.159E-02	0.615E-02	0.291E-02	0.610E-02	0.237E-02
	30000.	0.358E-01	0.146E-02	0.647E-02	0.320E-02	0.632E-02	0.260E-02
	50000.	0.352E-01	0.144E-02	0.685E-02	0.357E-02	0.643E-02	0.285E-02
	100000.	0.334E-01	0.810E-03	0.751E-02	0.415E-02	0.679E-02	0.319E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 4F-8D	5000.	0.346E-01	0.185E-02	0.499E-02	0.212E-02	0.524E-02	0.174E-02
5984.6 Å	10000.	0.338E-01	0.103E-02	0.568E-02	0.256E-02	0.580E-02	0.208E-02
C=0.16E+17	20000.	0.343E-01	0.878E-03	0.622E-02	0.304E-02	0.604E-02	0.245E-02
	30000.	0.348E-01	0.103E-02	0.646E-02	0.327E-02	0.634E-02	0.262E-02
	50000.	0.352E-01	0.822E-03	0.677E-02	0.364E-02	0.648E-02	0.298E-02
	100000.	0.339E-01	0.418E-03	0.738E-02	0.413E-02	0.668E-02	0.321E-02
In II 4F-9D	5000.	0.425E-01	0.228E-02	0.704E-02	0.312E-02	*0.727E-02	*0.255E-02
5054.3 Å	10000.	0.433E-01	0.154E-02	0.793E-02	0.374E-02	0.773E-02	0.303E-02
C=0.71E+16	20000.	0.457E-01	0.103E-02	0.841E-02	0.433E-02	0.823E-02	0.348E-02
	30000.	0.471E-01	0.110E-02	0.879E-02	0.463E-02	0.830E-02	0.369E-02
	50000.	0.480E-01	0.519E-03	0.918E-02	0.511E-02	0.865E-02	0.419E-02
	100000.	0.465E-01	0.357E-03	0.937E-02	0.572E-02	0.893E-02	0.457E-02
In II 5F-7D	5000.	4.85	-1.60	0.437	-0.250	0.453	-0.204
70631.9 Å	10000.	4.44	-1.26	0.514	-0.299	0.514	-0.244
C=0.26E+19	20000.	4.36	-1.02	0.586	-0.354	0.557	-0.289
	30000.	4.34	-0.909	0.618	-0.382	0.590	-0.314
	50000.	4.27	-0.760	0.662	-0.422	0.596	-0.336
	100000.	4.04	-0.597	0.735	-0.485	0.668	-0.396
In II 5F-9D	5000.	0.229	-0.147E-01	0.302E-01	0.948E-02	*0.319E-01	*0.774E-02
10527.1 Å	10000.	0.232	-0.193E-01	0.334E-01	0.113E-01	0.337E-01	0.919E-02
C=0.31E+17	20000.	0.241	-0.182E-01	0.357E-01	0.133E-01	0.353E-01	0.107E-01
	30000.	0.246	-0.171E-01	0.359E-01	0.142E-01	0.358E-01	0.115E-01
	50000.	0.250	-0.165E-01	0.380E-01	0.157E-01	0.366E-01	0.127E-01
	100000.	0.240	-0.131E-01	0.405E-01	0.182E-01	0.369E-01	0.149E-01
In II 6F-7D	5000.	0.914	-0.468	0.108	-0.864E-01	0.102	-0.705E-01
23891.4 Å	10000.	0.840	-0.382	0.131	-0.103	0.120	-0.832E-01
C=0.19E+18	20000.	0.823	-0.312	0.151	-0.119	0.131	-0.946E-01
	30000.	0.825	-0.277	0.164	-0.128	0.146	-0.104
	50000.	0.815	-0.231	0.181	-0.139	0.147	-0.114
	100000.	0.769	-0.177	0.208	-0.160	0.165	-0.127
In II 6F-8D	5000.	29.0	-11.0	3.18	-1.96	3.19	-1.59
	10000.	27.9	-9.20	3.70	-2.33	3.50	-1.89
C=0.50E+19	20000.	28.1	-7.92	4.09	-2.70	3.87	-2.20
	30000.	28.3	-7.01	4.41	-2.95	3.93	-2.34
	50000.	28.3	-5.90	4.82	-3.27	4.14	-2.54
	100000.	26.9	-4.58	5.24	-3.83	4.49	-2.90
In II 6F-9D	5000.	1.73	-0.386	0.196	-0.476E-01	*0.207	-0.390E-01
25655.0 Å	10000.	1.74	-0.367	0.214	-0.573E-01	0.218	-0.467E-01
C=0.18E+18	20000.	1.79	-0.322	0.225	-0.673E-01	0.225	-0.544E-01
	30000.	1.83	-0.299	0.231	-0.726E-01	0.227	-0.583E-01
	50000.	1.85	-0.261	0.232	-0.797E-01	0.230	-0.635E-01
	100000.	1.76	-0.203	0.254	-0.917E-01	0.244	-0.705E-01
In II 7F-8D	5000.	4.74	-2.39	0.641	-0.497	*0.594	-0.405
39195.6 Å	10000.	4.48	-2.06	0.760	-0.584	*0.661	-0.468
C=0.35E+18	20000.	4.51	-1.76	0.833	-0.668	0.743	-0.524
	30000.	4.53	-1.55	0.932	-0.732	0.786	-0.565
	50000.	4.50	-1.29	1.03	-0.770	0.857	-0.628
	100000.	4.26	-0.986	1.08	-0.849	1.00	-0.710
In II 8F-9D	5000.	19.7	-9.47	*2.93	-2.23	*2.58	-1.78
60222.1 Å	10000.	19.2	-8.77	*3.33	-2.54	*2.93	-2.06
C=0.58E+18	20000.	19.7	-7.34	3.62	-2.91	*3.29	-2.36
	30000.	19.9	-6.55	3.90	-3.18	*3.14	-2.45
	50000.	19.8	-5.57	4.48	-3.34	*3.71	-2.71
	100000.	18.7	-4.25	4.94	-3.67	3.76	-3.34
TRIPLETS							
In II 6S-9P	5000.	0.585E-02	-0.309E-02	0.900E-03	-0.516E-03	0.908E-03	-0.422E-03
2134.0 Å	10000.	0.502E-02	-0.265E-02	0.104E-02	-0.618E-03	0.100E-02	-0.505E-03
C=0.27E+16	20000.	0.458E-02	-0.233E-02	0.116E-02	-0.727E-03	0.106E-02	-0.575E-03
	30000.	0.447E-02	-0.205E-02	0.120E-02	-0.764E-03	0.111E-02	-0.615E-03
	50000.	0.437E-02	-0.177E-02	0.128E-02	-0.848E-03	0.116E-02	-0.679E-03
	100000.	0.411E-02	-0.137E-02	0.134E-02	-0.934E-03	0.124E-02	-0.750E-03

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 7S-9P	5000.	0.352E-01	-0.189E-01	0.530E-02	-0.306E-02	0.535E-02	-0.250E-02
5170.4 Å	10000.	0.304E-01	-0.163E-01	0.612E-02	-0.367E-02	0.588E-02	-0.298E-02
C=0.16E+17	20000.	0.278E-01	-0.145E-01	0.682E-02	-0.428E-02	0.622E-02	-0.338E-02
	30000.	0.272E-01	-0.128E-01	0.706E-02	-0.453E-02	0.654E-02	-0.364E-02
	50000.	0.266E-01	-0.111E-01	0.758E-02	-0.502E-02	0.684E-02	-0.402E-02
	100000.	0.250E-01	-0.863E-02	0.782E-02	-0.550E-02	0.728E-02	-0.443E-02
In II 8S-9P	5000.	0.238	-0.121	0.337E-01	-0.200E-01	0.340E-01	-0.163E-01
12968.6 Å	10000.	0.209	-0.114	0.388E-01	-0.239E-01	0.375E-01	-0.193E-01
C=0.98E+17	20000.	0.192	-0.988E-01	0.437E-01	-0.278E-01	0.398E-01	-0.220E-01
	30000.	0.187	-0.893E-01	0.453E-01	-0.297E-01	0.413E-01	-0.238E-01
	50000.	0.183	-0.796E-01	0.475E-01	-0.325E-01	0.443E-01	-0.265E-01
	100000.	0.172	-0.622E-01	0.497E-01	-0.363E-01	0.464E-01	-0.292E-01
In II 9S-9P	5000.	6.05	-2.76	0.766	-0.490	0.765	-0.399
60741.2 Å	10000.	5.36	-2.68	0.898	-0.582	0.843	-0.471
C=0.22E+19	20000.	4.98	-2.57	0.995	-0.676	0.938	-0.550
	30000.	4.85	-2.33	1.07	-0.736	0.950	-0.585
	50000.	4.71	-2.04	1.17	-0.819	1.01	-0.633
	100000.	4.44	-1.68	1.26	-0.958	1.09	-0.724
In II 5P-9D	5000.	0.614E-03	-0.201E-03	0.257E-03	-0.888E-04	0.271E-03	-0.726E-04
1013.2 Å	10000.	0.464E-03	-0.169E-03	0.285E-03	-0.106E-03	0.288E-03	-0.863E-04
C=0.38E+15	20000.	0.379E-03	-0.136E-03	0.306E-03	-0.125E-03	0.301E-03	-0.101E-03
	30000.	0.348E-03	-0.128E-03	0.309E-03	-0.133E-03	0.305E-03	-0.107E-03
	50000.	0.320E-03	-0.109E-03	0.326E-03	-0.148E-03	0.314E-03	-0.119E-03
	100000.	0.296E-03	-0.835E-04	0.348E-03	-0.169E-03	0.319E-03	-0.140E-03
In II 6P-9D	5000.	0.519E-02	-0.166E-02	0.204E-02	-0.697E-03	0.215E-02	-0.569E-03
2844.1 Å	10000.	0.394E-02	-0.134E-02	0.226E-02	-0.829E-03	0.229E-02	-0.676E-03
C=0.30E+16	20000.	0.323E-02	-0.105E-02	0.243E-02	-0.978E-03	0.238E-02	-0.788E-03
	30000.	0.297E-02	-0.972E-03	0.245E-02	-0.104E-02	0.242E-02	-0.842E-03
	50000.	0.273E-02	-0.811E-03	0.259E-02	-0.115E-02	0.249E-02	-0.935E-03
	100000.	0.252E-02	-0.591E-03	0.275E-02	-0.133E-02	0.252E-02	-0.110E-02
In II 7P-9D	5000.	0.273E-01	-0.600E-02	0.985E-02	-0.315E-02	0.104E-01	-0.258E-02
6181.7 Å	10000.	0.213E-01	-0.419E-02	0.109E-01	-0.377E-02	0.111E-01	-0.306E-02
C=0.14E+17	20000.	0.180E-01	-0.324E-02	0.116E-01	-0.442E-02	0.114E-01	-0.355E-02
	30000.	0.169E-01	-0.295E-02	0.118E-01	-0.484E-02	0.116E-01	-0.387E-02
	50000.	0.158E-01	-0.223E-02	0.122E-01	-0.525E-02	0.118E-01	-0.430E-02
	100000.	0.148E-01	-0.154E-02	0.131E-01	-0.610E-02	0.123E-01	-0.503E-02
In II 8P-9D	5000.	0.162	0.159E-02	0.507E-01	-0.120E-01	*0.539E-01	-0.986E-02
13567.2 Å	10000.	0.135	0.612E-02	0.557E-01	-0.145E-01	0.568E-01	-0.118E-01
C=0.69E+17	20000.	0.121	0.719E-02	0.581E-01	-0.171E-01	0.588E-01	-0.136E-01
	30000.	0.116	0.709E-02	0.594E-01	-0.185E-01	0.594E-01	-0.150E-01
	50000.	0.112	0.755E-02	0.608E-01	-0.207E-01	0.610E-01	-0.160E-01
	100000.	0.106	0.719E-02	0.639E-01	-0.227E-01	0.624E-01	-0.178E-01
In II 5D-9P	5000.	0.869E-02	-0.457E-02	0.134E-02	-0.763E-03	0.135E-02	-0.624E-03
2593.1 Å	10000.	0.746E-02	-0.392E-02	0.154E-02	-0.913E-03	0.149E-02	-0.745E-03
C=0.39E+16	20000.	0.681E-02	-0.345E-02	0.171E-02	-0.107E-02	0.157E-02	-0.849E-03
	30000.	0.663E-02	-0.302E-02	0.178E-02	-0.113E-02	0.165E-02	-0.909E-03
	50000.	0.648E-02	-0.260E-02	0.190E-02	-0.125E-02	0.172E-02	-0.100E-02
	100000.	0.609E-02	-0.201E-02	0.199E-02	-0.138E-02	0.184E-02	-0.111E-02
In II 6D-9P	5000.	0.543E-01	-0.256E-01	0.783E-02	-0.431E-02	0.796E-02	-0.354E-02
6254.5 Å	10000.	0.475E-01	-0.220E-01	0.899E-02	-0.514E-02	0.878E-02	-0.422E-02
C=0.23E+17	20000.	0.441E-01	-0.192E-01	0.100E-01	-0.606E-02	0.932E-02	-0.477E-02
	30000.	0.434E-01	-0.168E-01	0.106E-01	-0.650E-02	0.972E-02	-0.515E-02
	50000.	0.426E-01	-0.145E-01	0.111E-01	-0.710E-02	0.102E-01	-0.578E-02
	100000.	0.402E-01	-0.112E-01	0.117E-01	-0.783E-02	0.110E-01	-0.642E-02
In II 7D-8P	5000.	6.46	-1.60	0.748	-0.156	0.806	-0.134
84416.7 Å	10000.	5.77	-1.31	0.843	-0.196	0.889	-0.160
C=0.57E+19	20000.	5.59	-1.19	0.913	-0.236	0.928	-0.193
	30000.	5.55	-1.06	0.940	-0.261	0.945	-0.208
	50000.	5.49	-0.888	0.973	-0.289	0.961	-0.228
	100000.	5.25	-0.728	1.01	-0.324	0.992	-0.263

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 7D-9P	5000.	0.415	-0.173	0.578E-01	-0.286E-01	0.596E-01	-0.234E-01
16584.0 Å	10000.	0.375	-0.148	0.659E-01	-0.344E-01	0.648E-01	-0.276E-01
C=0.16E+18	20000.	0.361	-0.128	0.708E-01	-0.396E-01	0.681E-01	-0.324E-01
	30000.	0.361	-0.113	0.762E-01	-0.440E-01	0.712E-01	-0.351E-01
	50000.	0.359	-0.965E-01	0.791E-01	-0.467E-01	0.729E-01	-0.380E-01
	100000.	0.343	-0.749E-01	0.840E-01	-0.520E-01	0.777E-01	-0.435E-01
In II 5D-6F	5000.	0.102E-01	0.610E-02	0.134E-02	0.117E-02	0.122E-02	0.963E-03
2678.2 Å	10000.	0.896E-02	0.514E-02	0.166E-02	0.140E-02	0.143E-02	0.113E-02
C=0.26E+16	20000.	0.822E-02	0.433E-02	0.194E-02	0.163E-02	0.163E-02	0.130E-02
	30000.	0.812E-02	0.382E-02	0.212E-02	0.178E-02	0.176E-02	0.137E-02
	50000.	0.795E-02	0.320E-02	0.229E-02	0.190E-02	0.195E-02	0.158E-02
	100000.	0.742E-02	0.244E-02	0.268E-02	0.216E-02	0.218E-02	0.177E-02
In II 5D-7F	5000.	0.160E-01	0.102E-01	0.248E-02	0.214E-02	*0.219E-02	*0.172E-02
2456.1 Å	10000.	0.143E-01	0.874E-02	0.293E-02	0.247E-02	*0.260E-02	*0.201E-02
C=0.15E+16	20000.	0.138E-01	0.753E-02	0.354E-02	0.286E-02	0.287E-02	0.226E-02
	30000.	0.137E-01	0.665E-02	0.369E-02	0.308E-02	0.286E-02	0.241E-02
	50000.	0.134E-01	0.556E-02	0.406E-02	0.323E-02	0.348E-02	0.268E-02
	100000.	0.125E-01	0.417E-02	0.421E-02	0.381E-02	0.390E-02	0.291E-02
In II 5D-8F	5000.	0.102E-01	0.611E-02	0.134E-02	0.117E-02	0.122E-02	0.964E-03
2678.2 Å	10000.	0.897E-02	0.515E-02	0.166E-02	0.140E-02	0.143E-02	0.113E-02
C=0.26E+16	20000.	0.822E-02	0.435E-02	0.194E-02	0.163E-02	0.164E-02	0.130E-02
	30000.	0.813E-02	0.384E-02	0.212E-02	0.178E-02	0.176E-02	0.137E-02
	50000.	0.796E-02	0.322E-02	0.229E-02	0.190E-02	0.195E-02	0.158E-02
	100000.	0.743E-02	0.245E-02	0.268E-02	0.216E-02	0.218E-02	0.177E-02
In II 5D-9F	5000.	0.375E-01	0.245E-01	*0.684E-02	*0.557E-02		
2252.3 Å	10000.	0.336E-01	0.215E-01	*0.801E-02	*0.657E-02		
C=0.68E+15	20000.	0.337E-01	0.180E-01	*0.852E-02	*0.711E-02	*0.730E-02	*0.573E-02
	30000.	0.338E-01	0.166E-01	*0.968E-02	*0.826E-02	*0.767E-02	*0.618E-02
	50000.	0.328E-01	0.137E-01	*0.955E-02	*0.836E-02	*0.916E-02	*0.668E-02
	100000.	0.308E-01	0.104E-01	*0.128E-01	*0.107E-01	*0.934E-02	*0.705E-02
In II 6D-7F	5000.	0.856E-01	0.520E-01	0.127E-01	0.109E-01	*0.112E-01	*0.875E-02
5512.6 Å	10000.	0.765E-01	0.447E-01	0.148E-01	0.125E-01	*0.132E-01	*0.101E-01
C=0.76E+16	20000.	0.738E-01	0.386E-01	0.180E-01	0.144E-01	0.146E-01	0.115E-01
	30000.	0.734E-01	0.341E-01	0.189E-01	0.156E-01	0.146E-01	0.123E-01
	50000.	0.715E-01	0.285E-01	0.204E-01	0.164E-01	0.176E-01	0.135E-01
	100000.	0.669E-01	0.214E-01	0.215E-01	0.193E-01	0.196E-01	0.148E-01
In II 6D-8F	5000.	0.114	0.679E-01	*0.189E-01	*0.159E-01	*0.166E-01	*0.128E-01
4919.5 Å	10000.	0.102	0.631E-01	*0.213E-01	*0.182E-01	*0.183E-01	*0.145E-01
C=0.43E+16	20000.	0.101	0.525E-01	0.256E-01	0.212E-01	*0.213E-01	*0.164E-01
	30000.	0.101	0.485E-01	0.274E-01	0.228E-01	*0.210E-01	*0.187E-01
	50000.	0.982E-01	0.401E-01	0.294E-01	0.240E-01	*0.239E-01	*0.187E-01
	100000.	0.920E-01	0.304E-01	0.324E-01	0.261E-01	0.277E-01	0.238E-01
In II 6D-9F	5000.	0.155	0.102	*0.284E-01	*0.231E-01		
4582.3 Å	10000.	0.142	0.894E-01	*0.333E-01	*0.272E-01		
C=0.28E+16	20000.	0.142	0.750E-01	*0.352E-01	*0.295E-01	*0.303E-01	*0.238E-01
	30000.	0.143	0.691E-01	*0.403E-01	*0.343E-01	*0.317E-01	*0.256E-01
	50000.	0.139	0.570E-01	*0.396E-01	*0.347E-01	*0.379E-01	*0.277E-01
	100000.	0.130	0.434E-01	*0.530E-01	*0.441E-01	*0.386E-01	*0.292E-01
In II 7D-7F	5000.	0.447	0.259	0.638E-01	0.539E-01	*0.563E-01	*0.435E-01
12222.4 Å	10000.	0.403	0.223	0.742E-01	0.623E-01	*0.662E-01	*0.501E-01
C=0.37E+17	20000.	0.393	0.193	0.893E-01	0.711E-01	0.727E-01	0.566E-01
	30000.	0.392	0.171	0.950E-01	0.772E-01	0.744E-01	0.619E-01
	50000.	0.385	0.143	0.102	0.820E-01	0.864E-01	0.664E-01
	100000.	0.362	0.107	0.108	0.964E-01	0.991E-01	0.732E-01
In II 7D-8F	5000.	0.453	0.262	*0.732E-01	*0.613E-01	*0.644E-01	*0.493E-01
9644.5 Å	10000.	0.410	0.245	*0.823E-01	*0.704E-01	*0.713E-01	*0.562E-01
C=0.17E+17	20000.	0.407	0.203	0.997E-01	0.820E-01	*0.824E-01	*0.635E-01
	30000.	0.408	0.188	0.106	0.884E-01	*0.822E-01	*0.725E-01
	50000.	0.398	0.156	0.113	0.931E-01	*0.912E-01	*0.720E-01
	100000.	0.374	0.118	0.125	0.101	0.107	0.917E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 7D-9F	5000.	0.534	0.346	*0.963E-01	*0.782E-01		
8428.5 Å	10000.	0.494	0.304	*0.113	*0.922E-01		
C=0.95E+16	20000.	0.495	0.255	*0.119	*0.998E-01	*0.103	*0.804E-01
	30000.	0.498	0.235	*0.138	*0.116	*0.107	*0.870E-01
	50000.	0.485	0.194	*0.135	*0.118	*0.128	*0.938E-01
	100000.	0.455	0.148	*0.180	*0.149	*0.130	*0.987E-01
In II 8D-8F	5000.	2.09	1.16	*0.330	*0.271	*0.292	*0.218
20309.5 Å	10000.	1.93	1.08	*0.369	*0.310	*0.321	*0.247
C=0.74E+17	20000.	1.95	0.901	0.443	0.362	*0.369	*0.280
	30000.	1.97	0.834	0.471	0.389	*0.366	*0.319
	50000.	1.94	0.690	0.506	0.410	*0.411	*0.318
	100000.	1.83	0.524	0.558	0.446	0.479	0.406
In II 8D-9F	5000.	1.87	1.18	*0.331	*0.267		
15577.1 Å	10000.	1.75	1.04	*0.388	*0.315		
C=0.32E+17	20000.	1.77	0.871	*0.409	*0.340	*0.354	*0.275
	30000.	1.79	0.803	*0.469	*0.397	*0.368	*0.296
	50000.	1.75	0.663	*0.460	*0.401	*0.440	*0.320
	100000.	1.66	0.505	*0.616	*0.510	*0.448	*0.338
In II 9D-9F	5000.	6.79	4.53	*1.27	*1.02		
30218.8 Å	10000.	6.24	4.01	*1.50	*1.19		
C=0.12E+18	20000.	6.17	3.36	*1.54	*1.32	*1.35	*1.04
	30000.	6.22	3.11	*1.85	*1.51	*1.42	*1.14
	50000.	6.01	2.57	*1.77	*1.56	*1.68	*1.22
	100000.	5.62	1.96	*2.40	*1.94	*1.69	*1.31
In II 4F-6D	5000.	3.20	-0.321	0.212	-0.145	0.232	-0.124
87637.8 Å	10000.	2.69	-0.345	0.272	-0.182	0.272	-0.150
C=0.88E+19	20000.	2.39	-0.298	0.325	-0.221	0.312	-0.179
	30000.	2.25	-0.285	0.354	-0.243	0.332	-0.198
	50000.	2.10	-0.261	0.389	-0.269	0.358	-0.219
	100000.	1.88	-0.222	0.451	-0.316	0.383	-0.244
In II 4F-7D	5000.	0.501E-01	-0.662E-02	0.499E-02	-0.252E-02	0.526E-02	-0.209E-02
9009.2 Å	10000.	0.453E-01	-0.591E-02	0.583E-02	-0.307E-02	0.596E-02	-0.250E-02
C=0.65E+17	20000.	0.435E-01	-0.512E-02	0.669E-02	-0.368E-02	0.654E-02	-0.297E-02
	30000.	0.430E-01	-0.458E-02	0.701E-02	-0.401E-02	0.671E-02	-0.319E-02
	50000.	0.422E-01	-0.427E-02	0.751E-02	-0.446E-02	0.707E-02	-0.355E-02
	100000.	0.397E-01	-0.335E-02	0.821E-02	-0.495E-02	0.743E-02	-0.407E-02
In II 4F-9D	5000.	0.190E-01	-0.716E-02	0.659E-02	-0.234E-02	0.692E-02	-0.191E-02
5087.8 Å	10000.	0.147E-01	-0.580E-02	0.733E-02	-0.281E-02	0.735E-02	-0.228E-02
C=0.97E+16	20000.	0.122E-01	-0.467E-02	0.780E-02	-0.330E-02	0.774E-02	-0.261E-02
	30000.	0.112E-01	-0.423E-02	0.794E-02	-0.352E-02	0.787E-02	-0.286E-02
	50000.	0.103E-01	-0.356E-02	0.845E-02	-0.396E-02	0.795E-02	-0.314E-02
	100000.	0.934E-02	-0.271E-02	0.898E-02	-0.448E-02	0.817E-02	-0.358E-02
In II 5F-7D	5000.	16.3	-7.13	1.63	-1.28	1.56	-1.05
	10000.	14.9	-5.99	1.98	-1.54	1.84	-1.25
C=0.89E+19	20000.	14.2	-4.81	2.33	-1.81	2.06	-1.45
	30000.	14.2	-4.15	2.58	-1.97	2.22	-1.58
	50000.	14.1	-3.57	2.74	-2.13	2.44	-1.75
	100000.	13.3	-2.72	3.21	-2.48	2.63	-2.04
In II 5F-9D	5000.	0.131	-0.736E-01	0.315E-01	-0.148E-01	*0.325E-01	-0.120E-01
10685.6 Å	10000.	0.108	-0.604E-01	0.353E-01	-0.176E-01	0.348E-01	-0.142E-01
C=0.43E+17	20000.	0.957E-01	-0.486E-01	0.380E-01	-0.204E-01	0.373E-01	-0.166E-01
	30000.	0.920E-01	-0.427E-01	0.399E-01	-0.221E-01	0.378E-01	-0.175E-01
	50000.	0.880E-01	-0.360E-01	0.427E-01	-0.247E-01	0.384E-01	-0.193E-01
	100000.	0.818E-01	-0.274E-01	0.452E-01	-0.285E-01	0.409E-01	-0.216E-01
In II 6F-7D	5000.	0.757	-0.391	0.889E-01	-0.746E-01	0.823E-01	-0.607E-01
20813.4 Å	10000.	0.683	-0.331	0.108	-0.885E-01	0.956E-01	-0.712E-01
C=0.16E+18	20000.	0.647	-0.282	0.129	-0.102	0.108	-0.817E-01
	30000.	0.645	-0.248	0.140	-0.111	0.115	-0.872E-01
	50000.	0.638	-0.210	0.149	-0.121	0.128	-0.984E-01
	100000.	0.600	-0.159	0.174	-0.134	0.143	-0.110

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 6F-9D	5000.	1.28	-0.752	0.241	-0.148	*0.239	-0.120
26661.7 Å	10000.	1.08	-0.640	0.275	-0.175	0.257	-0.140
C=0.26E+18	20000.	0.988	-0.544	0.308	-0.205	0.286	-0.165
	30000.	0.966	-0.482	0.313	-0.215	0.294	-0.175
	50000.	0.931	-0.405	0.351	-0.238	0.308	-0.187
	100000.	0.867	-0.307	0.371	-0.266	0.298	-0.205
In II 8F-9D	5000.	14.6	-8.81	*2.62	-2.07	*2.34	-1.66
55148.1 Å	10000.	13.1	-8.34	*2.99	-2.41	*2.58	-1.93
C=0.55E+18	20000.	12.7	-6.94	*3.46	-2.73	*2.85	-2.12
	30000.	12.7	-6.45	3.73	-2.97	*3.04	-2.44
	50000.	12.3	-5.35	3.89	-3.11	*3.12	-2.46
	100000.	11.5	-4.06	4.34	-3.49	*3.69	-3.09
PERTURBER DENSITY = 1.E+15 cm^{-3}							
SINGLETS							
In II 5S-5P	5000.	0.690E-03	-0.380E-04	0.134E-04	-0.405E-06	0.221E-04	-0.405E-06
1586.5 Å	10000.	0.471E-03	-0.347E-04	0.274E-04	-0.827E-06	0.380E-04	-0.824E-06
C=0.86E+18	20000.	0.340E-03	-0.210E-04	0.428E-04	-0.163E-05	0.532E-04	-0.158E-05
	30000.	0.284E-03	-0.191E-04	0.522E-04	-0.233E-05	0.589E-04	-0.217E-05
	50000.	0.229E-03	-0.164E-04	0.595E-04	-0.338E-05	0.646E-04	-0.302E-05
	100000.	0.177E-03	-0.129E-04	0.673E-04	-0.485E-05	0.720E-04	-0.417E-05
In II 5S-6P	5000.	0.951E-03	0.351E-03	0.577E-04	0.307E-04	0.709E-04	0.276E-04
911.0 Å	10000.	0.761E-03	0.266E-03	0.846E-04	0.455E-04	0.935E-04	0.393E-04
C=0.34E+17	20000.	0.650E-03	0.200E-03	0.105E-03	0.593E-04	0.108E-03	0.489E-04
	30000.	0.612E-03	0.176E-03	0.115E-03	0.662E-04	0.116E-03	0.541E-04
	50000.	0.572E-03	0.151E-03	0.128E-03	0.755E-04	0.126E-03	0.613E-04
	100000.	0.520E-03	0.117E-03	0.143E-03	0.885E-04	0.136E-03	0.713E-04
In II 5S-7P	5000.	0.239E-02	-0.105E-02	0.230E-03	-0.170E-03	0.233E-03	-0.140E-03
783.9 Å	10000.	0.202E-02	-0.869E-03	0.289E-03	-0.216E-03	0.278E-03	-0.175E-03
C=0.55E+16	20000.	0.179E-02	-0.695E-03	0.346E-03	-0.261E-03	0.325E-03	-0.213E-03
	30000.	0.170E-02	-0.616E-03	0.387E-03	-0.289E-03	0.349E-03	-0.230E-03
	50000.	0.160E-02	-0.534E-03	0.420E-03	-0.317E-03	0.370E-03	-0.254E-03
	100000.	0.145E-02	-0.423E-03	0.492E-03	-0.364E-03	0.406E-03	-0.289E-03
In II 5S-8P	5000.	0.406E-02	-0.218E-02	0.518E-03	-0.320E-03	*0.517E-03	-0.260E-03
734.8 Å	10000.	0.348E-02	-0.181E-02	0.620E-03	-0.408E-03	*0.604E-03	-0.332E-03
C=0.38E+16	20000.	0.313E-02	-0.147E-02	0.710E-03	-0.492E-03	*0.654E-03	-0.392E-03
	30000.	0.302E-02	-0.130E-02	0.759E-03	-0.532E-03	0.706E-03	-0.436E-03
	50000.	0.291E-02	-0.112E-02	0.812E-03	-0.591E-03	0.739E-03	-0.464E-03
	100000.	0.270E-02	-0.867E-03	0.917E-03	-0.657E-03	0.786E-03	-0.517E-03
In II 5S-9P	5000.	0.745E-02	-0.410E-02	*0.110E-02	-0.674E-03		
710.0 Å	10000.	0.647E-02	-0.345E-02	*0.131E-02	-0.871E-03	*0.121E-02	-0.696E-03
C=0.22E+16	20000.	0.596E-02	-0.300E-02	*0.146E-02	-0.103E-02	*0.132E-02	-0.819E-03
	30000.	0.585E-02	-0.267E-02	*0.156E-02	-0.111E-02	*0.143E-02	-0.905E-03
	50000.	0.568E-02	-0.226E-02	0.172E-02	-0.123E-02	*0.145E-02	-0.996E-03
	100000.	0.531E-02	-0.173E-02	0.192E-02	-0.140E-02	*0.159E-02	-0.112E-02
In II 6S-6P	5000.	0.849E-01	0.133E-01	0.419E-02	0.187E-02	0.519E-02	0.171E-02
7843.1 Å	10000.	0.678E-01	0.969E-02	0.610E-02	0.280E-02	0.682E-02	0.244E-02
C=0.25E+19	20000.	0.572E-01	0.607E-02	0.748E-02	0.378E-02	0.783E-02	0.307E-02
	30000.	0.530E-01	0.617E-02	0.818E-02	0.421E-02	0.841E-02	0.343E-02
	50000.	0.498E-01	0.484E-02	0.902E-02	0.479E-02	0.906E-02	0.391E-02
	100000.	0.456E-01	0.358E-02	0.998E-02	0.563E-02	0.958E-02	0.454E-02
In II 6S-7P	5000.	0.450E-01	-0.197E-01	0.403E-02	-0.300E-02	0.409E-02	-0.247E-02
3274.1 Å	10000.	0.376E-01	-0.165E-01	0.506E-02	-0.380E-02	0.487E-02	-0.309E-02
C=0.97E+17	20000.	0.329E-01	-0.135E-01	0.609E-02	-0.462E-02	0.567E-02	-0.374E-02
	30000.	0.311E-01	-0.121E-01	0.678E-02	-0.508E-02	0.607E-02	-0.405E-02
	50000.	0.293E-01	-0.106E-01	0.739E-02	-0.562E-02	0.647E-02	-0.447E-02
	100000.	0.266E-01	-0.843E-02	0.871E-02	-0.642E-02	0.710E-02	-0.509E-02
In II 6S-8P	5000.	0.512E-01	-0.269E-01	0.630E-02	-0.390E-02	*0.628E-02	-0.316E-02
2559.7 Å	10000.	0.436E-01	-0.224E-01	0.753E-02	-0.498E-02	*0.733E-02	-0.404E-02
C=0.46E+17	20000.	0.390E-01	-0.183E-01	0.861E-02	-0.599E-02	*0.794E-02	-0.478E-02
	30000.	0.375E-01	-0.163E-01	0.923E-02	-0.648E-02	0.859E-02	-0.529E-02
	50000.	0.362E-01	-0.142E-01	0.991E-02	-0.722E-02	0.896E-02	-0.565E-02
	100000.	0.336E-01	-0.111E-01	0.112E-01	-0.801E-02	0.949E-02	-0.627E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 6S-9P	5000.	0.784E-01	-0.425E-01	*0.114E-01	-0.697E-02		
2282.3 Å	10000.	0.679E-01	-0.359E-01	*0.135E-01	-0.901E-02	*0.126E-01	-0.720E-02
C=0.23E+17	20000.	0.623E-01	-0.313E-01	*0.151E-01	-0.107E-01	*0.136E-01	-0.847E-02
	30000.	0.612E-01	-0.280E-01	*0.161E-01	-0.115E-01	*0.147E-01	-0.935E-02
	50000.	0.594E-01	-0.238E-01	0.177E-01	-0.127E-01	*0.150E-01	-0.103E-01
	100000.	0.555E-01	-0.184E-01	0.198E-01	-0.144E-01	*0.164E-01	-0.115E-01
In II 7S-7P	5000.	3.19	-1.49	0.229	-0.181	0.226	-0.146
23806.7 Å	10000.	2.62	-1.30	0.288	-0.226	0.273	-0.184
C=0.51E+19	20000.	2.23	-1.08	0.350	-0.276	0.322	-0.224
	30000.	2.11	-0.979	0.390	-0.305	0.348	-0.246
	50000.	1.98	-0.851	0.438	-0.336	0.370	-0.268
	100000.	1.78	-0.675	0.487	-0.377	0.410	-0.303
In II 7S-8P	5000.	0.549	-0.292	0.602E-01	-0.384E-01	*0.598E-01	-0.310E-01
7859.1 Å	10000.	0.468	-0.258	0.728E-01	-0.489E-01	*0.697E-01	-0.392E-01
C=0.43E+18	20000.	0.418	-0.212	0.848E-01	-0.595E-01	*0.776E-01	-0.475E-01
	30000.	0.401	-0.190	0.904E-01	-0.644E-01	0.825E-01	-0.511E-01
	50000.	0.386	-0.165	0.100	-0.721E-01	0.859E-01	-0.559E-01
	100000.	0.358	-0.129	0.103	-0.774E-01	0.919E-01	-0.624E-01
In II 7S-9P	5000.	0.516	-0.283	*0.723E-01	-0.445E-01		
5723.4 Å	10000.	0.448	-0.244	*0.852E-01	-0.573E-01	*0.791E-01	-0.454E-01
C=0.14E+18	20000.	0.414	-0.215	*0.960E-01	-0.681E-01	*0.867E-01	-0.541E-01
	30000.	0.407	-0.194	*0.102	-0.734E-01	*0.931E-01	-0.592E-01
	50000.	0.396	-0.166	0.111	-0.802E-01	*0.949E-01	-0.654E-01
	100000.	0.370	-0.128	0.126	-0.924E-01	*0.104	-0.736E-01
In II 8S-8P	5000.	15.9	-7.49	1.58	-1.06	*1.55	-0.850
39323.9 Å	10000.	13.7	-7.14	1.89	-1.34	*1.79	-1.08
C=0.11E+20	20000.	12.2	-6.16	2.21	-1.60	*2.02	-1.29
	30000.	11.7	-5.56	2.36	-1.74	2.10	-1.39
	50000.	11.2	-4.93	2.63	-1.91	2.21	-1.52
	100000.	10.3	-3.99	2.83	-2.22	2.31	-1.71
In II 8S-9P	5000.	3.17	-1.65	*0.427	-0.264		
13715.5 Å	10000.	2.79	-1.53	*0.503	-0.341	*0.462	-0.267
C=0.82E+18	20000.	2.58	-1.33	*0.563	-0.405	*0.503	-0.320
	30000.	2.53	-1.21	*0.588	-0.434	*0.541	-0.346
	50000.	2.46	-1.06	0.643	-0.473	*0.559	-0.390
	100000.	2.29	-0.828	0.738	-0.543	*0.612	-0.435
In II 5P-6S	5000.	0.561E-02	0.250E-02	0.553E-04	0.763E-04	0.851E-04	0.728E-04
2941.9 Å	10000.	0.405E-02	0.185E-02	0.124E-03	0.132E-03	0.152E-03	0.118E-03
C=0.11E+19	20000.	0.286E-02	0.143E-02	0.206E-03	0.190E-03	0.226E-03	0.163E-03
	30000.	0.236E-02	0.120E-02	0.262E-03	0.225E-03	0.255E-03	0.183E-03
	50000.	0.201E-02	0.103E-02	0.313E-03	0.259E-03	0.294E-03	0.211E-03
	100000.	0.168E-02	0.833E-03	0.379E-03	0.307E-03	0.347E-03	0.251E-03
In II 5P-7S	5000.	0.619E-02	0.293E-02	0.140E-03	0.226E-03	0.133E-03	0.194E-03
1657.4 Å	10000.	0.428E-02	0.255E-02	0.250E-03	0.320E-03	0.239E-03	0.262E-03
C=0.12E+18	20000.	0.328E-02	0.207E-02	0.371E-03	0.389E-03	0.318E-03	0.319E-03
	30000.	0.290E-02	0.198E-02	0.432E-03	0.435E-03	0.362E-03	0.352E-03
	50000.	0.262E-02	0.169E-02	0.509E-03	0.489E-03	0.424E-03	0.400E-03
	100000.	0.229E-02	0.135E-02	0.630E-03	0.571E-03	0.506E-03	0.456E-03
In II 5P-8S	5000.	0.751E-02	0.369E-02	0.289E-03	0.403E-03	0.283E-03	0.342E-03
1418.1 Å	10000.	0.539E-02	0.355E-02	0.477E-03	0.524E-03	0.413E-03	0.428E-03
C=0.51E+17	20000.	0.448E-02	0.298E-02	0.627E-03	0.638E-03	0.522E-03	0.520E-03
	30000.	0.418E-02	0.270E-02	0.715E-03	0.708E-03	0.614E-03	0.567E-03
	50000.	0.371E-02	0.246E-02	0.833E-03	0.794E-03	0.689E-03	0.625E-03
	100000.	0.338E-02	0.197E-02	0.101E-02	0.886E-03	0.782E-03	0.713E-03
In II 5P-9S	5000.	0.122E-01	0.638E-02	0.815E-03	0.868E-03	0.698E-03	0.698E-03
1309.8 Å	10000.	0.938E-02	0.634E-02	0.109E-02	0.109E-02	0.901E-03	0.888E-03
C=0.25E+17	20000.	0.800E-02	0.550E-02	0.138E-02	0.133E-02	0.114E-02	0.107E-02
	30000.	0.753E-02	0.500E-02	0.153E-02	0.145E-02	0.126E-02	0.114E-02
	50000.	0.703E-02	0.452E-02	0.177E-02	0.160E-02	0.136E-02	0.128E-02
	100000.	0.657E-02	0.368E-02	0.205E-02	0.180E-02	0.166E-02	0.147E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 6P-7S	5000.	0.113	0.469E-01	0.408E-02	0.305E-02	0.487E-02	0.262E-02
7356.9 Å	10000.	0.898E-01	0.368E-01	0.616E-02	0.436E-02	0.649E-02	0.370E-02
C=0.22E+19	20000.	0.788E-01	0.288E-01	0.779E-02	0.549E-02	0.764E-02	0.450E-02
	30000.	0.768E-01	0.257E-01	0.861E-02	0.609E-02	0.836E-02	0.500E-02
	50000.	0.748E-01	0.219E-01	0.968E-02	0.693E-02	0.914E-02	0.563E-02
	100000.	0.712E-01	0.175E-01	0.112E-01	0.805E-02	0.981E-02	0.640E-02
In II 6P-8S	5000.	0.641E-01	0.324E-01	0.270E-02	0.322E-02	0.280E-02	0.274E-02
4206.3 Å	10000.	0.486E-01	0.276E-01	0.420E-02	0.420E-02	0.380E-02	0.344E-02
C=0.45E+18	20000.	0.439E-01	0.225E-01	0.547E-02	0.515E-02	0.472E-02	0.417E-02
	30000.	0.413E-01	0.207E-01	0.614E-02	0.569E-02	0.526E-02	0.463E-02
	50000.	0.393E-01	0.179E-01	0.719E-02	0.628E-02	0.598E-02	0.513E-02
	100000.	0.376E-01	0.144E-01	0.854E-02	0.733E-02	0.682E-02	0.577E-02
In II 6P-9S	5000.	0.825E-01	0.410E-01	0.538E-02	0.564E-02	0.468E-02	0.455E-02
3377.6 Å	10000.	0.636E-01	0.399E-01	0.718E-02	0.712E-02	0.602E-02	0.574E-02
C=0.17E+18	20000.	0.560E-01	0.343E-01	0.900E-02	0.867E-02	0.752E-02	0.695E-02
	30000.	0.538E-01	0.310E-01	0.991E-02	0.937E-02	0.846E-02	0.742E-02
	50000.	0.509E-01	0.278E-01	0.114E-01	0.104E-01	0.901E-02	0.823E-02
	100000.	0.486E-01	0.226E-01	0.135E-01	0.119E-01	0.110E-01	0.952E-02
In II 7P-8S	5000.	2.01	0.861	0.131	0.112	0.124	0.891E-01
16720.8 Å	10000.	1.65	0.792	0.166	0.140	0.153	0.114
C=0.25E+19	20000.	1.41	0.706	0.203	0.170	0.182	0.138
	30000.	1.32	0.643	0.224	0.185	0.196	0.150
	50000.	1.24	0.569	0.255	0.208	0.218	0.166
	100000.	1.12	0.468	0.283	0.231	0.222	0.181
In II 7P-9S	5000.	0.756	0.307	0.497E-01	0.458E-01	*0.446E-01	*0.368E-01
8464.5 Å	10000.	0.624	0.303	0.642E-01	0.582E-01	0.556E-01	0.473E-01
C=0.65E+18	20000.	0.538	0.297	0.800E-01	0.710E-01	0.676E-01	0.573E-01
	30000.	0.506	0.273	0.889E-01	0.769E-01	0.748E-01	0.605E-01
	50000.	0.480	0.237	0.101	0.850E-01	0.808E-01	0.667E-01
	100000.	0.443	0.203	0.105	0.957E-01	0.890E-01	0.734E-01
In II 8P-9S	5000.	12.4	5.16	*1.10	*0.819	*1.04	*0.655
30391.2 Å	10000.	10.7	5.16	1.33	1.04	*1.24	*0.847
C=0.64E+19	20000.	9.70	5.06	1.61	1.25	*1.39	*1.00
	30000.	9.20	4.64	1.65	1.35	*1.45	*1.08
	50000.	8.81	4.04	1.95	1.53	1.58	1.17
	100000.	8.24	3.43	2.16	1.65	1.80	1.35
In II 5P-5D	5000.	0.476E-02	-0.251E-04	0.253E-03	-0.628E-04	0.319E-03	-0.579E-04
1966.7 Å	10000.	0.366E-02	-0.624E-04	0.365E-03	-0.102E-03	0.417E-03	-0.871E-04
C=0.16E+18	20000.	0.295E-02	-0.901E-04	0.441E-03	-0.142E-03	0.473E-03	-0.118E-03
	30000.	0.266E-02	-0.117E-03	0.477E-03	-0.159E-03	0.506E-03	-0.131E-03
	50000.	0.240E-02	-0.765E-04	0.521E-03	-0.183E-03	0.539E-03	-0.149E-03
	100000.	0.212E-02	-0.766E-04	0.566E-03	-0.217E-03	0.564E-03	-0.177E-03
In II 5P-6D	5000.	0.662E-02	0.514E-03	0.570E-03	0.375E-03	0.637E-03	0.321E-03
1571.5 Å	10000.	0.580E-02	0.645E-03	0.742E-03	0.499E-03	0.748E-03	0.410E-03
C=0.22E+17	20000.	0.532E-02	0.552E-03	0.894E-03	0.608E-03	0.868E-03	0.495E-03
	30000.	0.508E-02	0.522E-03	0.977E-03	0.673E-03	0.921E-03	0.545E-03
	50000.	0.480E-02	0.517E-03	0.108E-02	0.757E-03	0.997E-03	0.610E-03
	100000.	0.437E-02	0.407E-03	0.122E-02	0.868E-03	0.110E-02	0.708E-03
In II 5P-7D	5000.	0.925E-02	0.567E-03	0.116E-02	0.519E-03	*0.122E-02	*0.427E-03
1381.9 Å	10000.	0.851E-02	0.753E-03	0.135E-02	0.659E-03	0.139E-02	0.535E-03
C=0.13E+17	20000.	0.839E-02	0.575E-03	0.154E-02	0.797E-03	0.151E-02	0.652E-03
	30000.	0.839E-02	0.545E-03	0.163E-02	0.884E-03	0.155E-02	0.710E-03
	50000.	0.832E-02	0.526E-03	0.173E-02	0.971E-03	0.163E-02	0.775E-03
	100000.	0.794E-02	0.349E-03	0.191E-02	0.112E-02	0.172E-02	0.884E-03
In II 5P-8D	5000.	0.150E-01	0.111E-02	*0.227E-02	*0.932E-03	*0.236E-02	*0.753E-03
1292.5 Å	10000.	0.148E-01	0.707E-03	0.259E-02	0.118E-02	*0.264E-02	*0.954E-03
C=0.73E+16	20000.	0.151E-01	0.718E-03	0.284E-02	0.144E-02	*0.277E-02	*0.114E-02
	30000.	0.154E-01	0.728E-03	0.297E-02	0.154E-02	*0.289E-02	*0.125E-02
	50000.	0.157E-01	0.544E-03	0.311E-02	0.172E-02	0.298E-02	0.140E-02
	100000.	0.151E-01	0.342E-03	0.340E-02	0.193E-02	0.308E-02	0.153E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 5P-9D	5000.	0.247E-01	0.154E-02	*0.418E-02	*0.171E-02		
1243.1 Å	10000.	0.254E-01	0.805E-03	*0.474E-02	*0.219E-02		
C=0.43E+16	20000.	0.269E-01	0.774E-03	*0.507E-02	*0.261E-02	*0.493E-02	*0.211E-02
	30000.	0.278E-01	0.851E-03	*0.529E-02	*0.281E-02	*0.497E-02	*0.223E-02
	50000.	0.284E-01	0.494E-03	0.554E-02	0.312E-02	*0.519E-02	*0.254E-02
	100000.	0.275E-01	0.333E-03	0.567E-02	0.349E-02	*0.531E-02	*0.281E-02
In II 6P-6D	5000.	0.118	-0.271E-02	0.889E-02	0.455E-02	0.100E-01	0.393E-02
5920.4 Å	10000.	0.102	0.244E-03	0.112E-01	0.622E-02	0.116E-01	0.507E-02
C=0.32E+18	20000.	0.939E-01	0.617E-03	0.131E-01	0.756E-02	0.131E-01	0.615E-02
	30000.	0.903E-01	0.401E-03	0.144E-01	0.840E-02	0.138E-01	0.677E-02
	50000.	0.857E-01	0.909E-03	0.154E-01	0.936E-02	0.145E-01	0.754E-02
	100000.	0.785E-01	0.774E-03	0.170E-01	0.107E-01	0.153E-01	0.855E-02
In II 6P-7D	5000.	0.827E-01	-0.470E-03	0.949E-02	0.389E-02	*0.101E-01	*0.322E-02
3903.2 Å	10000.	0.757E-01	0.633E-03	0.110E-01	0.496E-02	0.114E-01	0.402E-02
C=0.11E+18	20000.	0.745E-01	0.451E-03	0.125E-01	0.600E-02	0.124E-01	0.489E-02
	30000.	0.744E-01	0.560E-03	0.131E-01	0.659E-02	0.128E-01	0.536E-02
	50000.	0.736E-01	0.103E-02	0.140E-01	0.739E-02	0.131E-01	0.588E-02
	100000.	0.702E-01	0.325E-03	0.153E-01	0.854E-02	0.137E-01	0.665E-02
In II 6P-8D	5000.	0.100	0.339E-02	*0.146E-01	*0.583E-02	*0.152E-01	*0.473E-02
3265.0 Å	10000.	0.991E-01	0.167E-02	0.167E-01	0.740E-02	*0.170E-01	*0.599E-02
C=0.47E+17	20000.	0.102	0.890E-03	0.184E-01	0.898E-02	*0.178E-01	*0.724E-02
	30000.	0.103	0.154E-02	0.191E-01	0.969E-02	*0.187E-01	*0.773E-02
	50000.	0.105	0.107E-02	0.201E-01	0.108E-01	0.192E-01	0.886E-02
	100000.	0.101	0.282E-03	0.219E-01	0.123E-01	0.198E-01	0.955E-02
In II 6P-9D	5000.	0.144	0.573E-02	*0.239E-01	*0.970E-02		
2967.0 Å	10000.	0.148	0.363E-02	*0.271E-01	*0.124E-01		
C=0.25E+17	20000.	0.157	0.185E-02	*0.289E-01	*0.148E-01	*0.283E-01	*0.119E-01
	30000.	0.162	0.244E-02	*0.302E-01	*0.159E-01	*0.284E-01	*0.126E-01
	50000.	0.166	0.744E-03	0.315E-01	0.176E-01	*0.297E-01	*0.144E-01
	100000.	0.160	0.397E-03	0.321E-01	0.197E-01	*0.307E-01	*0.157E-01
In II 7P-7D	5000.	1.21	0.322	0.131	0.734E-01	*0.134	*0.584E-01
12776.1 Å	10000.	1.12	0.289	0.155	0.918E-01	*0.155	*0.750E-01
C=0.11E+19	20000.	1.08	0.230	0.179	0.112	0.170	0.896E-01
	30000.	1.08	0.204	0.192	0.121	0.178	0.976E-01
	50000.	1.06	0.182	0.203	0.133	0.185	0.106
	100000.	1.00	0.140	0.224	0.151	0.205	0.126
In II 7P-8D	5000.	0.675	0.124	*0.915E-01	*0.420E-01	*0.946E-01	*0.338E-01
7791.2 Å	10000.	0.658	0.103	*0.106	*0.532E-01	*0.105	*0.430E-01
C=0.26E+18	20000.	0.673	0.859E-01	0.115	0.639E-01	*0.111	*0.514E-01
	30000.	0.687	0.822E-01	0.122	0.699E-01	*0.116	*0.551E-01
	50000.	0.692	0.698E-01	0.129	0.759E-01	*0.120	*0.611E-01
	100000.	0.666	0.520E-01	0.141	0.887E-01	*0.120	*0.679E-01
In II 7P-9D	5000.	0.704	0.895E-01	*0.111	*0.479E-01		
6285.1 Å	10000.	0.720	0.681E-01	*0.126	*0.609E-01		
C=0.11E+18	20000.	0.763	0.642E-01	*0.137	*0.730E-01	*0.131	*0.592E-01
	30000.	0.788	0.591E-01	*0.141	*0.791E-01	*0.135	*0.635E-01
	50000.	0.803	0.449E-01	*0.152	*0.880E-01	*0.134	*0.685E-01
	100000.	0.777	0.351E-01	0.168	0.103	*0.142	*0.780E-01
In II 8P-8D	5000.	7.39	2.45	*1.01	*0.498		
23193.8 Å	10000.	7.10	2.01	*1.17	*0.637	*1.12	*0.510
C=0.23E+19	20000.	7.21	1.63	1.27	0.752	*1.22	*0.616
	30000.	7.37	1.48	1.37	0.837	*1.28	*0.675
	50000.	7.43	1.27	1.47	0.911	*1.30	*0.722
	100000.	7.15	0.959	1.57	0.995	1.41	0.822
In II 8P-9D	5000.	3.56	0.822	*0.567	*0.256		
13537.3 Å	10000.	3.65	0.657	*0.648	*0.330		
C=0.51E+18	20000.	3.91	0.568	*0.696	*0.392		
	30000.	4.05	0.523	*0.721	*0.421	*0.680	*0.336
	50000.	4.13	0.424	*0.763	*0.459	*0.714	*0.377
	100000.	4.01	0.327	0.848	0.526	*0.752	*0.421

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 5D-6P	5000.	1.14	0.327	0.682E-01	0.294E-01	0.841E-01	0.255E-01
24362.4 Å	10000.	0.911	0.231	0.953E-01	0.423E-01	0.101	0.362E-01
C=0.24E+20	20000.	0.775	0.158	0.111	0.536E-01	0.116	0.440E-01
	30000.	0.727	0.147	0.121	0.599E-01	0.123	0.488E-01
	50000.	0.679	0.124	0.132	0.685E-01	0.130	0.554E-01
	100000.	0.618	0.940E-01	0.144	0.790E-01	0.137	0.634E-01
In II 5D-7P	5000.	0.236	-0.813E-01	0.211E-01	-0.144E-01	0.216E-01	-0.119E-01
7305.4 Å	10000.	0.199	-0.690E-01	0.261E-01	-0.183E-01	0.256E-01	-0.149E-01
C=0.48E+18	20000.	0.177	-0.566E-01	0.310E-01	-0.222E-01	0.296E-01	-0.182E-01
	30000.	0.169	-0.506E-01	0.343E-01	-0.246E-01	0.315E-01	-0.198E-01
	50000.	0.160	-0.443E-01	0.373E-01	-0.270E-01	0.331E-01	-0.215E-01
	100000.	0.146	-0.355E-01	0.433E-01	-0.313E-01	0.359E-01	-0.244E-01
In II 5D-8P	5000.	0.162	-0.791E-01	0.197E-01	-0.119E-01	*0.198E-01	-0.967E-02
4502.1 Å	10000.	0.139	-0.656E-01	0.235E-01	-0.152E-01	*0.231E-01	-0.124E-01
C=0.14E+18	20000.	0.125	-0.533E-01	0.270E-01	-0.183E-01	*0.250E-01	-0.146E-01
	30000.	0.121	-0.473E-01	0.290E-01	-0.199E-01	0.268E-01	-0.163E-01
	50000.	0.117	-0.409E-01	0.306E-01	-0.219E-01	0.282E-01	-0.175E-01
	100000.	0.109	-0.319E-01	0.347E-01	-0.245E-01	0.300E-01	-0.193E-01
In II 5D-9P	5000.	0.210	-0.111	*0.303E-01	-0.183E-01		
3709.2 Å	10000.	0.182	-0.931E-01	*0.359E-01	-0.237E-01	*0.334E-01	-0.190E-01
C=0.60E+17	20000.	0.168	-0.808E-01	*0.401E-01	-0.280E-01	*0.361E-01	-0.223E-01
	30000.	0.165	-0.720E-01	*0.428E-01	-0.304E-01	*0.391E-01	-0.247E-01
	50000.	0.160	-0.610E-01	0.470E-01	-0.335E-01	*0.397E-01	-0.270E-01
	100000.	0.150	-0.469E-01	0.526E-01	-0.380E-01	*0.436E-01	-0.305E-01
In II 6D-8P	5000.	1.07	-0.504	0.120	-0.734E-01	*0.120	-0.592E-01
10609.0 Å	10000.	0.930	-0.419	0.142	-0.934E-01	*0.137	-0.761E-01
C=0.78E+18	20000.	0.843	-0.342	0.167	-0.114	*0.152	-0.910E-01
	30000.	0.813	-0.300	0.175	-0.122	0.157	-0.967E-01
	50000.	0.786	-0.258	0.194	-0.135	0.167	-0.107
	100000.	0.728	-0.201	0.204	-0.154	0.171	-0.118
In II 6D-9P	5000.	0.832	-0.423	*0.114	-0.689E-01		
7055.2 Å	10000.	0.727	-0.356	*0.134	-0.888E-01		
C=0.22E+18	20000.	0.674	-0.311	*0.150	-0.106	*0.134	-0.833E-01
	30000.	0.661	-0.277	*0.157	-0.113	*0.146	-0.912E-01
	50000.	0.641	-0.234	0.172	-0.124	*0.149	-0.101
	100000.	0.597	-0.180	0.196	-0.142	*0.164	-0.114
In II 7D-9P	5000.	6.06	-2.88	*0.823	-0.484		
18367.2 Å	10000.	5.44	-2.43	*0.965	-0.618		
C=0.15E+19	20000.	5.15	-2.12	*1.07	-0.739	*0.976	-0.591
	30000.	5.12	-1.88	*1.13	-0.804	*1.01	-0.624
	50000.	5.03	-1.60	1.22	-0.879	*1.08	-0.716
	100000.	4.74	-1.22	1.37	-0.993	*1.17	-0.803
In II 5D-4F	5000.	0.226	0.317E-01	0.162E-01	0.472E-02	0.198E-01	0.414E-02
10189.5 Å	10000.	0.178	0.227E-01	0.214E-01	0.686E-02	0.230E-01	0.586E-02
C=0.31E+19	20000.	0.148	0.165E-01	0.245E-01	0.872E-02	0.259E-01	0.718E-02
	30000.	0.135	0.150E-01	0.263E-01	0.979E-02	0.273E-01	0.799E-02
	50000.	0.123	0.122E-01	0.283E-01	0.111E-01	0.284E-01	0.905E-02
	100000.	0.110	0.952E-02	0.298E-01	0.129E-01	0.293E-01	0.105E-01
In II 5D-5F	5000.	0.172	0.927E-01	0.180E-01	0.150E-01	*0.171E-01	*0.122E-01
4975.2 Å	10000.	0.149	0.753E-01	0.227E-01	0.191E-01	0.206E-01	0.155E-01
C=0.13E+18	20000.	0.136	0.606E-01	0.273E-01	0.231E-01	0.236E-01	0.184E-01
	30000.	0.132	0.533E-01	0.300E-01	0.250E-01	0.265E-01	0.203E-01
	50000.	0.127	0.453E-01	0.333E-01	0.281E-01	0.282E-01	0.216E-01
	100000.	0.117	0.348E-01	0.385E-01	0.305E-01	0.312E-01	0.243E-01
In II 5D-6F	5000.	0.216	0.124	*0.283E-01	*0.218E-01	*0.253E-01	*0.173E-01
3890.9 Å	10000.	0.188	0.108	*0.345E-01	*0.279E-01	*0.299E-01	*0.223E-01
C=0.51E+17	20000.	0.174	0.879E-01	*0.404E-01	*0.337E-01	*0.343E-01	*0.268E-01
	30000.	0.171	0.781E-01	0.436E-01	0.368E-01	*0.369E-01	*0.283E-01
	50000.	0.167	0.658E-01	0.483E-01	0.396E-01	*0.399E-01	*0.328E-01
	100000.	0.155	0.500E-01	0.565E-01	0.453E-01	*0.450E-01	*0.366E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 5D-7F	5000.	0.310	0.187				
3439.4 Å	10000.	0.277	0.161	*0.565E-01	*0.444E-01		
C=0.27E+17	20000.	0.265	0.139	*0.673E-01	*0.545E-01		
	30000.	0.261	0.123	*0.730E-01	*0.581E-01		
	50000.	0.255	0.103	*0.791E-01	*0.620E-01	*0.648E-01	*0.512E-01
	100000.	0.237	0.783E-01	*0.810E-01	*0.715E-01	*0.757E-01	*0.561E-01
In II 5D-8F	5000.	0.466	0.283				
3199.0 Å	10000.	0.418	0.248				
C=0.16E+17	20000.	0.411	0.208				
	30000.	0.407	0.193				
	50000.	0.394	0.159				
	100000.	0.368	0.122	*0.138	*0.110		
In II 5D-9F	5000.	*0.692	*0.422				
3053.1 Å	10000.	0.628	0.368				
C=0.11E+17	20000.	0.624	0.313				
	30000.	0.621	0.285				
	50000.	0.601	0.239				
	100000.	0.561	0.184				
In II 6D-6F	5000.	0.878	0.482	*0.110	*0.842E-01	*0.100	*0.664E-01
7742.9 Å	10000.	0.782	0.397	*0.136	*0.109	*0.119	*0.853E-01
C=0.20E+18	20000.	0.747	0.324	*0.158	*0.129	*0.133	*0.102
	30000.	0.741	0.289	0.168	0.138	*0.149	*0.110
	50000.	0.726	0.244	0.187	0.151	*0.153	*0.124
	100000.	0.678	0.186	0.220	0.173	*0.173	*0.139
In II 6D-7F	5000.	1.00	0.579				
6139.2 Å	10000.	0.909	0.499	*0.180	*0.140		
C=0.86E+17	20000.	0.877	0.428	*0.214	*0.173		
	30000.	0.870	0.379	*0.231	*0.185		
	50000.	0.850	0.317	*0.255	*0.197	*0.208	*0.162
	100000.	0.795	0.242	*0.256	*0.222	*0.241	*0.176
In II 6D-8F	5000.	1.34	0.801				
5413.2 Å	10000.	1.22	0.699				
C=0.47E+17	20000.	1.20	0.587				
	30000.	1.19	0.542				
	50000.	1.16	0.447				
	100000.	1.08	0.343	*0.394	*0.312		
In II 6D-9F	5000.	*1.87	*1.13				
5008.2 Å	10000.	1.71	0.980				
C=0.29E+17	20000.	1.70	0.833				
	30000.	1.70	0.773				
	50000.	1.64	0.636				
	100000.	1.53	0.490				
In II 7D-7F	5000.	4.85	2.69				
13228.8 Å	10000.	4.48	2.31	*0.838	*0.641		
C=0.40E+18	20000.	4.39	1.98	*0.983	*0.796		
	30000.	4.38	1.76	*1.07	*0.849		
	50000.	4.31	1.47	*1.18	*0.915	*0.960	*0.744
	100000.	4.06	1.12	*1.19	*1.01	*1.14	*0.818
In II 7D-8F	5000.	4.92	2.86				
10262.7 Å	10000.	4.52	2.51				
C=0.17E+18	20000.	4.51	2.11				
	30000.	4.48	1.94				
	50000.	4.38	1.60				
	100000.	4.11	1.23	*1.43	*1.11		
In II 7D-9F	5000.	*5.98	*3.55				
8898.5 Å	10000.	5.49	3.09				
C=0.91E+17	20000.	5.51	2.62				
	30000.	5.49	2.44				
	50000.	5.34	2.00				
	100000.	5.00	1.55				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 8D-8F	5000.	22.1	12.0				
21114.8 Å	10000.	20.7	10.6				
C=0.71E+18	20000.	20.8	8.92				
	30000.	20.9	8.18				
	50000.	20.5	6.77				
	100000.	19.4	5.22	*6.22	*4.74		
In II 8D-9F	5000.	*20.1	*11.5				
16051.6 Å	10000.	*18.7	*10.0				
C=0.30E+18	20000.	18.9	8.54				
	30000.	18.9	7.78				
	50000.	18.5	6.51				
	100000.	17.4	5.03				
In II 4F-6D	5000.	3.95	0.148	0.323	0.150	0.359	0.130
33646.4 Å	10000.	3.39	0.220	0.398	0.205	0.414	0.167
C=0.10E+20	20000.	3.09	0.157	0.463	0.250	0.468	0.203
	30000.	2.94	0.142	0.502	0.277	0.489	0.224
	50000.	2.77	0.152	0.533	0.307	0.511	0.247
	100000.	2.52	0.106	0.587	0.356	0.532	0.280
In II 4F-7D	5000.	0.410	0.161E-01	0.469E-01	0.188E-01	*0.499E-01	*0.156E-01
8545.9 Å	10000.	0.370	0.232E-01	0.544E-01	0.240E-01	0.564E-01	0.194E-01
C=0.51E+18	20000.	0.361	0.156E-01	0.615E-01	0.290E-01	0.610E-01	0.236E-01
	30000.	0.358	0.141E-01	0.647E-01	0.319E-01	0.632E-01	0.259E-01
	50000.	0.352	0.144E-01	0.685E-01	0.357E-01	0.643E-01	0.285E-01
	100000.	0.334	0.810E-02	0.751E-01	0.415E-01	0.679E-01	0.319E-01
In II 4F-8D	5000.	0.346	0.173E-01	*0.496E-01	*0.197E-01	*0.517E-01	*0.159E-01
5984.6 Å	10000.	0.338	0.922E-02	0.567E-01	0.249E-01	*0.577E-01	*0.202E-01
C=0.16E+18	20000.	0.343	0.806E-02	0.622E-01	0.303E-01	*0.604E-01	*0.244E-01
	30000.	0.348	0.100E-01	0.646E-01	0.326E-01	*0.634E-01	*0.261E-01
	50000.	0.352	0.814E-02	0.677E-01	0.364E-01	0.648E-01	0.298E-01
	100000.	0.339	0.413E-02	0.738E-01	0.413E-01	0.668E-01	0.321E-01
In II 4F-9D	5000.	0.425	0.200E-01	*0.697E-01	*0.282E-01		
5054.3 Å	10000.	0.433	0.136E-01	*0.789E-01	*0.360E-01		
C=0.71E+17	20000.	0.457	0.868E-02	*0.841E-01	*0.431E-01	*0.823E-01	*0.346E-01
	30000.	0.471	0.103E-01	*0.879E-01	*0.461E-01	*0.829E-01	*0.367E-01
	50000.	0.480	0.503E-02	0.918E-01	0.511E-01	*0.865E-01	*0.419E-01
	100000.	0.465	0.346E-02	0.937E-01	0.572E-01	*0.893E-01	*0.457E-01
In II 5F-6D	5000.	1.41	-0.588	0.134	-0.101	*0.130	-0.820E-01
13673.0 Å	10000.	1.28	-0.472	0.166	-0.128	0.155	-0.104
C=0.99E+18	20000.	1.23	-0.382	0.199	-0.155	0.179	-0.125
	30000.	1.21	-0.342	0.219	-0.168	0.184	-0.133
	50000.	1.17	-0.291	0.238	-0.187	0.208	-0.153
	100000.	1.09	-0.224	0.278	-0.214	0.234	-0.165
In II 5F-8D	5000.	3.33	-0.624	*0.347	-0.279E-01	*0.371	-0.242E-01
15567.2 Å	10000.	3.23	-0.518	0.389	-0.388E-01	*0.407	-0.314E-01
C=0.11E+19	20000.	3.25	-0.461	0.415	-0.470E-01	*0.424	-0.383E-01
	30000.	3.28	-0.415	0.426	-0.520E-01	*0.429	-0.424E-01
	50000.	3.29	-0.358	0.437	-0.593E-01	0.437	-0.474E-01
	100000.	3.14	-0.288	0.450	-0.668E-01	0.442	-0.533E-01
In II 5F-9D	5000.	2.29	-0.153	*0.300	*0.868E-01		
10527.1 Å	10000.	2.32	-0.198	*0.334	*0.110		
C=0.31E+18	20000.	2.41	-0.186	*0.357	*0.132	*0.353	*0.107
	30000.	2.46	-0.173	*0.359	*0.142	*0.358	*0.114
	50000.	2.50	-0.165	0.380	0.157	*0.366	*0.127
	100000.	2.40	-0.131	0.405	0.182	*0.369	*0.149
In II 6F-7D	5000.	9.14	-4.61	*1.08	-0.771		
23891.4 Å	10000.	8.40	-3.76	*1.31	-0.995	*1.19	-0.791
C=0.19E+19	20000.	8.23	-3.08	*1.51	-1.18	*1.31	-0.939
	30000.	8.25	-2.75	1.64	-1.28	*1.46	-1.03
	50000.	8.15	-2.30	1.81	-1.39	*1.47	-1.14
	100000.	7.69	-1.77	2.08	-1.60	*1.65	-1.27

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 6F-9D	5000.	17.2	-3.83	*1.94	-0.438		
25655.0 Å	10000.	17.4	-3.65	*2.13	-0.557		
C=0.18E+19	20000.	17.9	-3.20	*2.25	-0.670	*2.25	-0.541
	30000.	18.3	-2.98	*2.31	-0.724	*2.27	-0.580
	50000.	18.5	-2.60	2.32	-0.797	*2.30	-0.635
	100000.	17.6	-2.03	2.54	-0.917	*2.44	-0.705
TRIPLETS							
In II 6S-6P	5000.	0.735E-01	-0.258E-01	0.295E-02	-0.105E-02	0.372E-02	-0.962E-03
7029.8 Å	10000.	0.543E-01	-0.200E-01	0.433E-02	-0.163E-02	0.496E-02	-0.142E-02
C=0.29E+19	20000.	0.410E-01	-0.155E-01	0.532E-02	-0.226E-02	0.565E-02	-0.184E-02
	30000.	0.354E-01	-0.136E-01	0.579E-02	-0.251E-02	0.607E-02	-0.206E-02
	50000.	0.306E-01	-0.116E-01	0.638E-02	-0.288E-02	0.651E-02	-0.235E-02
	100000.	0.258E-01	-0.931E-02	0.700E-02	-0.343E-02	0.693E-02	-0.275E-02
In II 6S-7P	5000.	0.284E-01	-0.118E-01	0.259E-02	-0.968E-03	0.290E-02	-0.842E-03
3011.3 Å	10000.	0.216E-01	-0.920E-02	0.314E-02	-0.136E-02	0.332E-02	-0.110E-02
C=0.21E+18	20000.	0.181E-01	-0.761E-02	0.360E-02	-0.165E-02	0.370E-02	-0.134E-02
	30000.	0.167E-01	-0.675E-02	0.388E-02	-0.182E-02	0.386E-02	-0.149E-02
	50000.	0.153E-01	-0.578E-02	0.409E-02	-0.205E-02	0.401E-02	-0.164E-02
	100000.	0.138E-01	-0.472E-02	0.449E-02	-0.239E-02	0.420E-02	-0.191E-02
In II 6S-8P	5000.	0.361E-01	-0.167E-01	0.464E-02	-0.209E-02	*0.487E-02	-0.167E-02
2380.1 Å	10000.	0.293E-01	-0.139E-01	0.540E-02	-0.262E-02	*0.555E-02	-0.212E-02
C=0.67E+17	20000.	0.257E-01	-0.121E-01	0.608E-02	-0.316E-02	0.598E-02	-0.256E-02
	30000.	0.243E-01	-0.108E-01	0.643E-02	-0.350E-02	0.615E-02	-0.279E-02
	50000.	0.232E-01	-0.922E-02	0.675E-02	-0.383E-02	0.648E-02	-0.306E-02
	100000.	0.217E-01	-0.744E-02	0.744E-02	-0.445E-02	0.652E-02	-0.344E-02
In II 6S-9P	5000.	0.585E-01	-0.305E-01	*0.896E-02	-0.465E-02		
2134.0 Å	10000.	0.502E-01	-0.262E-01	*0.103E-01	-0.599E-02	*0.101E-01	-0.483E-02
C=0.27E+17	20000.	0.458E-01	-0.231E-01	*0.116E-01	-0.723E-02	*0.106E-01	-0.571E-02
	30000.	0.447E-01	-0.204E-01	0.120E-01	-0.761E-02	*0.111E-01	-0.612E-02
	50000.	0.437E-01	-0.177E-01	0.128E-01	-0.848E-02	*0.116E-01	-0.679E-02
	100000.	0.411E-01	-0.137E-01	0.134E-01	-0.934E-02	*0.124E-01	-0.750E-02
In II 7S-7P	5000.	1.18	-0.454	0.900E-01	-0.405E-01	0.100E+00	-0.350E-01
17576.0 Å	10000.	0.918	-0.411	0.110	-0.553E-01	0.115	-0.452E-01
C=0.72E+19	20000.	0.767	-0.345	0.128	-0.675E-01	0.130	-0.548E-01
	30000.	0.709	-0.311	0.138	-0.749E-01	0.135	-0.603E-01
	50000.	0.649	-0.277	0.146	-0.831E-01	0.141	-0.672E-01
	100000.	0.583	-0.229	0.160	-0.958E-01	0.146	-0.761E-01
In II 7S-8P	5000.	0.325	-0.157	0.392E-01	-0.183E-01	*0.410E-01	-0.146E-01
6898.6 Å	10000.	0.267	-0.132	0.458E-01	-0.229E-01	*0.467E-01	-0.186E-01
C=0.56E+18	20000.	0.236	-0.117	0.518E-01	-0.277E-01	0.509E-01	-0.225E-01
	30000.	0.224	-0.106	0.543E-01	-0.304E-01	0.525E-01	-0.243E-01
	50000.	0.213	-0.910E-01	0.582E-01	-0.342E-01	0.555E-01	-0.274E-01
	100000.	0.199	-0.732E-01	0.627E-01	-0.384E-01	0.542E-01	-0.297E-01
In II 7S-9P	5000.	0.352	-0.186	*0.529E-01	-0.276E-01		
5170.4 Å	10000.	0.304	-0.161	*0.609E-01	-0.356E-01	*0.589E-01	-0.285E-01
C=0.16E+18	20000.	0.278	-0.143	*0.682E-01	-0.426E-01	*0.622E-01	-0.336E-01
	30000.	0.272	-0.128	0.706E-01	-0.451E-01	*0.653E-01	-0.362E-01
	50000.	0.266	-0.111	0.758E-01	-0.502E-01	*0.684E-01	-0.402E-01
	100000.	0.250	-0.862E-01	0.782E-01	-0.550E-01	*0.728E-01	-0.443E-01
In II 8S-8P	5000.	9.80	-4.18	1.04	-0.542	*1.07	-0.433
34896.3 Å	10000.	8.28	-3.86	1.22	-0.679	*1.23	-0.554
C=0.14E+20	20000.	7.36	-3.58	1.39	-0.824	1.33	-0.659
	30000.	6.98	-3.30	1.49	-0.899	1.39	-0.721
	50000.	6.63	-2.91	1.56	-0.987	1.43	-0.781
	100000.	6.18	-2.43	1.71	-1.12	1.58	-0.918
In II 8S-9P	5000.	2.38	-1.20	*0.335	-0.181		
12968.6 Å	10000.	2.09	-1.13	*0.387	-0.230	*0.374	-0.185
C=0.98E+18	20000.	1.92	-0.980	*0.437	-0.277	*0.398	-0.218
	30000.	1.87	-0.888	0.453	-0.296	*0.412	-0.237
	50000.	1.83	-0.793	0.475	-0.325	*0.443	-0.265
	100000.	1.72	-0.621	0.497	-0.363	*0.464	-0.292

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 5P-6S	5000.	0.219E-02	0.104E-02	0.140E-04	0.286E-04	0.225E-04	0.275E-04
2027.9 Å	10000.	0.156E-02	0.768E-03	0.354E-04	0.503E-04	0.463E-04	0.458E-04
C=0.58E+18	20000.	0.109E-02	0.597E-03	0.658E-04	0.737E-04	0.730E-04	0.640E-04
	30000.	0.893E-03	0.500E-03	0.888E-04	0.889E-04	0.881E-04	0.735E-04
	50000.	0.745E-03	0.425E-03	0.111E-03	0.102E-03	0.104E-03	0.843E-04
	100000.	0.614E-03	0.345E-03	0.141E-03	0.123E-03	0.127E-03	0.101E-03
In II 5P-7S	5000.	0.238E-02	0.133E-02	0.362E-04	0.772E-04	0.428E-04	0.677E-04
1301.5 Å	10000.	0.163E-02	0.107E-02	0.773E-04	0.112E-03	0.760E-04	0.959E-04
C=0.96E+17	20000.	0.120E-02	0.825E-03	0.130E-03	0.143E-03	0.113E-03	0.117E-03
	30000.	0.110E-02	0.745E-03	0.154E-03	0.160E-03	0.131E-03	0.131E-03
	50000.	0.970E-03	0.637E-03	0.183E-03	0.182E-03	0.156E-03	0.148E-03
	100000.	0.830E-03	0.509E-03	0.231E-03	0.210E-03	0.186E-03	0.171E-03
In II 5P-8S	5000.	0.399E-02	0.198E-02	0.133E-03	0.200E-03	0.131E-03	0.171E-03
1130.4 Å	10000.	0.279E-02	0.185E-02	0.238E-03	0.265E-03	0.205E-03	0.217E-03
C=0.37E+17	20000.	0.233E-02	0.152E-02	0.316E-03	0.323E-03	0.264E-03	0.264E-03
	30000.	0.210E-02	0.143E-02	0.358E-03	0.358E-03	0.301E-03	0.290E-03
	50000.	0.189E-02	0.124E-02	0.423E-03	0.400E-03	0.354E-03	0.324E-03
	100000.	0.170E-02	0.985E-03	0.511E-03	0.460E-03	0.417E-03	0.376E-03
In II 5P-9S	5000.	0.656E-02	0.343E-02	0.392E-03	0.449E-03	0.349E-03	0.359E-03
1057.9 Å	10000.	0.487E-02	0.328E-02	0.550E-03	0.562E-03	0.464E-03	0.456E-03
C=0.18E+17	20000.	0.422E-02	0.282E-02	0.695E-03	0.684E-03	0.582E-03	0.555E-03
	30000.	0.398E-02	0.256E-02	0.792E-03	0.743E-03	0.653E-03	0.604E-03
	50000.	0.364E-02	0.229E-02	0.918E-03	0.834E-03	0.748E-03	0.667E-03
	100000.	0.340E-02	0.185E-02	0.104E-02	0.936E-03	0.785E-03	0.733E-03
In II 6P-7S	5000.	0.129	0.469E-01	0.394E-02	0.319E-02	0.466E-02	0.274E-02
7522.4 Å	10000.	0.952E-01	0.421E-01	0.603E-02	0.456E-02	0.637E-02	0.387E-02
C=0.32E+19	20000.	0.723E-01	0.364E-01	0.777E-02	0.575E-02	0.754E-02	0.471E-02
	30000.	0.651E-01	0.315E-01	0.863E-02	0.638E-02	0.829E-02	0.523E-02
	50000.	0.570E-01	0.284E-01	0.974E-02	0.725E-02	0.912E-02	0.589E-02
	100000.	0.484E-01	0.230E-01	0.114E-01	0.842E-02	0.986E-02	0.670E-02
In II 6P-8S	5000.	0.599E-01	0.261E-01	0.216E-02	0.264E-02	0.226E-02	0.225E-02
4012.3 Å	10000.	0.442E-01	0.253E-01	0.347E-02	0.347E-02	0.315E-02	0.285E-02
C=0.46E+18	20000.	0.365E-01	0.211E-01	0.449E-02	0.424E-02	0.388E-02	0.346E-02
	30000.	0.337E-01	0.190E-01	0.514E-02	0.474E-02	0.443E-02	0.382E-02
	50000.	0.301E-01	0.175E-01	0.596E-02	0.529E-02	0.492E-02	0.419E-02
	100000.	0.270E-01	0.141E-01	0.691E-02	0.597E-02	0.589E-02	0.481E-02
In II 6P-9S	5000.	0.665E-01	0.325E-01	0.383E-02	0.423E-02	0.343E-02	0.337E-02
3227.0 Å	10000.	0.501E-01	0.315E-01	0.529E-02	0.528E-02	0.449E-02	0.428E-02
C=0.17E+18	20000.	0.431E-01	0.271E-01	0.669E-02	0.641E-02	0.565E-02	0.523E-02
	30000.	0.407E-01	0.248E-01	0.750E-02	0.699E-02	0.632E-02	0.566E-02
	50000.	0.375E-01	0.225E-01	0.874E-02	0.785E-02	0.724E-02	0.626E-02
	100000.	0.351E-01	0.183E-01	0.101E-01	0.883E-02	0.753E-02	0.704E-02
In II 7P-8S	5000.	1.48	0.571	0.945E-01	0.635E-01	0.988E-01	0.533E-01
16834.0 Å	10000.	1.19	0.525	0.119	0.818E-01	0.117	0.667E-01
C=0.66E+19	20000.	1.01	0.497	0.141	0.993E-01	0.134	0.806E-01
	30000.	0.929	0.454	0.154	0.109	0.143	0.890E-01
	50000.	0.857	0.404	0.170	0.122	0.151	0.980E-01
	100000.	0.780	0.341	0.186	0.138	0.170	0.113
In II 7P-9S	5000.	0.540	0.218	0.349E-01	0.310E-01	0.324E-01	0.247E-01
8329.9 Å	10000.	0.438	0.225	0.445E-01	0.388E-01	0.402E-01	0.317E-01
C=0.11E+19	20000.	0.375	0.211	0.551E-01	0.470E-01	0.471E-01	0.377E-01
	30000.	0.353	0.193	0.618E-01	0.513E-01	0.518E-01	0.413E-01
	50000.	0.333	0.172	0.676E-01	0.564E-01	0.566E-01	0.447E-01
	100000.	0.310	0.144	0.767E-01	0.642E-01	0.628E-01	0.528E-01
In II 8P-9S	5000.	10.2	3.97	0.935	0.598	*0.928	*0.485
31260.1 Å	10000.	8.74	4.02	1.12	0.760	*1.09	*0.614
C=0.12E+20	20000.	7.87	4.04	1.31	0.925	*1.19	*0.734
	30000.	7.48	3.72	1.39	0.999	1.29	0.805
	50000.	7.10	3.24	1.54	1.12	1.33	0.867
	100000.	6.69	2.80	1.65	1.21	1.43	0.967

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 5P-5D	5000.	0.220E-02	0.192E-03	0.841E-04	0.263E-04	0.118E-03	0.251E-04
1735.8 Å	10000.	0.158E-02	0.169E-03	0.135E-03	0.455E-04	0.167E-03	0.406E-04
C=0.18E+18	20000.	0.117E-02	0.142E-03	0.184E-03	0.656E-04	0.198E-03	0.564E-04
	30000.	0.101E-02	0.142E-03	0.200E-03	0.778E-04	0.213E-03	0.633E-04
	50000.	0.853E-03	0.133E-03	0.221E-03	0.894E-04	0.231E-03	0.727E-04
	100000.	0.701E-03	0.119E-03	0.248E-03	0.106E-03	0.247E-03	0.867E-04
In II 5P-6D	5000.	0.408E-02	-0.174E-03	0.273E-03	-0.153E-03	0.322E-03	-0.133E-03
1247.1 Å	10000.	0.341E-02	-0.241E-03	0.365E-03	-0.215E-03	0.379E-03	-0.174E-03
C=0.18E+17	20000.	0.308E-02	-0.180E-03	0.431E-03	-0.261E-03	0.433E-03	-0.213E-03
	30000.	0.295E-02	-0.187E-03	0.474E-03	-0.289E-03	0.461E-03	-0.236E-03
	50000.	0.281E-02	-0.172E-03	0.521E-03	-0.328E-03	0.494E-03	-0.265E-03
	100000.	0.257E-02	-0.135E-03	0.572E-03	-0.376E-03	0.522E-03	-0.300E-03
In II 5P-7D	5000.	0.590E-02	-0.371E-03	0.676E-03	-0.282E-03	0.716E-03	-0.236E-03
1109.4 Å	10000.	0.540E-02	-0.459E-03	0.783E-03	-0.363E-03	0.813E-03	-0.295E-03
C=0.99E+16	20000.	0.531E-02	-0.390E-03	0.894E-03	-0.440E-03	0.886E-03	-0.357E-03
	30000.	0.533E-02	-0.359E-03	0.947E-03	-0.485E-03	0.918E-03	-0.390E-03
	50000.	0.533E-02	-0.354E-03	0.100E-02	-0.534E-03	0.963E-03	-0.440E-03
	100000.	0.510E-02	-0.257E-03	0.106E-02	-0.608E-03	0.994E-03	-0.498E-03
In II 5P-8D	5000.	0.889E-02	-0.266E-03	*0.134E-02	-0.126E-03	*0.144E-02	-0.109E-03
1046.2 Å	10000.	0.887E-02	-0.348E-03	0.151E-02	-0.175E-03	*0.159E-02	-0.142E-03
C=0.64E+16	20000.	0.937E-02	-0.297E-03	0.162E-02	-0.213E-03	*0.166E-02	-0.173E-03
	30000.	0.970E-02	-0.284E-03	0.166E-02	-0.235E-03	*0.169E-02	-0.192E-03
	50000.	0.994E-02	-0.272E-03	0.170E-02	-0.268E-03	0.171E-02	-0.215E-03
	100000.	0.972E-02	-0.232E-03	0.174E-02	-0.302E-03	0.173E-02	-0.242E-03
In II 5P-9D	5000.	0.614E-02	-0.195E-02	*0.255E-02	-0.812E-03		
1013.2 Å	10000.	0.464E-02	-0.164E-02	*0.284E-02	-0.103E-02		
C=0.38E+16	20000.	0.379E-02	-0.134E-02	*0.306E-02	-0.124E-02	*0.300E-02	-0.100E-02
	30000.	0.348E-02	-0.126E-02	*0.309E-02	-0.133E-02	*0.305E-02	-0.107E-02
	50000.	0.320E-02	-0.109E-02	0.326E-02	-0.148E-02	*0.314E-02	-0.119E-02
	100000.	0.296E-02	-0.835E-03	0.348E-02	-0.169E-02	*0.319E-02	-0.140E-02
In II 6P-6D	5000.	0.118	0.577E-02	0.742E-02	-0.324E-02	0.867E-02	-0.281E-02
6007.5 Å	10000.	0.971E-01	0.228E-02	0.948E-02	-0.459E-02	0.999E-02	-0.373E-02
C=0.41E+18	20000.	0.859E-01	0.173E-02	0.110E-01	-0.556E-02	0.113E-01	-0.456E-02
	30000.	0.814E-01	0.127E-02	0.120E-01	-0.618E-02	0.120E-01	-0.502E-02
	50000.	0.766E-01	0.758E-03	0.130E-01	-0.705E-02	0.126E-01	-0.564E-02
	100000.	0.696E-01	0.588E-03	0.140E-01	-0.801E-02	0.131E-01	-0.650E-02
In II 6P-7D	5000.	0.750E-01	-0.127E-02	0.804E-02	-0.314E-02	*0.855E-02	-0.264E-02
3758.7 Å	10000.	0.678E-01	-0.257E-02	0.931E-02	-0.405E-02	0.969E-02	-0.330E-02
C=0.11E+18	20000.	0.658E-01	-0.232E-02	0.105E-01	-0.491E-02	0.105E-01	-0.399E-02
	30000.	0.657E-01	-0.214E-02	0.111E-01	-0.540E-02	0.108E-01	-0.441E-02
	50000.	0.651E-01	-0.231E-02	0.117E-01	-0.603E-02	0.114E-01	-0.482E-02
	100000.	0.621E-01	-0.151E-02	0.124E-01	-0.685E-02	0.118E-01	-0.562E-02
In II 6P-8D	5000.	0.833E-01	-0.186E-02	*0.121E-01	-0.104E-02	*0.130E-01	-0.906E-03
3120.2 Å	10000.	0.824E-01	-0.199E-02	0.136E-01	-0.146E-02	*0.143E-01	-0.118E-02
C=0.57E+17	20000.	0.863E-01	-0.167E-02	0.146E-01	-0.177E-02	*0.150E-01	-0.144E-02
	30000.	0.890E-01	-0.156E-02	0.150E-01	-0.197E-02	*0.152E-01	-0.160E-02
	50000.	0.910E-01	-0.147E-02	0.154E-01	-0.221E-02	0.155E-01	-0.176E-02
	100000.	0.887E-01	-0.124E-02	0.157E-01	-0.257E-02	0.155E-01	-0.206E-02
In II 6P-9D	5000.	0.519E-01	-0.161E-01	*0.202E-01	-0.637E-02		
2844.1 Å	10000.	0.394E-01	-0.130E-01	*0.225E-01	-0.804E-02		
C=0.30E+17	20000.	0.323E-01	-0.104E-01	*0.243E-01	-0.974E-02	*0.238E-01	-0.783E-02
	30000.	0.297E-01	-0.959E-02	*0.245E-01	-0.104E-01	*0.242E-01	-0.838E-02
	50000.	0.273E-01	-0.809E-02	0.259E-01	-0.115E-01	*0.249E-01	-0.935E-02
	100000.	0.252E-01	-0.591E-02	0.275E-01	-0.133E-01	*0.252E-01	-0.110E-01
In II 7P-7D	5000.	1.12	0.882E-01	0.115	-0.278E-01	*0.123	-0.238E-01
13120.9 Å	10000.	0.996	0.613E-01	0.131	-0.367E-01	0.139	-0.302E-01
C=0.14E+19	20000.	0.963	0.621E-01	0.145	-0.450E-01	0.148	-0.365E-01
	30000.	0.958	0.550E-01	0.151	-0.502E-01	0.152	-0.405E-01
	50000.	0.946	0.419E-01	0.156	-0.560E-01	0.155	-0.444E-01
	100000.	0.901	0.389E-01	0.167	-0.633E-01	0.157	-0.513E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 7P-8D	5000.	0.547	0.368E-01	*0.778E-01	-0.127E-02	*0.833E-01	-0.117E-02
7653.3 Å	10000.	0.538	0.235E-01	0.872E-01	-0.197E-02	*0.916E-01	-0.172E-02
C=0.34E+18	20000.	0.564	0.202E-01	0.931E-01	-0.273E-02	*0.956E-01	-0.222E-02
	30000.	0.581	0.178E-01	0.952E-01	-0.303E-02	*0.971E-01	-0.248E-02
	50000.	0.594	0.145E-01	0.970E-01	-0.347E-02	0.983E-01	-0.285E-02
	100000.	0.579	0.118E-01	0.101	-0.412E-02	0.989E-01	-0.333E-02
In II 7P-9D	5000.	0.273	-0.575E-01	*0.974E-01	-0.290E-01		
6181.7 Å	10000.	0.213	-0.399E-01	*0.108	-0.366E-01		
C=0.14E+18	20000.	0.180	-0.310E-01	*0.115	-0.440E-01	*0.114	-0.353E-01
	30000.	0.169	-0.290E-01	*0.118	-0.482E-01	*0.116	-0.386E-01
	50000.	0.158	-0.221E-01	0.122	-0.525E-01	*0.118	-0.430E-01
	100000.	0.148	-0.153E-01	0.131	-0.610E-01	*0.123	-0.503E-01
In II 8P-8D	5000.	6.36	1.39	*0.889	*0.169	*0.949	*0.137
23473.1 Å	10000.	6.18	1.11	*0.999	*0.212	*1.04	*0.173
C=0.32E+19	20000.	6.41	0.917	1.06	0.257	*1.07	*0.211
	30000.	6.58	0.815	1.09	0.286	*1.09	*0.227
	50000.	6.71	0.688	1.12	0.316	*1.11	*0.252
	100000.	6.54	0.551	1.17	0.356	1.11	0.288
In II 8P-9D	5000.	1.62	0.222E-01	*0.502	-0.111		
13567.2 Å	10000.	1.35	0.675E-01	*0.557	-0.141		
C=0.69E+18	20000.	1.21	0.763E-01	*0.581	-0.170	*0.587	-0.136
	30000.	1.16	0.731E-01	*0.594	-0.184	*0.593	-0.150
	50000.	1.12	0.760E-01	0.608	-0.207	*0.610	-0.160
	100000.	1.06	0.722E-01	0.639	-0.227	*0.624	-0.178
In II 9P-9D	5000.	21.3	6.95	5.12	*0.749		
39597.7 Å	10000.	18.9	6.03	5.60	*0.945		
C=0.59E+19	20000.	17.8	5.46	5.86	*1.14		
	30000.	17.5	4.76	5.95	*1.23	*5.99	*1.00
	50000.	17.3	4.17	6.09	*1.37	*6.08	*1.09
	100000.	16.5	3.26	6.16	1.56	*6.20	*1.27
In II 5D-6P	5000.	0.435	-0.117	0.224E-01	-0.644E-02	0.281E-01	-0.593E-02
16865.4 Å	10000.	0.322	-0.915E-01	0.319E-01	-0.998E-02	0.355E-01	-0.871E-02
C=0.17E+20	20000.	0.246	-0.694E-01	0.379E-01	-0.138E-01	0.404E-01	-0.112E-01
	30000.	0.217	-0.619E-01	0.410E-01	-0.153E-01	0.431E-01	-0.126E-01
	50000.	0.187	-0.532E-01	0.447E-01	-0.175E-01	0.458E-01	-0.142E-01
	100000.	0.158	-0.424E-01	0.482E-01	-0.207E-01	0.476E-01	-0.167E-01
In II 5D-7P	5000.	0.522E-01	-0.206E-01	0.483E-02	-0.173E-02	0.539E-02	-0.151E-02
4014.0 Å	10000.	0.398E-01	-0.158E-01	0.583E-02	-0.243E-02	0.617E-02	-0.197E-02
C=0.38E+18	20000.	0.331E-01	-0.128E-01	0.667E-02	-0.295E-02	0.689E-02	-0.240E-02
	30000.	0.305E-01	-0.114E-01	0.715E-02	-0.327E-02	0.715E-02	-0.266E-02
	50000.	0.279E-01	-0.971E-02	0.754E-02	-0.368E-02	0.746E-02	-0.293E-02
	100000.	0.251E-01	-0.782E-02	0.822E-02	-0.427E-02	0.773E-02	-0.343E-02
In II 5D-8P	5000.	0.568E-01	-0.261E-01	0.730E-02	-0.325E-02	*0.767E-02	-0.260E-02
2965.7 Å	10000.	0.461E-01	-0.217E-01	0.849E-02	-0.407E-02	*0.874E-02	-0.330E-02
C=0.10E+18	20000.	0.405E-01	-0.186E-01	0.955E-02	-0.492E-02	0.941E-02	-0.398E-02
	30000.	0.382E-01	-0.167E-01	0.101E-01	-0.544E-02	0.969E-02	-0.433E-02
	50000.	0.364E-01	-0.141E-01	0.106E-01	-0.596E-02	0.102E-01	-0.476E-02
	100000.	0.339E-01	-0.113E-01	0.117E-01	-0.691E-02	0.102E-01	-0.535E-02
In II 5D-9P	5000.	0.869E-01	-0.451E-01	*0.133E-01	-0.687E-02		
2593.1 Å	10000.	0.746E-01	-0.387E-01	*0.153E-01	-0.886E-02	*0.149E-01	-0.713E-02
C=0.39E+17	20000.	0.681E-01	-0.342E-01	*0.171E-01	-0.107E-01	*0.157E-01	-0.843E-02
	30000.	0.664E-01	-0.301E-01	0.178E-01	-0.112E-01	*0.165E-01	-0.904E-02
	50000.	0.648E-01	-0.260E-01	0.190E-01	-0.125E-01	*0.172E-01	-0.100E-01
	100000.	0.609E-01	-0.201E-01	0.199E-01	-0.138E-01	*0.184E-01	-0.111E-01
In II 6D-7P	5000.	8.55	-1.60	0.683	-0.183E-01	0.752	-0.173E-01
42784.6 Å	10000.	6.99	-1.27	0.793	-0.314E-01	0.853	-0.276E-01
C=0.21E+20	20000.	6.29	-1.05	0.887	-0.446E-01	0.935	-0.382E-01
	30000.	6.00	-0.939	0.932	-0.525E-01	0.959	-0.425E-01
	50000.	5.68	-0.789	0.964	-0.598E-01	0.980	-0.488E-01
	100000.	5.22	-0.638	1.00	-0.717E-01	1.01	-0.577E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 6D-8P	5000.	0.608	-0.214	0.696E-01	-0.256E-01	*0.742E-01	-0.207E-01
8974.0 Å	10000.	0.514	-0.185	0.800E-01	-0.321E-01	*0.834E-01	-0.261E-01
C=0.92E+18	20000.	0.469	-0.153	0.888E-01	-0.391E-01	0.889E-01	-0.318E-01
	30000.	0.454	-0.136	0.934E-01	-0.432E-01	0.910E-01	-0.349E-01
	50000.	0.438	-0.116	0.967E-01	-0.478E-01	0.934E-01	-0.381E-01
	100000.	0.411	-0.923E-01	0.101	-0.535E-01	0.988E-01	-0.430E-01
In II 6D-9P	5000.	0.543	-0.253	*0.776E-01	-0.390E-01		
6254.5 Å	10000.	0.475	-0.217	*0.898E-01	-0.496E-01	*0.878E-01	-0.404E-01
C=0.23E+18	20000.	0.441	-0.190	*0.100	-0.603E-01	*0.932E-01	-0.474E-01
	30000.	0.434	-0.167	0.106	-0.647E-01	*0.971E-01	-0.513E-01
	50000.	0.426	-0.144	0.111	-0.710E-01	*0.102	-0.578E-01
	100000.	0.402	-0.111	0.117	-0.783E-01	*0.110	-0.642E-01
In II 7D-9P	5000.	4.15	-1.71	*0.571	-0.261		
16584.0 Å	10000.	3.75	-1.46	*0.661	-0.334	*0.645	-0.266
C=0.16E+19	20000.	3.61	-1.27	*0.708	-0.394	*0.681	-0.322
	30000.	3.61	-1.12	0.762	-0.438	*0.712	-0.349
	50000.	3.59	-0.964	0.791	-0.467	*0.729	-0.380
	100000.	3.43	-0.748	0.840	-0.520	*0.777	-0.435
In II 5D-5F	5000.	0.692E-01	0.388E-01	0.756E-02	0.651E-02	*0.703E-02	*0.525E-02
3151.5 Å	10000.	0.607E-01	0.321E-01	0.962E-02	0.829E-02	*0.869E-02	*0.675E-02
C=0.57E+17	20000.	0.559E-01	0.257E-01	0.121E-01	0.101E-01	0.102E-01	0.805E-02
	30000.	0.544E-01	0.224E-01	0.130E-01	0.108E-01	0.109E-01	0.861E-02
	50000.	0.528E-01	0.193E-01	0.149E-01	0.119E-01	0.120E-01	0.948E-02
	100000.	0.489E-01	0.148E-01	0.158E-01	0.137E-01	0.127E-01	0.105E-01
In II 5D-6F	5000.	0.102	0.598E-01	*0.135E-01	*0.104E-01	*0.120E-01	*0.829E-02
2678.2 Å	10000.	0.896E-01	0.506E-01	*0.165E-01	*0.134E-01	*0.143E-01	*0.108E-01
C=0.26E+17	20000.	0.822E-01	0.427E-01	*0.194E-01	*0.162E-01	*0.163E-01	*0.129E-01
	30000.	0.813E-01	0.378E-01	*0.212E-01	*0.177E-01	*0.176E-01	*0.136E-01
	50000.	0.795E-01	0.320E-01	0.229E-01	0.190E-01	*0.195E-01	*0.158E-01
	100000.	0.742E-01	0.243E-01	0.268E-01	0.216E-01	*0.218E-01	*0.177E-01
In II 5D-7F	5000.	0.160	0.989E-01				
2456.1 Å	10000.	0.143	0.852E-01	*0.294E-01	*0.233E-01		
C=0.15E+17	20000.	0.138	0.739E-01	*0.354E-01	*0.284E-01		
	30000.	0.137	0.657E-01	*0.369E-01	*0.306E-01		
	50000.	0.134	0.549E-01	*0.406E-01	*0.323E-01		
	100000.	0.125	0.416E-01	*0.421E-01	*0.381E-01	*0.390E-01	*0.291E-01
In II 5D-8F	5000.	0.102	0.599E-01	*0.135E-01	*0.104E-01	*0.120E-01	*0.830E-02
2678.2 Å	10000.	0.897E-01	0.507E-01	*0.165E-01	*0.134E-01	*0.144E-01	*0.108E-01
C=0.26E+17	20000.	0.822E-01	0.429E-01	*0.194E-01	*0.162E-01	*0.164E-01	*0.129E-01
	30000.	0.813E-01	0.380E-01	*0.212E-01	*0.177E-01	*0.176E-01	*0.136E-01
	50000.	0.796E-01	0.322E-01	0.229E-01	0.190E-01	*0.195E-01	*0.158E-01
	100000.	0.743E-01	0.245E-01	0.268E-01	0.216E-01	*0.218E-01	*0.177E-01
In II 5D-9F	5000.	*0.375	*0.232				
2252.3 Å	10000.	0.336	0.205				
C=0.68E+16	20000.	0.337	0.174				
	30000.	0.338	0.163				
	50000.	0.328	0.134				
	100000.	0.308	0.104				
In II 6D-6F	5000.	0.724	0.395	*0.873E-01	*0.676E-01	*0.801E-01	*0.543E-01
6773.6 Å	10000.	0.640	0.334	*0.107	*0.872E-01	*0.946E-01	*0.704E-01
C=0.17E+18	20000.	0.592	0.284	*0.129	*0.106	*0.108	*0.843E-01
	30000.	0.584	0.252	*0.141	*0.115	*0.115	*0.894E-01
	50000.	0.571	0.213	0.149	0.124	*0.128	*0.102
	100000.	0.533	0.162	0.178	0.143	*0.144	*0.113
In II 6D-7F	5000.	0.856	0.506				
5512.6 Å	10000.	0.765	0.436	*0.148	*0.118		
C=0.76E+17	20000.	0.738	0.379	*0.180	*0.143		
	30000.	0.734	0.337	*0.190	*0.155		
	50000.	0.715	0.282	*0.204	*0.164		
	100000.	0.669	0.214	*0.215	*0.193	*0.196	*0.148

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 6D-8F	5000.	1.14	0.651				
4919.5 Å	10000.	1.02	0.610				
C=0.43E+17	20000.	1.01	0.511				
	30000.	1.01	0.477				
	50000.	0.982	0.395				
	100000.	0.920	0.303	*0.324	*0.261		
In II 6D-9F	5000.	*1.55	*0.965				
4582.3 Å	10000.	1.42	0.854				
C=0.28E+17	20000.	1.42	0.724				
	30000.	1.43	0.676				
	50000.	1.39	0.559				
	100000.	1.30	0.432				
In II 7D-7F	5000.	4.47	2.52				
12222.4 Å	10000.	4.03	2.18				
C=0.37E+18	20000.	3.93	1.90	*0.893	*0.704		
	30000.	3.92	1.68	*0.950	*0.766		
	50000.	3.85	1.41	*1.02	*0.820		
	100000.	3.62	1.07	*1.08	*0.964	*0.991	*0.732
In II 7D-8F	5000.	4.53	2.51				
9644.5 Å	10000.	4.10	2.37				
C=0.17E+18	20000.	4.07	1.98				
	30000.	4.08	1.85				
	50000.	3.98	1.53				
	100000.	3.74	1.18	*1.25	*1.01		
In II 7D-9F	5000.	*5.34	*3.28				
8428.5 Å	10000.	4.94	2.90				
C=0.95E+17	20000.	4.95	2.46				
	30000.	4.98	2.30				
	50000.	4.84	1.90				
	100000.	4.55	1.47				
In II 8D-8F	5000.	20.9	11.1				
20309.5 Å	10000.	19.3	10.5				
C=0.74E+18	20000.	19.5	8.77				
	30000.	19.7	8.20				
	50000.	19.4	6.79				
	100000.	18.3	5.22	*5.58	*4.46		
In II 8D-9F	5000.	*18.7	*11.2				
15577.1 Å	10000.	*17.5	*9.90				
C=0.32E+18	20000.	17.7	8.41				
	30000.	17.9	7.74				
	50000.	17.5	6.50				
	100000.	16.6	5.03				
In II 5D-4F	5000.	0.546E-01	0.424E-02	0.326E-02	0.226E-02	0.385E-02	0.197E-02
4665.5 Å	10000.	0.432E-01	0.464E-02	0.461E-02	0.318E-02	0.468E-02	0.257E-02
C=0.25E+18	20000.	0.357E-01	0.452E-02	0.555E-02	0.386E-02	0.545E-02	0.315E-02
	30000.	0.322E-01	0.428E-02	0.612E-02	0.427E-02	0.586E-02	0.347E-02
	50000.	0.283E-01	0.403E-02	0.689E-02	0.482E-02	0.625E-02	0.385E-02
	100000.	0.240E-01	0.351E-02	0.787E-02	0.563E-02	0.707E-02	0.452E-02
In II 4F-7D	5000.	0.501	-0.649E-01	0.497E-01	-0.238E-01	*0.522E-01	-0.195E-01
9009.2 Å	10000.	0.453	-0.580E-01	0.582E-01	-0.300E-01	0.596E-01	-0.245E-01
C=0.65E+18	20000.	0.435	-0.508E-01	0.669E-01	-0.366E-01	0.654E-01	-0.296E-01
	30000.	0.430	-0.453E-01	0.701E-01	-0.400E-01	0.671E-01	-0.319E-01
	50000.	0.422	-0.426E-01	0.751E-01	-0.446E-01	0.707E-01	-0.355E-01
	100000.	0.397	-0.335E-01	0.821E-01	-0.495E-01	0.743E-01	-0.407E-01
In II 4F-8D	5000.	0.349	-0.373E-01	*0.463E-01	-0.707E-02	*0.496E-01	-0.601E-02
6044.3 Å	10000.	0.341	-0.315E-01	0.520E-01	-0.921E-02	*0.546E-01	-0.753E-02
C=0.21E+18	20000.	0.351	-0.256E-01	0.558E-01	-0.112E-01	*0.571E-01	-0.915E-02
	30000.	0.359	-0.223E-01	0.572E-01	-0.124E-01	*0.579E-01	-0.101E-01
	50000.	0.363	-0.194E-01	0.590E-01	-0.138E-01	0.585E-01	-0.110E-01
	100000.	0.351	-0.161E-01	0.618E-01	-0.156E-01	0.599E-01	-0.125E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 4F-9D	5000.	0.190	-0.698E-01	*0.654E-01	-0.214E-01		
5087.8 Å	10000.	0.147	-0.565E-01	*0.733E-01	-0.272E-01		
C=0.97E+17	20000.	0.122	-0.462E-01	*0.780E-01	-0.328E-01	*0.774E-01	-0.260E-01
	30000.	0.112	-0.418E-01	*0.794E-01	-0.351E-01	*0.787E-01	-0.285E-01
	50000.	0.103	-0.355E-01	0.845E-01	-0.396E-01	*0.795E-01	-0.314E-01
	100000.	0.934E-01	-0.270E-01	0.898E-01	-0.448E-01	*0.817E-01	-0.358E-01
In II 5F-6D	5000.	1.03	-0.509	0.100	-0.830E-01	*0.933E-01	-0.665E-01
10922.3 Å	10000.	0.912	-0.422	0.125	-0.105	*0.112	-0.850E-01
C=0.68E+18	20000.	0.843	-0.338	0.152	-0.126	0.133	-0.102
	30000.	0.821	-0.295	0.166	-0.138	0.139	-0.109
	50000.	0.799	-0.252	0.186	-0.149	0.149	-0.121
	100000.	0.742	-0.194	0.207	-0.176	0.157	-0.135
In II 5F-8D	5000.	3.51	-1.17	*0.387	-0.180	*0.400	-0.144
16005.4 Å	10000.	3.38	-0.975	*0.448	-0.230	*0.445	-0.185
C=0.15E+19	20000.	3.42	-0.787	0.490	-0.273	*0.474	-0.220
	30000.	3.48	-0.687	0.518	-0.299	*0.491	-0.237
	50000.	3.52	-0.589	0.545	-0.324	*0.513	-0.263
	100000.	3.38	-0.456	0.603	-0.380	0.519	-0.295
In II 5F-9D	5000.	1.31	-0.725	*0.313	-0.132		
10685.6 Å	10000.	1.08	-0.594	*0.352	-0.171		
C=0.43E+18	20000.	0.957	-0.480	*0.380	-0.203	*0.372	-0.165
	30000.	0.919	-0.424	*0.399	-0.220	*0.377	-0.174
	50000.	0.880	-0.359	0.427	-0.247	*0.384	-0.193
	100000.	0.818	-0.274	0.452	-0.285	*0.409	-0.216
In II 6F-7D	5000.	7.57	-3.83	*0.882	-0.661		
20813.4 Å	10000.	6.83	-3.25	*1.08	-0.853	*0.958	-0.677
C=0.16E+19	20000.	6.47	-2.78	*1.29	-1.01	*1.08	-0.810
	30000.	6.45	-2.46	*1.40	-1.10	*1.15	-0.867
	50000.	6.38	-2.10	1.49	-1.21	*1.28	-0.984
	100000.	6.00	-1.59	1.74	-1.34	*1.43	-1.10
In II 6F-9D	5000.	12.8	-7.36	*2.40	-1.31		
26661.7 Å	10000.	10.8	-6.28	*2.73	-1.67		
C=0.26E+19	20000.	9.88	-5.36	*3.08	-2.03		
	30000.	9.66	-4.77	*3.13	-2.13	*2.94	-1.74
	50000.	9.31	-4.04	*3.51	-2.38	*3.08	-1.87
	100000.	8.67	-3.06	3.71	-2.66	*2.98	-2.05
PERTURBER DENSITY = 1.E+17 cm^{-3}							
SINGLETS							
In II 5S-5P	5000.	0.690E-01	-0.378E-02	0.127E-02	-0.294E-04	0.207E-02	-0.293E-04
1586.5 Å	10000.	0.471E-01	-0.371E-02	0.270E-02	-0.736E-04	0.373E-02	-0.733E-04
C=0.86E+20	20000.	0.340E-01	-0.209E-02	0.427E-02	-0.157E-03	0.530E-02	-0.152E-03
	30000.	0.284E-01	-0.181E-02	0.522E-02	-0.230E-03	0.589E-02	-0.214E-03
	50000.	0.228E-01	-0.163E-02	0.595E-02	-0.338E-03	0.646E-02	-0.302E-03
	100000.	0.177E-01	-0.128E-02	0.673E-02	-0.484E-03	0.720E-02	-0.416E-03
In II 5S-6P	5000.	0.951E-01	0.338E-01	*0.527E-02	*0.204E-02	*0.609E-02	*0.173E-02
911.0 Å	10000.	0.762E-01	0.257E-01	*0.821E-02	*0.371E-02	*0.888E-02	*0.309E-02
C=0.34E+19	20000.	0.650E-01	0.193E-01	*0.104E-01	*0.539E-02	*0.107E-01	*0.436E-02
	30000.	0.612E-01	0.171E-01	*0.115E-01	*0.635E-02	*0.116E-01	*0.514E-02
	50000.	0.572E-01	0.147E-01	0.128E-01	0.749E-02	*0.126E-01	*0.608E-02
	100000.	0.520E-01	0.116E-01	0.143E-01	0.881E-02	*0.136E-01	*0.709E-02
In II 5S-7P	5000.	*0.239	-0.920E-01				
783.9 Å	10000.	0.202	-0.785E-01				
C=0.55E+18	20000.	0.179	-0.637E-01				
	30000.	0.170	-0.566E-01				
	50000.	0.160	-0.496E-01				
	100000.	0.145	-0.400E-01				
In II 5S-8P	5000.						
734.8 Å	10000.	*0.347	-0.158				
C=0.38E+18	20000.	*0.313	-0.131				
	30000.	0.301	-0.116				
	50000.	0.291	-0.101				
	100000.	0.270	-0.805E-01				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 5S-9P	5000.						
710.0 Å	10000.						
C=0.22E+18	20000.	*0.592	-0.249				
	30000.	*0.582	-0.225				
	50000.	*0.566	-0.193				
	100000.	*0.530	-0.154				
In II 6S-6P	5000.	8.49	1.25	*0.382	*0.126	*0.446	*0.110
7843.1 Å	10000.	6.78	0.916	*0.592	*0.230	*0.647	*0.194
C=0.25E+21	20000.	5.72	0.564	*0.743	*0.345	*0.774	*0.275
	30000.	5.30	0.584	0.816	0.405	*0.837	*0.327
	50000.	4.98	0.460	0.901	0.476	*0.905	*0.387
	100000.	4.56	0.347	0.998	0.560	*0.958	*0.452
In II 6S-7P	5000.	*4.50	-1.75				
3274.1 Å	10000.	*3.76	-1.51				
C=0.97E+19	20000.	3.29	-1.25				
	30000.	3.11	-1.12				
	50000.	2.93	-0.987				
	100000.	2.66	-0.802				
In II 6S-8P	5000.						
2559.7 Å	10000.	*4.35	-1.96				
C=0.46E+19	20000.	*3.90	-1.64				
	30000.	3.75	-1.47				
	50000.	3.62	-1.29				
	100000.	3.36	-1.03				
In II 6S-9P	5000.						
2282.3 Å	10000.						
C=0.23E+19	20000.	*6.19	-2.61				
	30000.	*6.08	-2.37				
	50000.	*5.91	-2.04				
	100000.	*5.53	-1.63				
In II 5P-6S	5000.	0.569	0.243	0.528E-02	0.543E-02	0.802E-02	0.509E-02
2941.9 Å	10000.	0.405	0.183	0.123E-01	0.114E-01	0.150E-01	0.998E-02
C=0.11E+21	20000.	0.287	0.142	0.206E-01	0.179E-01	0.226E-01	0.152E-01
	30000.	0.236	0.119	0.262E-01	0.220E-01	0.255E-01	0.178E-01
	50000.	0.201	0.102	0.313E-01	0.258E-01	0.294E-01	0.210E-01
	100000.	0.168	0.828E-01	0.379E-01	0.307E-01	0.347E-01	0.250E-01
In II 5P-7S	5000.	0.619	0.282	*0.138E-01	*0.136E-01	*0.129E-01	*0.104E-01
1657.4 Å	10000.	0.428	0.247	*0.249E-01	*0.246E-01	*0.237E-01	*0.188E-01
C=0.12E+20	20000.	0.328	0.202	*0.369E-01	*0.343E-01	*0.316E-01	*0.273E-01
	30000.	0.291	0.193	*0.432E-01	*0.411E-01	*0.362E-01	*0.328E-01
	50000.	0.262	0.165	*0.509E-01	*0.485E-01	*0.424E-01	*0.395E-01
	100000.	0.229	0.133	0.630E-01	0.568E-01	*0.506E-01	*0.453E-01
In II 5P-8S	5000.	*0.751	*0.342				
1418.1 Å	10000.	0.538	0.337				
C=0.51E+19	20000.	0.448	0.286	*0.627E-01	*0.529E-01		
	30000.	0.418	0.259	*0.718E-01	*0.655E-01		
	50000.	0.372	0.238	*0.833E-01	*0.783E-01		
	100000.	0.338	0.192	*0.101	*0.878E-01		
In II 5P-9S	5000.						
1309.8 Å	10000.	*0.937	*0.580				
C=0.25E+19	20000.	0.800	0.512				
	30000.	0.753	0.468				
	50000.	0.703	0.427				
	100000.	0.657	0.353				
In II 6P-7S	5000.	11.3	4.55	*0.374	*0.195	*0.420	*0.153
7356.9 Å	10000.	8.98	3.59	*0.600	*0.346	*0.616	*0.280
C=0.22E+21	20000.	7.88	2.81	*0.778	*0.491	*0.751	*0.393
	30000.	7.68	2.52	*0.859	*0.581	*0.832	*0.471
	50000.	7.48	2.15	*0.968	*0.687	*0.913	*0.557
	100000.	7.12	1.73	1.12	0.801	*0.981	*0.636

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 6P-8S	5000.	*6.41	*3.03				
4206.3 Å	10000.	4.86	2.62				
C=0.45E+20	20000.	4.39	2.15	*0.540	*0.430		
	30000.	4.13	1.99	*0.615	*0.528		
	50000.	3.93	1.73	*0.719	*0.620		
	100000.	3.76	1.40	*0.854	*0.728		
In II 6P-9S	5000.						
3377.6 Å	10000.	*6.35	*3.64				
C=0.17E+20	20000.	*5.60	*3.19				
	30000.	5.38	2.89				
	50000.	5.09	2.63				
	100000.	4.86	2.16				
In II 5P-5D	5000.	0.475	-0.975E-03	*0.230E-01	-0.439E-02	*0.273E-01	-0.390E-02
1966.7 Å	10000.	0.366	-0.472E-02	*0.354E-01	-0.864E-02	*0.395E-01	-0.716E-02
C=0.16E+20	20000.	0.295	-0.801E-02	*0.437E-01	-0.132E-01	*0.467E-01	-0.108E-01
	30000.	0.266	-0.108E-01	0.476E-01	-0.154E-01	*0.503E-01	-0.126E-01
	50000.	0.240	-0.686E-02	0.520E-01	-0.182E-01	*0.538E-01	-0.148E-01
	100000.	0.212	-0.735E-02	0.566E-01	-0.217E-01	*0.564E-01	-0.177E-01
In II 5P-6D	5000.	*0.662	*0.278E-01				
1571.5 Å	10000.	0.580	0.495E-01				
C=0.22E+19	20000.	0.532	0.439E-01				
	30000.	0.508	0.432E-01	*0.971E-01	*0.627E-01		
	50000.	0.480	0.447E-01	*0.108	*0.748E-01		
	100000.	0.437	0.381E-01	*0.122	*0.862E-01		
In II 5P-7D	5000.	*0.923	*0.174E-01				
1381.9 Å	10000.	*0.850	*0.478E-01				
C=0.13E+19	20000.	0.839	0.385E-01				
	30000.	0.839	0.396E-01				
	50000.	0.832	0.406E-01				
	100000.	0.794	0.306E-01				
In II 5P-8D	5000.						
1292.5 Å	10000.	*1.46	*0.302E-02				
C=0.73E+18	20000.	*1.51	*0.208E-01				
	30000.	*1.54	*0.339E-01				
	50000.	*1.56	*0.236E-01				
	100000.	1.51	0.227E-01				
In II 5P-9D	5000.						
1243.1 Å	10000.						
C=0.43E+18	20000.						
	30000.						
	50000.	*2.80	-0.309E-01				
	100000.	*2.72	*0.407E-02				
In II 6P-6D	5000.	*11.8	-0.542				
5920.4 Å	10000.	10.2	-0.161				
C=0.32E+20	20000.	9.39	-0.711E-01				
	30000.	9.03	-0.708E-01				
	50000.	8.57	0.979E-02	*1.53	*0.925		
	100000.	7.85	0.456E-01	*1.70	*1.06		
In II 6P-7D	5000.	*8.25	-0.337				
3903.2 Å	10000.	*7.56	-0.132				
C=0.11E+20	20000.	*7.44	-0.851E-01				
	30000.	7.44	-0.605E-01				
	50000.	7.36	0.165E-01				
	100000.	7.02	0.160E-02				
In II 6P-8D	5000.						
3265.0 Å	10000.	*9.84	-0.250				
C=0.47E+19	20000.	*10.1	-0.216				
	30000.	*10.3	-0.877E-01				
	50000.	*10.5	-0.820E-01				
	100000.	10.1	-0.397E-01				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE: TRANSITION	T(K)	ELECTRONS WIDTH (Å)	ELECTRONS SHIFT (Å)	PROTONS WIDTH (Å)	PROTONS SHIFT (Å)	IONIZED HELIUM WIDTH (Å)	IONIZED HELIUM SHIFT (Å)
In II 6P-9D	5000.						
2967.0 Å	10000.						
C=0.25E+19	20000.						
	30000.						
	50000.	*16.3	-0.380				
	100000.	*15.9	-0.126				
In II 5D-8P	5000.						
4502.1 Å	10000.	*13.8	-5.71				
C=0.14E+20	20000.	*12.5	-4.76				
	30000.	*12.1	-4.24				
	50000.	*11.7	-3.70				
	100000.	10.9	-2.96				
In II 5D-4F	5000.	22.6	2.97	*1.39	*0.309		
10189.5 Å	10000.	17.8	2.12	*2.03	*0.552		
C=0.31E+21	20000.	14.8	1.54	*2.42	*0.787		
	30000.	13.5	1.42	*2.62	*0.936		
	50000.	12.3	1.16	*2.83	*1.10		
	100000.	11.0	0.925	*2.98	*1.28	*2.93	*1.04
In II 5D-5F	5000.						
4975.2 Å	10000.	*14.8	*6.45				
C=0.13E+20	20000.	*13.6	*5.31				
	30000.	13.2	4.71				
	50000.	12.7	4.04				
	100000.	11.7	3.30				
TRIPLETS							
In II 6S-6P	5000.	7.35	-2.54	*0.270	-0.720E-01	*0.322	-0.637E-01
7029.8 Å	10000.	5.43	-1.97	0.421	-0.137	*0.471	-0.116
C=0.29E+21	20000.	4.10	-1.53	0.528	-0.209	*0.559	-0.167
	30000.	3.54	-1.34	0.577	-0.242	*0.604	-0.197
	50000.	3.06	-1.15	0.638	-0.286	*0.651	-0.234
	100000.	2.58	-0.924	0.700	-0.342	*0.693	-0.274
In II 6S-7P	5000.	*2.84	-1.12				
3011.3 Å	10000.	2.16	-0.885				
C=0.21E+20	20000.	1.81	-0.736				
	30000.	1.67	-0.654				
	50000.	1.53	-0.560	*0.409	-0.203		
	100000.	1.38	-0.462	*0.449	-0.237		
In II 6S-8P	5000.	*3.60	-1.50				
2380.1 Å	10000.	*2.92	-1.27				
C=0.67E+19	20000.	2.57	-1.13				
	30000.	2.43	-1.01				
	50000.	2.32	-0.869				
	100000.	2.17	-0.712				
In II 6S-9P	5000.						
2134.0 Å	10000.						
C=0.27E+19	20000.	*4.57	-2.02				
	30000.	*4.46	-1.79				
	50000.	*4.37	-1.57				
	100000.	4.11	-1.25				
In II 5P-6S	5000.	0.221	0.101	0.134E-02	0.205E-02	0.214E-02	0.194E-02
2027.9 Å	10000.	0.156	0.760E-01	0.352E-02	0.437E-02	0.458E-02	0.391E-02
C=0.58E+20	20000.	0.109	0.592E-01	0.657E-02	0.694E-02	0.729E-02	0.598E-02
	30000.	0.892E-01	0.494E-01	0.888E-02	0.868E-02	0.881E-02	0.714E-02
	50000.	0.745E-01	0.422E-01	0.111E-01	0.102E-01	0.104E-01	0.839E-02
	100000.	0.614E-01	0.343E-01	0.141E-01	0.123E-01	0.127E-01	0.101E-01
In II 5P-7S	5000.	0.238	0.130	0.357E-02	0.506E-02	*0.420E-02	*0.412E-02
1301.5 Å	10000.	0.163	0.105	0.772E-02	0.903E-02	*0.757E-02	*0.742E-02
C=0.96E+19	20000.	0.120	0.809E-01	0.130E-01	0.129E-01	*0.112E-01	*0.103E-01
	30000.	0.110	0.733E-01	0.154E-01	0.153E-01	*0.131E-01	*0.124E-01
	50000.	0.969E-01	0.626E-01	0.183E-01	0.181E-01	0.156E-01	0.147E-01
	100000.	0.830E-01	0.502E-01	0.231E-01	0.209E-01	0.186E-01	0.170E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 5P-8S	5000.	*0.399	*0.186	*0.129E-01	*0.105E-01		
1130.4 Å	10000.	0.279	0.177	*0.237E-01	*0.187E-01		
C=0.37E+19	20000.	0.233	0.146	*0.312E-01	*0.272E-01		
	30000.	0.210	0.138	*0.358E-01	*0.333E-01		
	50000.	0.189	0.120	*0.423E-01	*0.395E-01		
	100000.	0.170	0.962E-01	*0.511E-01	*0.457E-01	*0.417E-01	*0.372E-01
In II 5P-9S	5000.	*0.656	*0.306				
1057.9 Å	10000.	*0.487	*0.303				
C=0.18E+19	20000.	0.422	0.264				
	30000.	0.398	0.241				
	50000.	0.364	0.218				
	100000.	0.340	0.178				
In II 6P-7S	5000.	12.9	4.54	*0.364	*0.204	*0.406	*0.160
7522.4 Å	10000.	9.51	4.11	*0.589	*0.362	*0.608	*0.293
C=0.32E+21	20000.	7.23	3.57	*0.777	*0.514	*0.745	*0.411
	30000.	6.51	3.09	*0.861	*0.608	*0.826	*0.493
	50000.	5.70	2.79	0.974	0.719	*0.912	*0.583
	100000.	4.84	2.28	1.14	0.838	*0.985	*0.666
In II 6P-8S	5000.	*5.99	*2.45	*0.203	*0.137		
4012.3 Å	10000.	4.42	2.42	*0.342	*0.244		
C=0.46E+20	20000.	3.65	2.03	*0.450	*0.359		
	30000.	3.37	1.83	*0.513	*0.441		
	50000.	3.01	1.70	*0.596	*0.522		
	100000.	2.70	1.38	*0.691	*0.592		
In II 6P-9S	5000.	*6.64	*2.90				
3227.0 Å	10000.	*5.01	*2.92				
C=0.17E+20	20000.	4.31	2.54				
	30000.	4.07	2.34				
	50000.	3.75	2.14				
	100000.	3.51	1.76				
In II 5P-5D	5000.	0.220	0.184E-01	0.783E-02	0.187E-02	*0.106E-01	*0.175E-02
1735.8 Å	10000.	0.158	0.163E-01	0.132E-01	0.394E-02	*0.161E-01	*0.344E-02
C=0.18E+20	20000.	0.117	0.137E-01	0.183E-01	0.616E-02	*0.196E-01	*0.524E-02
	30000.	0.101	0.139E-01	0.200E-01	0.758E-02	*0.212E-01	*0.614E-02
	50000.	0.853E-01	0.130E-01	0.221E-01	0.890E-02	0.231E-01	0.723E-02
	100000.	0.701E-01	0.118E-01	0.248E-01	0.106E-01	0.247E-01	0.864E-02
In II 5P-6D	5000.	*0.408	-0.901E-02	*0.236E-01	-0.883E-02		
1247.1 Å	10000.	0.341	-0.188E-01	*0.348E-01	-0.162E-01		
C=0.18E+19	20000.	0.308	-0.139E-01	*0.424E-01	-0.227E-01		
	30000.	0.295	-0.154E-01	*0.472E-01	-0.272E-01		
	50000.	0.281	-0.147E-01	*0.521E-01	-0.325E-01		
	100000.	0.257	-0.125E-01	*0.571E-01	-0.373E-01	*0.522E-01	-0.298E-01
In II 5P-7D	5000.	*0.589	-0.174E-01				
1109.4 Å	10000.	*0.539	-0.322E-01				
C=0.99E+18	20000.	0.531	-0.292E-01				
	30000.	0.533	-0.282E-01				
	50000.	0.532	-0.293E-01				
	100000.	0.510	-0.235E-01				
In II 5P-8D	5000.						
1046.2 Å	10000.	*0.884	-0.298E-01				
C=0.64E+18	20000.	*0.935	-0.264E-01				
	30000.	*0.968	-0.257E-01				
	50000.	*0.993	-0.251E-01				
	100000.	0.971	-0.224E-01				
In II 5P-9D	5000.	*0.607	-0.917E-01				
1013.2 Å	10000.	*0.462	-0.953E-01				
C=0.38E+18	20000.	0.378	-0.850E-01				
	30000.	0.347	-0.868E-01				
	50000.	0.319	-0.780E-01				
	100000.	0.296	-0.721E-01				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 6P-6D	5000.	*11.8	*0.754				
6007.5 Å	10000.	9.71	0.351				
C=0.41E+20	20000.	8.59	0.253	*1.09	-0.485		
	30000.	8.14	0.192	*1.19	-0.584		
	50000.	7.66	0.124	*1.30	-0.698		
	100000.	6.96	0.781E-01	*1.40	-0.796		
In II 6P-7D	5000.	*7.49	*0.912E-01				
3758.7 Å	10000.	*6.78	-0.113				
C=0.11E+20	20000.	6.58	-0.125				
	30000.	6.57	-0.127				
	50000.	6.51	-0.165				
	100000.	6.21	-0.127				
In II 6P-8D	5000.						
3120.2 Å	10000.	*8.21	-0.161				
C=0.57E+19	20000.	*8.61	-0.141				
	30000.	*8.89	-0.132				
	50000.	*9.09	-0.130				
	100000.	8.87	-0.117				
In II 6P-9D	5000.	*5.13	-0.803				
2844.1 Å	10000.	*3.92	-0.764				
C=0.30E+19	20000.	3.22	-0.651				
	30000.	2.97	-0.647				
	50000.	2.73	-0.566				
	100000.	2.52	-0.501				
In II 5D-7P	5000.	*5.22	-1.96				
4014.0 Å	10000.	3.98	-1.51				
C=0.38E+20	20000.	3.31	-1.24				
	30000.	3.05	-1.10				
	50000.	2.79	-0.942	*0.753	-0.364		
	100000.	2.51	-0.764	*0.822	-0.424		
In II 5D-8P	5000.	*5.68	-2.35				
2965.7 Å	10000.	*4.61	-1.99				
C=0.10E+20	20000.	4.05	-1.74				
	30000.	3.82	-1.56				
	50000.	3.64	-1.33				
	100000.	3.39	-1.08				
In II 5D-9P	5000.						
2593.1 Å	10000.						
C=0.39E+19	20000.	*6.79	-2.98				
	30000.	*6.62	-2.64				
	50000.	*6.48	-2.30				
	100000.	6.08	-1.84				
In II 5D-5F	5000.						
3151.5 Å	10000.	*6.06	2.72				
C=0.57E+19	20000.	*5.58	2.23				
	30000.	5.43	1.96				
	50000.	5.28	1.71				
	100000.	4.89	1.40				
In II 5D-6F	5000.						
2678.2 Å	10000.						
C=0.26E+19	20000.	*8.14	*3.46				
	30000.	*8.06	*3.11				
	50000.	*7.90	*2.67				
	100000.	7.39	2.11				
In II 5D-7F	5000.						
2456.1 Å	10000.						
C=0.15E+19	20000.						
	30000.						
	50000.	*13.1	*4.19				
	100000.	*12.3	*3.33				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 5D-8F	5000.						
2678.2 Å	10000.						
C=0.26E+19	20000.	*8.14	*3.48				
	30000.	*8.06	*3.12				
	50000.	*7.91	*2.69				
	100000.	7.39	2.13				
In II 5D-4F	5000.	*5.46	*0.295	*0.288	*0.129		
4665.5 Å	10000.	4.32	0.382	*0.445	*0.239		
C=0.25E+20	20000.	3.57	0.392	*0.550	*0.336		
	30000.	3.22	0.380	*0.610	*0.401		
	50000.	2.83	0.365	*0.688	*0.477		
	100000.	2.40	0.337	*0.787	*0.560	*0.707	*0.449
In II 4F-9D	5000.						
5087.8 Å	10000.	*14.6	-3.82				
C=0.97E+19	20000.	*12.2	-3.30				
	30000.	11.2	-3.12				
	50000.	10.3	-2.72				
	100000.	9.34	-2.41				
PERTURBER DENSITY = 1.E+18 cm^{-3}							
SINGLETS							
In II 5S-5P	5000.	0.690	-0.375E-01	0.858E-02	-0.134E-03	*0.126E-01	-0.134E-03
1586.5 Å	10000.	0.471	-0.381E-01	0.248E-01	-0.560E-03	*0.330E-01	-0.558E-03
C=0.86E+21	20000.	0.340	-0.207E-01	0.417E-01	-0.142E-02	*0.510E-01	-0.137E-02
	30000.	0.284	-0.180E-01	0.516E-01	-0.215E-02	*0.577E-01	-0.200E-02
	50000.	0.228	-0.162E-01	0.592E-01	-0.326E-02	*0.641E-01	-0.290E-02
	100000.	0.177	-0.128E-01	0.672E-01	-0.480E-02	*0.718E-01	-0.412E-02
In II 5S-6P	5000.	*0.949	*0.300				
911.0 Å	10000.	*0.761	*0.234				
C=0.34E+20	20000.	0.650	0.178				
	30000.	0.612	0.158				
	50000.	0.572	0.138				
	100000.	0.520	0.108				
In II 5S-7P	5000.						
783.9 Å	10000.						
C=0.55E+19	20000.	*1.74	-0.482				
	30000.	*1.66	-0.440				
	50000.	*1.57	-0.401				
	100000.	*1.43	-0.332				
In II 5S-8P	5000.						
734.8 Å	10000.						
C=0.38E+19	20000.						
	30000.						
	50000.						
	100000.	*2.63	-0.621				
In II 5P-6S	5000.	*5.67	*2.35	*0.376E-01	*0.228E-01	*0.504E-01	*0.193E-01
2941.9 Å	10000.	4.05	1.78	*0.115	*0.796E-01	*0.134	*0.651E-01
C=0.11E+22	20000.	2.87	1.39	*0.202	*0.148	*0.219	*0.121
	30000.	2.36	1.16	*0.259	*0.191	*0.251	*0.149
	50000.	2.01	1.01	0.314	0.236	*0.291	*0.187
	100000.	1.68	0.814	0.379	0.297	*0.348	*0.241
In II 5P-7S	5000.						
1657.4 Å	10000.	*4.28	*2.27				
C=0.12E+21	20000.	*3.28	*1.88				
	30000.	2.91	1.83				
	50000.	2.62	1.57				
	100000.	2.29	1.27				
In II 5P-8S	5000.						
1418.1 Å	10000.						
C=0.51E+20	20000.	*4.48	*2.55				
	30000.	*4.18	*2.34				
	50000.	*3.71	*2.19				
	100000.	3.38	1.78				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE: TRANSITION	T(K)	ELECTRONS WIDTH (Å)	ELECTRONS SHIFT (Å)	PROTONS WIDTH (Å)	PROTONS SHIFT (Å)	IONIZED HELIUM WIDTH (Å)	IONIZED HELIUM SHIFT (Å)
In II 5P-9S	5000.						
1309.8 Å	10000.						
C=0.25E+20	20000.						
	30000.						
	50000.	*6.98	*3.65				
	100000.	*6.53	*3.07				
In II 5P-5D	5000.	*4.75	*0.627E-01				
1966.7 Å	10000.	*3.66	-0.650E-02				
C=0.16E+21	20000.	2.95	-0.518E-01				
	30000.	2.66	-0.849E-01				
	50000.	2.40	-0.509E-01				
	100000.	2.12	-0.599E-01	*0.565	-0.209		
In II 5P-6D	5000.						
1571.5 Å	10000.						
C=0.22E+20	20000.	*5.21	*0.148				
	30000.	*5.00	*0.194				
	50000.	*4.74	*0.268				
	100000.	4.33	0.235				
In II 5P-7D	5000.						
1381.9 Å	10000.						
C=0.13E+20	20000.						
	30000.						
	50000.	*8.07	*0.122				
	100000.	*7.76	*0.658E-01				
TRIPLETS							
In II 5P-6S	5000.	2.22	0.983	0.101E-01	0.878E-02	*0.148E-01	*0.772E-02
2027.9 Å	10000.	1.56	0.741	0.334E-01	0.308E-01	*0.423E-01	*0.262E-01
C=0.58E+21	20000.	1.09	0.580	0.651E-01	0.583E-01	*0.714E-01	*0.486E-01
	30000.	0.892	0.485	0.886E-01	0.763E-01	*0.874E-01	*0.608E-01
	50000.	0.745	0.415	0.110	0.933E-01	*0.103	*0.754E-01
	100000.	0.614	0.338	0.141	0.120	*0.127	*0.972E-01
In II 5P-7S	5000.	*2.38	*1.20				
1301.5 Å	10000.	*1.63	*0.989				
C=0.96E+20	20000.	1.20	0.770				
	30000.	1.10	0.701				
	50000.	0.969	0.602	*0.183	*0.154		
	100000.	0.831	0.484	*0.229	*0.197		
In II 5P-8S	5000.						
1130.4 Å	10000.						
C=0.37E+20	20000.	*2.33	*1.32				
	30000.	*2.10	*1.26				
	50000.	1.89	1.11				
	100000.	1.70	0.897				
In II 5P-9S	5000.						
1057.9 Å	10000.						
C=0.18E+20	20000.						
	30000.	*3.96	*2.04				
	50000.	*3.62	*1.89				
	100000.	*3.39	*1.58				
In II 5P-5D	5000.	*2.20	*0.157	*0.443E-01	*0.784E-02		
1735.8 Å	10000.	1.58	0.146	*0.113	*0.274E-01		
C=0.18E+21	20000.	1.17	0.126	*0.175	*0.512E-01		
	30000.	1.01	0.130	*0.195	*0.658E-01		
	50000.	0.853	0.124	*0.220	*0.816E-01		
	100000.	0.701	0.112	*0.247	*0.103		
In II 5P-6D	5000.						
1247.1 Å	10000.						
C=0.18E+20	20000.	*3.05	-0.326E-01				
	30000.	*2.92	-0.679E-01				
	50000.	*2.79	-0.822E-01				
	100000.	2.56	-0.724E-01				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

PERTURBERS ARE: TRANSITION	T(K)	ELECTRONS WIDTH (Å)	ELECTRONS SHIFT (Å)	PROTONS WIDTH (Å)	PROTONS SHIFT (Å)	IONIZED HELIUM WIDTH (Å)	IONIZED HELIUM SHIFT (Å)
In II 5P-7D	5000.						
1109.4 Å	10000.						
C=0.99E+19	20000.						
	30000.						
	50000.	*5.19	-0.142				
	100000.	*5.00	-0.111				
In II 5P-9D	5000.						
1013.2 Å	10000.						
C=0.38E+19	20000.						
	30000.	*3.43	-0.205				
	50000.	*3.17	-0.262				
	100000.	*2.96	-0.251				
PERTURBER DENSITY = 1.E+19 cm^{-3}							
SINGLETS							
In II 5S-5P	5000.						
1586.5 Å	10000.	*4.70	-0.372				
C=0.86E+22	20000.	3.40	-0.203				
	30000.	2.84	-0.177				
	50000.	2.28	-0.159	*0.562	-0.295E-01		
	100000.	1.77	-0.125	*0.663	-0.458E-01		
In II 5S-6P	5000.						
911.0 Å	10000.						
C=0.34E+21	20000.						
	30000.	*6.06	*1.14				
	50000.	*5.68	*1.05				
	100000.	*5.17	*0.851				
TRIPLETS							
In II 5P-6S	5000.						
2027.9 Å	10000.	*15.6	*6.72				
C=0.58E+22	20000.	*10.9	*5.39				
	30000.	8.92	4.53				
	50000.	7.45	3.91				
	100000.	6.14	3.21				
In II 5P-7S	5000.						
1301.5 Å	10000.						
C=0.96E+21	20000.						
	30000.	*11.0	*5.90				
	50000.	*9.66	*5.19				
	100000.	*8.28	*4.27				
In II 5P-5D	5000.						
1735.8 Å	10000.						
C=0.18E+22	20000.	*11.7	*0.862				
	30000.	*10.1	*0.987				
	50000.	8.52	1.00				
	100000.	7.01	0.962				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2000SerAJ.162...57D

as isolated when divided by the corresponding full width at half maximum. For each value given in Table 1, the collision volume (V) multiplied by the perturber density (N) is much less than one and the impact approximation is valid (Sahal-Bréchot, 1969ab). Values for NV $>$ 0.5 are not given and values for 0.1 $<$ NV $\leq$ 0.5 are denoted by an asterisk. Stark broadening parameters for densities lower than tabulated, are linear with perturber density. When the impact approximation is not valid, the ion broadening contribution may be estimated by using quasistatic approach (Sahal-Bréchot 1991 or Griem 1974). In the region between where neither of these two approximations is valid, a unified type theory should be used. For example in Barnard *et al.* (1974), a simple analytical formula for such a case is given. The accuracy of the results obtained decreases when broadening by ion interactions becomes important.

The discussion of obtained results as well as Stark broadening data for perturber density of 10^{16} cm^{-3} will be published in Dimitrijević and Sahal-Bréchot (2001).

Acknowledgements – This work is a part of the project "Astrometrical, Astrodynamical and Astrophysical investigations", supported by Ministry of Science and Technology of Serbia.

REFERENCES

Barnard, A.J., Cooper, J., Smith, E.W.: 1974, *J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer*, **14**, 1025.
Dimitrijević, M. S., and Sahal-Bréchot, S.: 1984, *J. Quant Spectrosc. Radiative Transfer*, **31**, 301.
Dimitrijević M.S., Sahal-Bréchot, S.: 1995, *Physica Scripta*, **52**, 41.
Dimitrijević, M.S., and Sahal-Bréchot, S.: 2001, to be published.
Dimitrijević, M.S., Sahal-Bréchot, S., Bommier, V.: 1991, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **89**, 581.
Fleurier, C., Sahal-Bréchot, S., Chapelle, J.: 1977, *J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer*, **17**, 595.
Griem, H.R.: 1974, Spectral Line Broadening by Plasmas, Academic Press, New York.
Lakićević, I.: 1983, *Astron. Astrophys.* **127**, 37.
Moore, C.: 1971, Atomic Energy Levels III, NSRDS-NBS 35, U.S. Dept. of Commerce, National Bureau of Standards, U.S. Govt. Printing Office, Washington D.C.
N'Dollo, M., Fabry, M.: 1987, *J. Physique* **48**, 703.
Sahal-Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.* **1**, 91.
Sahal-Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.* **2**, 322.
Sahal-Bréchot, S.: 1974, *Astron. Astrophys.* **35**, 321.
Sahal-Bréchot, S.: 1991, *Astron. Astrophys.* **245**, 322.

ТАБЕЛЕ ПАРАМЕТАРА ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА In II

М. С. Димитријевић[1] и S. Sahal-Bréchot[2]

[1] *Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд-74, Југославија*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris-Meudon, 92190 Meudon, France

УДК 52–355.3
Претходно саопштење

Користећи семикласичан прилаз, израчунате су ширине и помераји спектралних линија, проузроковани сударима са електронима, протонима и јонима хелијума, за 145 мултиплета In II. Резултати су дати у функцији температуре и концентрације пертурбера.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.163...35D

Serb. Astron. J. № 163 (2001), 35 – 47

UDC 52–355.3
Preliminary report

STARK BROADENING PARAMETER TABLES FOR In II (Part II)

M. S. Dimitrijević[1] and S. Sahal–Bréchot[2]

[1] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade, Yugoslavia*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris–Meudon, 92190 Meudon, France

(Received: July 14, 2001)

SUMMARY: Electron-, proton-, and ionized helium-impact broadening parameter tables for 101 In II multiplets, are presented as a function of temperature for the perturber density of 10^{16}cm^{-3}. Calculations have been performed within the semiclassical perturbation approach.

1. INTRODUCTION

Recently (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 2001a), we have published electron-, proton-, and He II impact line widths (full width at half maximum) and shifts for 145 In II multiplets for perturber densities of 10^{13}– 10^{15} cm^{-3} and 10^{17}– 10^{19} cm^{-3} and temperatures T = 5000 K, 10000 K, 20000 K, 30000 K, 50000 K and 100000 K. Calculations have been performed within the semiclassical-perturbation formalism (Sahal-Bréchot, 1969ab, see also Sahal-Bréchot, 1974, Fleurier *et al*, 1977, Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1984, Dimitrijević *et al.* 1991, Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1995) In order to complete our results, here will be presented the data for the perturber density of 10^{17} cm^{-3} and for the same temperatures as in Dimitrijević and Sahal-Bréchot (2001a).

2. RESULTS AND DISCUSSION

All relevant details concerning the obtained results and the calculation procedure, as well as the discussion of the obtained results and comparison with experimental (N'Dollo and Fabry, 1987) and other theoretical data (N'Dollo and Fabry, 1987, Lakićević, 1983) will be published in Dimitrijević and Sahal–Bréchot, 2001b. Here, we present only tables of Stark broadening parameters. Atomic energy levels needed for calculations have been taken from Moore (1971). Our results for 101 In II multiplets are shown in Table 1, for perturber density of 10^{16}cm^{-3}.The temperature range is T = 5 000 – 100 000 K. We also specify a parameter C (Dimitrijević and Sahal–Bréchot 1984), which gives an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated when divided by the

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.163...35D

Table 1. This Table shows electron-, proton-, and He II- impact broadening parameters for In II for perturber density of 10^{16}cm^{-3} and temperatures from 5 000 up to 100 000 K. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given. By dividing C by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević *et al.*, 1991), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for validity of the impact approximation) lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
PERTURBER DENSITY = 1.E+16cm^{-3}							
In II 5S-5P	5000.	0.690E-02	-0.384E-03	0.133E-03	-0.373E-05	0.219E-03	-0.373E-05
1586.5 Å	10000.	0.471E-02	-0.390E-03	0.274E-03	-0.805E-05	0.380E-03	-0.803E-05
C=0.86E+19	20000.	0.340E-02	-0.205E-03	0.428E-03	-0.162E-04	0.532E-03	-0.157E-04
	30000.	0.284E-02	-0.180E-03	0.522E-03	-0.233E-04	0.589E-03	-0.217E-04
	50000.	0.228E-02	-0.165E-03	0.595E-03	-0.338E-04	0.646E-03	-0.302E-04
	100000.	0.177E-02	-0.129E-03	0.673E-03	-0.485E-04	0.720E-03	-0.417E-04
In II 5S-6P	5000.	0.951E-02	0.348E-02	0.571E-03	0.277E-03	0.696E-03	0.247E-03
911.0 Å	10000.	0.762E-02	0.263E-02	0.844E-03	0.435E-03	0.931E-03	0.373E-03
C=0.34E+18	20000.	0.651E-02	0.199E-02	0.105E-02	0.583E-03	0.108E-02	0.479E-03
	30000.	0.612E-02	0.175E-02	0.115E-02	0.660E-03	0.116E-02	0.540E-03
	50000.	0.572E-02	0.150E-02	0.128E-02	0.753E-03	0.126E-02	0.611E-03
	100000.	0.520E-02	0.117E-02	0.143E-02	0.885E-03	0.136E-02	0.713E-03
In II 5S-7P	5000.	0.239E-01	-0.102E-01	*0.224E-02	-0.143E-02	*0.224E-02	-0.112E-02
783.9 Å	10000.	0.202E-01	-0.849E-02	*0.287E-02	-0.197E-02	*0.276E-02	-0.157E-02
C=0.55E+17	20000.	0.179E-01	-0.681E-02	*0.345E-02	-0.253E-02	*0.324E-02	-0.203E-02
	30000.	0.170E-01	-0.603E-02	*0.387E-02	-0.288E-02	*0.349E-02	-0.229E-02
	50000.	0.160E-01	-0.528E-02	0.420E-02	-0.316E-02	*0.370E-02	-0.252E-02
	100000.	0.145E-01	-0.423E-02	0.492E-02	-0.364E-02	*0.406E-02	-0.289E-02
In II 5S-8P	5000.	0.406E-01	-0.211E-01				
734.8 Å	10000.	0.348E-01	-0.176E-01				
C=0.38E+17	20000.	0.313E-01	-0.143E-01	*0.705E-02	-0.466E-02		
	30000.	0.302E-01	-0.126E-01	*0.759E-02	-0.528E-02		
	50000.	0.291E-01	-0.109E-01	*0.812E-02	-0.587E-02		
	100000.	0.270E-01	-0.865E-02	*0.917E-02	-0.657E-02	*0.786E-02	-0.517E-02
In II 5S-9P	5000.	*0.745E-01	-0.387E-01				
710.0 Å	10000.	0.647E-01	-0.330E-01				
C=0.22E+17	20000.	0.596E-01	-0.288E-01				
	30000.	0.585E-01	-0.257E-01				
	50000.	0.568E-01	-0.218E-01				
	100000.	0.531E-01	-0.170E-01				
In II 6S-6P	5000.	0.849	0.131	0.414E-01	0.169E-01	0.509E-01	0.153E-01
7843.1 Å	10000.	0.678	0.953E-01	0.609E-01	0.268E-01	0.680E-01	0.232E-01
C=0.25E+20	20000.	0.572	0.596E-01	0.748E-01	0.372E-01	0.782E-01	0.302E-01
	30000.	0.530	0.608E-01	0.818E-01	0.420E-01	0.841E-01	0.342E-01
	50000.	0.498	0.480E-01	0.902E-01	0.478E-01	0.906E-01	0.390E-01
	100000.	0.456	0.357E-01	0.998E-01	0.563E-01	0.958E-01	0.454E-01
In II 6S-7P	5000.	0.450	-0.192	*0.394E-01	-0.251E-01	*0.392E-01	-0.198E-01
3274.1 Å	10000.	0.376	-0.162	*0.502E-01	-0.346E-01	*0.484E-01	-0.276E-01
C=0.97E+18	20000.	0.329	-0.133	*0.605E-01	-0.445E-01	*0.563E-01	-0.356E-01
	30000.	0.311	-0.118	*0.678E-01	-0.506E-01	*0.607E-01	-0.403E-01
	50000.	0.293	-0.104	0.738E-01	-0.559E-01	*0.647E-01	-0.444E-01
	100000.	0.266	-0.842E-01	0.871E-01	-0.642E-01	*0.710E-01	-0.509E-01
In II 6S-8P	5000.	0.512	-0.260				
2559.7 Å	10000.	0.436	-0.217				
C=0.46E+18	20000.	0.390	-0.179	*0.856E-01	-0.567E-01		
	30000.	0.375	-0.159	*0.923E-01	-0.643E-01		
	50000.	0.362	-0.138	*0.990E-01	-0.717E-01		
	100000.	0.336	-0.109	*0.112	-0.801E-01	*0.949E-01	-0.627E-01
In II 6S-9P	5000.	*0.784	-0.401				
2282.3 Å	10000.	0.679	-0.343				
C=0.23E+18	20000.	0.623	-0.301				
	30000.	0.612	-0.269				
	50000.	0.594	-0.230				
	100000.	0.555	-0.180				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.163...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 7S-8P	5000.	5.49	-2.83				
7859.1 Å	10000.	4.68	-2.51				
C=0.43E+19	20000.	4.18	-2.07	*0.848	-0.566		
	30000.	4.01	-1.86	*0.904	-0.639		
	50000.	3.86	-1.62	*1.00	-0.716		
	100000.	3.58	-1.28	*1.03	-0.774	*0.919	-0.624
In II 7S-9P	5000.	*5.16	-2.67				
5723.4 Å	10000.	4.48	-2.34				
C=0.14E+19	20000.	4.14	-2.07				
	30000.	4.07	-1.87				
	50000.	3.96	-1.61				
	100000.	3.70	-1.26				
In II 5P-6S	5000.	0.564E-01	0.246E-01	0.549E-03	0.700E-03	0.844E-03	0.665E-03
2941.9 Å	10000.	0.405E-01	0.184E-01	0.124E-02	0.128E-02	0.152E-02	0.114E-02
C=0.11E+20	20000.	0.287E-01	0.143E-01	0.206E-02	0.188E-02	0.226E-02	0.161E-02
	30000.	0.236E-01	0.120E-01	0.262E-02	0.225E-02	0.255E-02	0.183E-02
	50000.	0.201E-01	0.103E-01	0.313E-02	0.259E-02	0.294E-02	0.210E-02
	100000.	0.168E-01	0.833E-02	0.379E-02	0.307E-02	0.347E-02	0.251E-02
In II 5P-7S	5000.	0.619E-01	0.290E-01	0.140E-02	0.200E-02	0.132E-02	0.168E-02
1657.4 Å	10000.	0.428E-01	0.253E-01	0.249E-02	0.302E-02	0.239E-02	0.245E-02
C=0.12E+19	20000.	0.327E-01	0.205E-01	0.370E-02	0.381E-02	0.318E-02	0.310E-02
	30000.	0.291E-01	0.197E-01	0.432E-02	0.434E-02	0.362E-02	0.350E-02
	50000.	0.262E-01	0.168E-01	0.509E-02	0.488E-02	0.424E-02	0.398E-02
	100000.	0.229E-01	0.135E-01	0.630E-02	0.571E-02	0.506E-02	0.456E-02
In II 5P-8S	5000.	0.752E-01	0.363E-01	0.291E-02	0.344E-02	*0.282E-02	*0.283E-02
1418.1 Å	10000.	0.538E-01	0.351E-01	0.478E-02	0.482E-02	*0.409E-02	*0.388E-02
C=0.51E+18	20000.	0.448E-01	0.295E-01	0.627E-02	0.619E-02	*0.522E-02	*0.502E-02
	30000.	0.418E-01	0.267E-01	0.715E-02	0.705E-02	0.614E-02	0.564E-02
	50000.	0.371E-01	0.244E-01	0.833E-02	0.791E-02	0.689E-02	0.621E-02
	100000.	0.338E-01	0.196E-01	0.101E-01	0.886E-02	0.782E-02	0.713E-02
In II 5P-9S	5000.	0.122	0.620E-01	*0.810E-02	*0.686E-02		
1309.8 Å	10000.	0.937E-01	0.621E-01	*0.109E-01	*0.971E-02	*0.897E-02	*0.765E-02
C=0.25E+18	20000.	0.800E-01	0.540E-01	*0.139E-01	*0.127E-01	*0.113E-01	*0.100E-01
	30000.	0.753E-01	0.491E-01	*0.153E-01	*0.144E-01	*0.126E-01	*0.113E-01
	50000.	0.703E-01	0.446E-01	*0.177E-01	*0.159E-01	*0.136E-01	*0.127E-01
	100000.	0.657E-01	0.365E-01	*0.205E-01	*0.180E-01	*0.166E-01	*0.147E-01
In II 6P-7S	5000.	1.13	0.465	0.404E-01	0.274E-01	0.477E-01	0.231E-01
7356.9 Å	10000.	0.898	0.366	0.615E-01	0.414E-01	0.647E-01	0.349E-01
C=0.22E+20	20000.	0.789	0.286	0.778E-01	0.539E-01	0.763E-01	0.440E-01
	30000.	0.768	0.256	0.861E-01	0.608E-01	0.836E-01	0.498E-01
	50000.	0.748	0.218	0.968E-01	0.691E-01	0.914E-01	0.561E-01
	100000.	0.712	0.175	0.112	0.805E-01	0.981E-01	0.640E-01
In II 6P-8S	5000.	0.641	0.320	0.269E-01	0.277E-01	*0.276E-01	*0.228E-01
4206.3 Å	10000.	0.486	0.273	0.420E-01	0.389E-01	*0.381E-01	*0.314E-01
C=0.45E+19	20000.	0.439	0.222	0.547E-01	0.500E-01	*0.475E-01	*0.403E-01
	30000.	0.413	0.205	0.614E-01	0.566E-01	0.526E-01	0.461E-01
	50000.	0.393	0.178	0.719E-01	0.625E-01	0.598E-01	0.511E-01
	100000.	0.376	0.143	0.854E-01	0.733E-01	0.682E-01	0.577E-01
In II 6P-9S	5000.	0.825	0.398	*0.537E-01	*0.447E-01		
3377.6 Å	10000.	0.635	0.391	*0.714E-01	*0.636E-01	*0.599E-01	*0.494E-01
C=0.17E+19	20000.	0.560	0.337	*0.903E-01	*0.829E-01	*0.752E-01	*0.652E-01
	30000.	0.538	0.304	*0.991E-01	*0.931E-01	*0.846E-01	*0.736E-01
	50000.	0.509	0.275	*0.114	*0.103	*0.901E-01	*0.817E-01
	100000.	0.486	0.224	*0.135	*0.119	*0.110	*0.952E-01
In II 7P-8S	5000.	20.1	8.40	*1.29	*0.910		
16720.8 Å	10000.	16.5	7.77	*1.66	*1.26		
C=0.25E+20	20000.	14.1	6.95	*2.03	*1.63	*1.82	*1.31
	30000.	13.2	6.33	*2.24	*1.84	*1.96	*1.49
	50000.	12.4	5.62	*2.55	*2.07	*2.18	*1.65
	100000.	11.2	4.65	2.83	2.31	*2.22	*1.81

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.163...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 7P-9S	5000.	7.56	2.96	*0.489	*0.352		
8464.5 Å	10000.	6.24	2.96	*0.638	*0.511		
C=0.65E+19	20000.	5.38	2.92	*0.803	*0.678		
	30000.	5.06	2.67	*0.889	*0.764		
	50000.	4.80	2.33	*1.01	*0.844	*0.808	*0.661
	100000.	4.43	2.01	*1.05	*0.957	*0.890	*0.734
In II 5P-5D	5000.	0.476E-01	-0.231E-03	0.250E-02	-0.574E-03	0.313E-02	-0.525E-03
1966.7 Å	10000.	0.366E-01	-0.581E-03	0.365E-02	-0.983E-03	0.415E-02	-0.835E-03
C=0.16E+19	20000.	0.295E-01	-0.905E-03	0.440E-02	-0.140E-02	0.473E-02	-0.116E-02
	30000.	0.266E-01	-0.115E-02	0.477E-02	-0.159E-02	0.506E-02	-0.131E-02
	50000.	0.240E-01	-0.753E-03	0.521E-02	-0.182E-02	0.539E-02	-0.149E-02
	100000.	0.212E-01	-0.764E-03	0.566E-02	-0.217E-02	0.564E-02	-0.177E-02
In II 5P-6D	5000.	0.662E-01	0.458E-02	0.560E-02	0.324E-02	*0.616E-02	*0.271E-02
1571.5 Å	10000.	0.580E-01	0.617E-02	0.739E-02	0.464E-02	*0.745E-02	*0.374E-02
C=0.22E+18	20000.	0.532E-01	0.520E-02	0.893E-02	0.591E-02	*0.866E-02	*0.478E-02
	30000.	0.508E-01	0.503E-02	0.977E-02	0.670E-02	*0.921E-02	*0.542E-02
	50000.	0.481E-01	0.506E-02	0.108E-01	0.754E-02	0.997E-02	0.607E-02
	100000.	0.437E-01	0.405E-02	0.122E-01	0.868E-02	0.110E-01	0.708E-02
In II 5P-7D	5000.	0.925E-01	0.481E-02	*0.111E-01	*0.437E-02		
1381.9 Å	10000.	0.851E-01	0.692E-02	*0.133E-01	*0.605E-02		
C=0.13E+18	20000.	0.839E-01	0.526E-02	*0.154E-01	*0.770E-02		
	30000.	0.839E-01	0.517E-02	*0.163E-01	*0.879E-02	*0.155E-01	*0.706E-02
	50000.	0.832E-01	0.506E-02	*0.173E-01	*0.966E-02	*0.163E-01	*0.770E-02
	100000.	0.794E-01	0.346E-02	0.191E-01	0.112E-01	*0.172E-01	*0.884E-02
In II 5P-8D	5000.	0.150	0.894E-02				
1292.5 Å	10000.	0.148	0.550E-02				
C=0.73E+17	20000.	0.151	0.603E-02				
	30000.	0.154	0.648E-02	*0.297E-01	*0.153E-01		
	50000.	0.157	0.501E-02	*0.311E-01	*0.170E-01		
	100000.	0.151	0.334E-02	*0.340E-01	*0.193E-01		
In II 5P-9D	5000.	*0.247	*0.993E-02				
1243.1 Å	10000.	*0.254	*0.435E-02				
C=0.43E+17	20000.	0.269	0.505E-02				
	30000.	0.277	0.647E-02				
	50000.	0.284	0.381E-02				
	100000.	0.275	0.318E-02				
In II 6P-6D	5000.	1.18	-0.326E-01	0.871E-01	0.395E-01	*0.962E-01	*0.333E-01
5920.4 Å	10000.	1.02	-0.263E-02	0.111	0.582E-01	*0.114	*0.465E-01
C=0.32E+19	20000.	0.939	0.287E-02	0.131	0.736E-01	*0.131	*0.596E-01
	30000.	0.903	0.158E-02	0.144	0.837E-01	*0.138	*0.674E-01
	50000.	0.857	0.792E-02	0.154	0.933E-01	*0.145	*0.751E-01
	100000.	0.785	0.750E-02	0.170	0.107	0.153	0.855E-01
In II 6P-7D	5000.	0.827	-0.110E-01	*0.911E-01	*0.328E-01		
3903.2 Å	10000.	0.757	0.184E-02	*0.109	*0.453E-01		
C=0.11E+19	20000.	0.745	0.190E-02	*0.125	*0.580E-01		
	30000.	0.744	0.290E-02	*0.131	*0.656E-01	*0.128	*0.533E-01
	50000.	0.736	0.890E-02	*0.139	*0.736E-01	*0.131	*0.584E-01
	100000.	0.702	0.308E-02	0.153	0.854E-01	*0.137	*0.665E-01
In II 6P-8D	5000.	1.00	0.205E-01				
3265.0 Å	10000.	0.991	0.792E-02				
C=0.47E+18	20000.	1.02	0.161E-02				
	30000.	1.03	0.926E-02	*0.190	*0.963E-01		
	50000.	1.05	0.795E-02	*0.201	*0.107		
	100000.	1.01	0.246E-02	*0.219	*0.123		
In II 6P-9D	5000.	*1.44	*0.267E-01				
2967.0 Å	10000.	*1.48	*0.145E-01				
C=0.25E+18	20000.	1.57	0.295E-02				
	30000.	1.62	0.104E-01				
	50000.	1.66	0.116E-02				
	100000.	1.60	0.315E-02				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.163...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 7P-7D	5000.	12.1	3.08				
12776.1 Å	10000.	11.2	2.79	*1.53	*0.822		
C=0.11E+20	20000.	10.8	2.22	*1.78	*1.07		
	30000.	10.8	1.98	*1.91	*1.20		
	50000.	10.6	1.79	*2.03	*1.32	*1.85	*1.05
	100000.	10.0	1.40	*2.24	*1.51	*2.05	*1.26
In II 7P-8D	5000.	*6.75	*1.14				
7791.2 Å	10000.	6.58	0.956				
C=0.26E+19	20000.	6.73	0.808				
	30000.	6.87	0.780				
	50000.	6.92	0.677	*1.29	*0.753		
	100000.	6.66	0.517	*1.41	*0.887		
In II 7P-9D	5000.	*7.03	*0.724				
6285.1 Å	10000.	*7.20	*0.569				
C=0.11E+19	20000.	7.63	0.554				
	30000.	7.88	0.532				
	50000.	8.03	0.416				
	100000.	7.77	0.345				
In II 5D-6P	5000.	11.4	3.24	0.671	0.265	*0.820	*0.226
24362.4 Å	10000.	9.10	2.29	0.950	0.403	1.01	0.342
C=0.24E+21	20000.	7.75	1.58	1.11	0.527	1.15	0.431
	30000.	7.27	1.45	1.21	0.597	1.23	0.486
	50000.	6.79	1.23	1.32	0.683	1.30	0.553
	100000.	6.18	0.939	1.44	0.790	1.37	0.634
In II 5D-7P	5000.	2.36	-0.789	*0.206	-0.122		
7305.4 Å	10000.	1.99	-0.676	*0.260	-0.168	*0.254	-0.134
C=0.48E+19	20000.	1.77	-0.554	*0.310	-0.214	*0.295	-0.174
	30000.	1.69	-0.494	*0.343	-0.245	*0.315	-0.197
	50000.	1.60	-0.435	0.373	-0.268	*0.330	-0.214
	100000.	1.46	-0.354	0.433	-0.313	*0.359	-0.244
In II 5D-8P	5000.	1.61	-0.764				
4502.1 Å	10000.	1.39	-0.636				
C=0.14E+19	20000.	1.25	-0.519	*0.268	-0.173		
	30000.	1.21	-0.460	*0.289	-0.197		
	50000.	1.17	-0.399	*0.306	-0.217		
	100000.	1.09	-0.318	*0.347	-0.245	*0.300	-0.193
In II 5D-9P	5000.	*2.10	-1.05				
3709.2 Å	10000.	1.82	-0.889				
C=0.60E+18	20000.	1.68	-0.776				
	30000.	1.65	-0.692				
	50000.	1.60	-0.588				
	100000.	1.50	-0.460				
In II 6D-8P	5000.	10.7	-4.86				
10609.0 Å	10000.	9.30	-4.07				
C=0.78E+19	20000.	8.43	-3.33	*1.66	-1.08		
	30000.	8.13	-2.92	*1.75	-1.21		
	50000.	7.86	-2.51	*1.94	-1.34		
	100000.	7.28	-2.00	*2.04	-1.54	*1.71	-1.18
In II 6D-9P	5000.	*8.31	-3.99				
7055.2 Å	10000.	7.27	-3.39				
C=0.22E+19	20000.	6.74	-2.99				
	30000.	6.61	-2.66				
	50000.	6.41	-2.26				
	100000.	5.97	-1.77				
In II 5D-4F	5000.	2.26	0.313	0.159	0.426E-01	*0.192	*0.369E-01
10189.5 Å	10000.	1.78	0.223	0.213	0.655E-01	*0.229	*0.555E-01
C=0.31E+20	20000.	1.48	0.163	0.245	0.857E-01	0.258	0.703E-01
	30000.	1.35	0.148	0.263	0.976E-01	0.273	0.797E-01
	50000.	1.23	0.122	0.283	0.111	0.284	0.903E-01
	100000.	1.10	0.950E-01	0.298	0.129	0.293	0.105

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.163...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 5D-5F	5000.	1.72	0.893	*0.176	*0.115		
4975.2 Å	10000.	1.49	0.729	*0.225	*0.167		
C=0.13E+19	20000.	1.36	0.587	*0.272	*0.219		
	30000.	1.32	0.520	*0.300	*0.248		
	50000.	1.27	0.445	*0.333	*0.279	*0.282	*0.214
	100000.	1.17	0.347	*0.385	*0.305	*0.312	*0.243
In II 5D-6F	5000.	*2.16	*1.16				
3890.9 Å	10000.	1.88	1.02				
C=0.51E+18	20000.	1.74	0.839				
	30000.	1.71	0.745				
	50000.	1.67	0.630				
	100000.	1.55	0.489				
In II 5D-7F	5000.	*3.09	*1.68				
3439.4 Å	10000.	*2.77	*1.49				
C=0.27E+18	20000.	*2.65	*1.30				
	30000.	2.61	1.15				
	50000.	2.55	0.974				
	100000.	2.37	0.757				
In II 5D-8F	5000.						
3199.0 Å	10000.	*4.17	*2.20				
C=0.16E+18	20000.	*4.10	*1.88				
	30000.	*4.06	*1.74				
	50000.	*3.94	*1.47				
	100000.	3.68	1.16				
In II 5D-9F	5000.						
3053.1 Å	10000.						
C=0.11E+18	20000.						
	30000.	*6.17	*2.51				
	50000.	*5.98	*2.14				
	100000.	*5.59	*1.72				
In II 6D-6F	5000.	*8.78	*4.53				
7742.9 Å	10000.	7.82	3.77				
C=0.20E+19	20000.	7.47	3.09				
	30000.	7.41	2.76				
	50000.	7.26	2.33				
	100000.	6.78	1.81				
In II 6D-7F	5000.	*10.00	*5.21				
6139.2 Å	10000.	*9.09	*4.60				
C=0.86E+18	20000.	*8.77	*4.00				
	30000.	8.70	3.53				
	50000.	8.50	3.00				
	100000.	7.95	2.33				
In II 6D-8F	5000.						
5413.2 Å	10000.	*12.1	*6.18				
C=0.47E+18	20000.	*12.0	*5.28				
	30000.	*11.9	*4.89				
	50000.	*11.6	*4.13				
	100000.	10.8	3.27				
In II 6D-9F	5000.						
5008.2 Å	10000.						
C=0.29E+18	20000.						
	30000.	*16.8	*6.68				
	50000.	*16.3	*5.68				
	100000.	*15.3	*4.58				
In II 4F-7D	5000.	4.10	0.131	*0.450	*0.158		
8545.9 Å	10000.	3.70	0.210	*0.536	*0.219		
C=0.51E+19	20000.	3.61	0.138	*0.615	*0.280		
	30000.	3.58	0.131	*0.646	*0.317	*0.631	*0.257
	50000.	3.52	0.137	*0.685	*0.356	*0.643	*0.283
	100000.	3.34	0.798E-01	*0.751	*0.415	*0.679	*0.319

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.163...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 4F-8D	5000.	3.46	0.128				
5984.6 Å	10000.	3.38	0.620E-01				
C=0.16E+19	20000.	3.43	0.570E-01				
	30000.	3.48	0.827E-01	*0.645	*0.324		
	50000.	3.52	0.725E-01	*0.677	*0.362		
	100000.	3.39	0.401E-01	*0.738	*0.413		
In II 4F-9D	5000.	*4.24	*0.111				
5054.3 Å	10000.	*4.33	*0.710E-01				
C=0.71E+18	20000.	4.57	0.433E-01				
	30000.	4.71	0.680E-01				
	50000.	4.80	0.318E-01				
	100000.	4.65	0.322E-01				
In II 5F-6D	5000.	14.1	-5.65	*1.30	-0.791		
13673.0 Å	10000.	12.8	-4.57	*1.63	-1.13		
C=0.99E+19	20000.	12.3	-3.71	*1.98	-1.48		
	30000.	12.1	-3.31	*2.19	-1.67		
	50000.	11.7	-2.83	*2.38	-1.86	*2.08	-1.51
	100000.	10.9	-2.24	*2.78	-2.14	*2.34	-1.65
In II 6S-6P	5000.	0.735	-0.259	0.292E-01	-0.952E-02	0.366E-01	-0.869E-02
7029.8 Å	10000.	0.543	-0.199	0.432E-01	-0.157E-01	0.494E-01	-0.136E-01
C=0.29E+20	20000.	0.410	-0.154	0.531E-01	-0.223E-01	0.565E-01	-0.181E-01
	30000.	0.354	-0.135	0.579E-01	-0.250E-01	0.607E-01	-0.205E-01
	50000.	0.306	-0.116	0.638E-01	-0.287E-01	0.651E-01	-0.235E-01
	100000.	0.258	-0.931E-01	0.700E-01	-0.343E-01	0.693E-01	-0.275E-01
In II 6S-7P	5000.	0.284	-0.117	*0.252E-01	-0.849E-02	*0.278E-01	-0.723E-02
3011.3 Å	10000.	0.216	-0.912E-01	0.312E-01	-0.128E-01	*0.329E-01	-0.102E-01
C=0.21E+19	20000.	0.181	-0.754E-01	0.360E-01	-0.161E-01	*0.370E-01	-0.130E-01
	30000.	0.167	-0.669E-01	0.388E-01	-0.182E-01	*0.386E-01	-0.148E-01
	50000.	0.153	-0.573E-01	0.409E-01	-0.205E-01	*0.401E-01	-0.163E-01
	100000.	0.138	-0.472E-01	0.449E-01	-0.239E-01	0.420E-01	-0.191E-01
In II 6S-8P	5000.	0.361	-0.163				
2380.1 Å	10000.	0.293	-0.136	*0.536E-01	-0.236E-01		
C=0.67E+18	20000.	0.257	-0.119	*0.605E-01	-0.304E-01		
	30000.	0.243	-0.106	*0.642E-01	-0.348E-01		
	50000.	0.232	-0.909E-01	*0.674E-01	-0.380E-01	*0.647E-01	-0.304E-01
	100000.	0.217	-0.738E-01	*0.744E-01	-0.445E-01	*0.652E-01	-0.344E-01
In II 6S-9P	5000.	*0.585	-0.291				
2134.0 Å	10000.	0.502	-0.252				
C=0.27E+18	20000.	0.458	-0.224				
	30000.	0.447	-0.197				
	50000.	0.437	-0.172				
	100000.	0.411	-0.135	*0.134	-0.934E-01		
In II 7S-7P	5000.	11.8	-4.48	*0.880	-0.352	*0.958	-0.297
17576.0 Å	10000.	9.19	-4.07	1.10	-0.518	*1.14	-0.414
C=0.72E+20	20000.	7.67	-3.43	1.28	-0.657	*1.29	-0.531
	30000.	7.09	-3.09	1.38	-0.746	*1.35	-0.600
	50000.	6.49	-2.75	1.46	-0.828	*1.41	-0.669
	100000.	5.83	-2.28	1.60	-0.958	1.46	-0.761
In II 7S-8P	5000.	3.25	-1.54				
6898.6 Å	10000.	2.67	-1.30	*0.453	-0.206		
C=0.56E+19	20000.	2.36	-1.16	*0.515	-0.267		
	30000.	2.24	-1.04	*0.543	-0.302		
	50000.	2.13	-0.898	*0.582	-0.340	*0.555	-0.272
	100000.	1.99	-0.727	*0.627	-0.384	*0.542	-0.297
In II 7S-9P	5000.	*3.52	-1.78				
5170.4 Å	10000.	3.04	-1.56				
C=0.16E+19	20000.	2.78	-1.39				
	30000.	2.72	-1.24				
	50000.	2.66	-1.08				
	100000.	2.50	-0.849	*0.782	-0.550		

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.163...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 5P-6S	5000.	0.225E-01	0.103E-01	0.139E-03	0.263E-03	0.223E-03	0.252E-03
2027.9 Å	10000.	0.156E-01	0.766E-02	0.354E-03	0.487E-03	0.462E-03	0.442E-03
C=0.58E+19	20000.	0.109E-01	0.596E-02	0.658E-03	0.729E-03	0.730E-03	0.633E-03
	30000.	0.893E-02	0.497E-02	0.888E-03	0.888E-03	0.881E-03	0.734E-03
	50000.	0.746E-02	0.425E-02	0.111E-02	0.102E-02	0.104E-02	0.842E-03
	100000.	0.614E-02	0.345E-02	0.141E-02	0.123E-02	0.127E-02	0.101E-02
In II 5P-7S	5000.	0.238E-01	0.132E-01	0.360E-03	0.696E-03	0.428E-03	0.603E-03
1301.5 Å	10000.	0.163E-01	0.107E-01	0.772E-03	0.107E-02	0.760E-03	0.907E-03
C=0.96E+18	20000.	0.120E-01	0.821E-02	0.129E-02	0.140E-02	0.113E-02	0.115E-02
	30000.	0.110E-01	0.742E-02	0.154E-02	0.160E-02	0.131E-02	0.130E-02
	50000.	0.969E-02	0.634E-02	0.183E-02	0.182E-02	0.156E-02	0.148E-02
	100000.	0.830E-02	0.508E-02	0.231E-02	0.210E-02	0.186E-02	0.171E-02
In II 5P-8S	5000.	0.399E-01	0.195E-01	0.132E-02	0.172E-02	0.130E-02	0.144E-02
1130.4 Å	10000.	0.279E-01	0.184E-01	0.238E-02	0.246E-02	0.204E-02	0.200E-02
C=0.37E+18	20000.	0.233E-01	0.151E-01	0.316E-02	0.314E-02	0.264E-02	0.255E-02
	30000.	0.210E-01	0.141E-01	0.358E-02	0.357E-02	0.301E-02	0.289E-02
	50000.	0.189E-01	0.123E-01	0.423E-02	0.399E-02	0.354E-02	0.322E-02
	100000.	0.170E-01	0.981E-02	0.511E-02	0.460E-02	0.417E-02	0.376E-02
In II 5P-9S	5000.	0.656E-01	0.335E-01	*0.392E-02	*0.366E-02	*0.346E-02	*0.275E-02
1057.9 Å	10000.	0.487E-01	0.323E-01	*0.554E-02	*0.506E-02	*0.459E-02	*0.399E-02
C=0.18E+18	20000.	0.422E-01	0.277E-01	*0.698E-02	*0.654E-02	*0.578E-02	*0.530E-02
	30000.	0.398E-01	0.252E-01	*0.792E-02	*0.739E-02	*0.652E-02	*0.599E-02
	50000.	0.364E-01	0.226E-01	*0.918E-02	*0.829E-02	*0.748E-02	*0.662E-02
	100000.	0.340E-01	0.184E-01	0.104E-01	0.936E-02	*0.785E-02	*0.733E-02
In II 6P-7S	5000.	1.29	0.466	0.390E-01	0.287E-01	0.457E-01	0.242E-01
7522.4 Å	10000.	0.951	0.419	0.601E-01	0.433E-01	0.635E-01	0.365E-01
C=0.32E+20	20000.	0.723	0.362	0.777E-01	0.564E-01	0.754E-01	0.460E-01
	30000.	0.651	0.313	0.863E-01	0.636E-01	0.829E-01	0.521E-01
	50000.	0.571	0.283	0.974E-01	0.723E-01	0.912E-01	0.587E-01
	100000.	0.484	0.230	0.114	0.842E-01	0.986E-01	0.670E-01
In II 6P-8S	5000.	0.599	0.257	0.215E-01	0.228E-01	*0.224E-01	*0.189E-01
4012.3 Å	10000.	0.442	0.250	0.347E-01	0.323E-01	*0.316E-01	*0.261E-01
C=0.46E+19	20000.	0.364	0.209	0.450E-01	0.412E-01	0.389E-01	0.334E-01
	30000.	0.337	0.188	0.514E-01	0.472E-01	0.443E-01	0.381E-01
	50000.	0.301	0.174	0.596E-01	0.526E-01	0.492E-01	0.417E-01
	100000.	0.270	0.140	0.691E-01	0.597E-01	0.589E-01	0.481E-01
In II 6P-9S	5000.	0.664	0.317	*0.383E-01	*0.344E-01	*0.338E-01	*0.259E-01
3227.0 Å	10000.	0.501	0.310	*0.531E-01	*0.475E-01	*0.446E-01	*0.376E-01
C=0.17E+19	20000.	0.431	0.266	*0.669E-01	*0.612E-01	*0.567E-01	*0.499E-01
	30000.	0.407	0.245	*0.750E-01	*0.695E-01	*0.632E-01	*0.562E-01
	50000.	0.375	0.222	*0.874E-01	*0.780E-01	*0.724E-01	*0.621E-01
	100000.	0.351	0.182	0.101	0.883E-01	*0.753E-01	*0.704E-01
In II 7P-8S	5000.	14.8	5.61	*0.926	*0.538	*0.950	*0.436
16834.0 Å	10000.	11.9	5.18	*1.18	*0.750	*1.16	*0.600
C=0.66E+20	20000.	10.1	4.92	1.41	0.962	*1.34	*0.775
	30000.	9.29	4.50	1.54	1.09	*1.43	*0.885
	50000.	8.57	4.00	1.70	1.21	*1.51	*0.975
	100000.	7.80	3.40	1.86	1.38	*1.70	*1.13
In II 7P-9S	5000.	5.40	2.12	*0.343	*0.249		
8329.9 Å	10000.	4.38	2.21	*0.445	*0.348		
C=0.11E+20	20000.	3.75	2.08	*0.554	*0.450	*0.468	*0.356
	30000.	3.53	1.90	*0.618	*0.510	*0.517	*0.410
	50000.	3.33	1.70	*0.676	*0.560	*0.566	*0.443
	100000.	3.10	1.43	0.767	0.642	*0.628	*0.528
In II 5P-5D	5000.	0.220E-01	0.191E-02	0.833E-03	0.241E-03	0.116E-02	0.229E-03
1735.8 Å	10000.	0.158E-01	0.168E-02	0.134E-02	0.441E-03	0.166E-02	0.392E-03
C=0.18E+19	20000.	0.117E-01	0.141E-02	0.184E-02	0.649E-03	0.198E-02	0.556E-03
	30000.	0.101E-01	0.142E-02	0.200E-02	0.777E-03	0.213E-02	0.632E-03
	50000.	0.853E-02	0.133E-02	0.221E-02	0.893E-03	0.231E-02	0.726E-03
	100000.	0.701E-02	0.119E-02	0.248E-02	0.106E-02	0.247E-02	0.867E-03

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.163...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 5P-6D	5000.	0.408E-01	-0.153E-02	0.267E-02	-0.134E-02	*0.312E-02	-0.114E-02
1247.1 Å	10000.	0.341E-01	-0.231E-02	0.364E-02	-0.203E-02	*0.377E-02	-0.162E-02
C=0.18E+18	20000.	0.308E-01	-0.168E-02	0.431E-02	-0.255E-02	*0.433E-02	-0.206E-02
	30000.	0.295E-01	-0.180E-02	0.474E-02	-0.288E-02	0.461E-02	-0.235E-02
	50000.	0.281E-01	-0.169E-02	0.521E-02	-0.327E-02	0.494E-02	-0.263E-02
	100000.	0.257E-01	-0.134E-02	0.572E-02	-0.376E-02	0.522E-02	-0.300E-02
In II 5P-7D	5000.	0.589E-01	-0.327E-02	*0.650E-02	-0.239E-02		
1109.4 Å	10000.	0.540E-01	-0.430E-02	*0.774E-02	-0.334E-02		
C=0.99E+17	20000.	0.531E-01	-0.366E-02	*0.892E-02	-0.425E-02	*0.884E-02	-0.343E-02
	30000.	0.533E-01	-0.344E-02	*0.946E-02	-0.483E-02	*0.917E-02	-0.388E-02
	50000.	0.533E-01	-0.344E-02	*0.100E-01	-0.532E-02	*0.963E-02	-0.438E-02
	100000.	0.510E-01	-0.255E-02	0.106E-01	-0.608E-02	*0.994E-02	-0.498E-02
In II 5P-8D	5000.	0.889E-01	-0.247E-02				
1046.2 Å	10000.	0.887E-01	-0.336E-02				
C=0.64E+17	20000.	0.937E-01	-0.288E-02	*0.162E-01	-0.207E-02		
	30000.	0.970E-01	-0.279E-02	*0.166E-01	-0.235E-02		
	50000.	0.994E-01	-0.268E-02	*0.170E-01	-0.268E-02		
	100000.	0.972E-01	-0.231E-02	*0.174E-01	-0.302E-02	*0.173E-01	-0.242E-02
In II 5P-9D	5000.	0.613E-01	-0.173E-01				
1013.2 Å	10000.	0.464E-01	-0.149E-01				
C=0.38E+17	20000.	0.378E-01	-0.122E-01				
	30000.	0.348E-01	-0.118E-01				
	50000.	0.320E-01	-0.105E-01				
	100000.	0.296E-01	-0.826E-02				
In II 6P-6D	5000.	1.18	0.621E-01	0.727E-01	-0.286E-01	*0.838E-01	-0.243E-01
6007.5 Å	10000.	0.971	0.262E-01	0.944E-01	-0.433E-01	*0.992E-01	-0.347E-01
C=0.41E+19	20000.	0.859	0.194E-01	0.110	-0.544E-01	*0.113	-0.444E-01
	30000.	0.814	0.143E-01	0.120	-0.616E-01	*0.120	-0.500E-01
	50000.	0.766	0.840E-02	0.130	-0.703E-01	0.126	-0.562E-01
	100000.	0.696	0.603E-02	0.140	-0.801E-01	0.131	-0.650E-01
In II 6P-7D	5000.	0.750	-0.802E-02	*0.773E-01	-0.266E-01		
3758.7 Å	10000.	0.678	-0.227E-01	*0.919E-01	-0.371E-01		
C=0.11E+19	20000.	0.658	-0.202E-01	*0.105	-0.476E-01	*0.105	-0.383E-01
	30000.	0.657	-0.196E-01	*0.111	-0.538E-01	*0.108	-0.439E-01
	50000.	0.651	-0.222E-01	*0.117	-0.600E-01	*0.114	-0.480E-01
	100000.	0.621	-0.150E-01	0.124	-0.685E-01	*0.118	-0.562E-01
In II 6P-8D	5000.	0.833	-0.172E-01				
3120.2 Å	10000.	0.824	-0.189E-01				
C=0.57E+18	20000.	0.863	-0.159E-01				
	30000.	0.890	-0.152E-01	*0.150	-0.196E-01		
	50000.	0.910	-0.145E-01	*0.153	-0.220E-01		
	100000.	0.887	-0.123E-01	*0.157	-0.257E-01	*0.155	-0.206E-01
In II 6P-9D	5000.	0.518	-0.144				
2844.1 Å	10000.	0.394	-0.118				
C=0.30E+18	20000.	0.323	-0.940E-01				
	30000.	0.297	-0.892E-01				
	50000.	0.273	-0.774E-01				
	100000.	0.252	-0.584E-01				
In II 7P-7D	5000.	11.2	0.919	*1.09	-0.241		
13120.9 Å	10000.	9.96	0.641	*1.29	-0.342		
C=0.14E+20	20000.	9.63	0.639	*1.45	-0.437		
	30000.	9.58	0.571	*1.50	-0.500	*1.52	-0.403
	50000.	9.46	0.434	*1.56	-0.558	*1.55	-0.442
	100000.	9.01	0.391	1.67	-0.633	*1.57	-0.513
In II 7P-8D	5000.	5.47	0.369				
7653.3 Å	10000.	5.38	0.238				
C=0.34E+19	20000.	5.64	0.202				
	30000.	5.81	0.179	*0.951	-0.303E-01		
	50000.	5.94	0.145	*0.970	-0.346E-01		
	100000.	5.79	0.118	*1.01	-0.412E-01		

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.163...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 7P-9D	5000.	2.72	-0.500				
6181.7 Å	10000.	2.13	-0.348				
C=0.14E+19	20000.	1.80	-0.272				
	30000.	1.69	-0.254				
	50000.	1.58	-0.195				
	100000.	1.48	-0.151				
In II 8P-9D	5000.	16.2	0.494				
13567.2 Å	10000.	13.5	0.858				
C=0.69E+19	20000.	12.1	0.898				
	30000.	11.6	0.853				
	50000.	11.2	0.851				
	100000.	10.6	0.761				
In II 5D-6P	5000.	4.35	-1.17	0.222	-0.586E-01	0.275	-0.535E-01
16865.4 Å	10000.	3.22	-0.911	0.318	-0.959E-01	0.353	-0.832E-01
C=0.17E+21	20000.	2.46	-0.690	0.379	-0.136	0.403	-0.110
	30000.	2.17	-0.617	0.410	-0.152	0.431	-0.125
	50000.	1.87	-0.530	0.447	-0.175	0.458	-0.142
	100000.	1.58	-0.424	0.482	-0.207	0.476	-0.167
In II 5D-7P	5000.	0.522	-0.204	*0.471E-01	-0.152E-01	*0.515E-01	-0.130E-01
4014.0 Å	10000.	0.398	-0.156	0.579E-01	-0.229E-01	*0.611E-01	-0.182E-01
C=0.38E+19	20000.	0.331	-0.127	0.666E-01	-0.287E-01	*0.687E-01	-0.233E-01
	30000.	0.305	-0.113	0.714E-01	-0.326E-01	*0.715E-01	-0.265E-01
	50000.	0.279	-0.963E-01	0.754E-01	-0.367E-01	*0.745E-01	-0.291E-01
	100000.	0.251	-0.782E-01	0.822E-01	-0.427E-01	0.773E-01	-0.343E-01
In II 5D-8P	5000.	0.568	-0.255				
2965.7 Å	10000.	0.461	-0.213	*0.843E-01	-0.366E-01		
C=0.10E+19	20000.	0.405	-0.183	*0.950E-01	-0.472E-01		
	30000.	0.382	-0.164	*0.101	-0.541E-01		
	50000.	0.364	-0.139	*0.106	-0.592E-01	*0.102	-0.473E-01
	100000.	0.339	-0.112	*0.117	-0.691E-01	*0.102	-0.535E-01
In II 5D-9P	5000.	*0.869	-0.431				
2593.1 Å	10000.	0.746	-0.373				
C=0.39E+18	20000.	0.681	-0.331				
	30000.	0.663	-0.291				
	50000.	0.648	-0.252				
	100000.	0.609	-0.198	*0.199	-0.138		
In II 6D-8P	5000.	6.08	-2.09				
8974.0 Å	10000.	5.14	-1.82	*0.792	-0.291		
C=0.92E+19	20000.	4.69	-1.50	*0.884	-0.375		
	30000.	4.54	-1.34	*0.933	-0.430		
	50000.	4.38	-1.14	*0.967	-0.475	*0.933	-0.378
	100000.	4.11	-0.917	*1.01	-0.535	*0.988	-0.430
In II 6D-9P	5000.	*5.43	-2.41				
6254.5 Å	10000.	4.75	-2.09				
C=0.23E+19	20000.	4.41	-1.84				
	30000.	4.33	-1.62				
	50000.	4.26	-1.40				
	100000.	4.02	-1.10	*1.17	-0.783		
In II 5D-5F	5000.	0.692	0.372				
3151.5 Å	10000.	0.607	0.310	*0.964E-01	0.727E-01		
C=0.57E+18	20000.	0.559	0.249	*0.121	0.956E-01		
	30000.	0.544	0.217	*0.130	0.107		
	50000.	0.528	0.189	*0.149	0.119		
	100000.	0.489	0.147	*0.158	0.137	*0.127	0.105
In II 5D-6F	5000.	*1.02	0.560				
2678.2 Å	10000.	0.896	0.480				
C=0.26E+18	20000.	0.822	0.408				
	30000.	0.812	0.361				
	50000.	0.795	0.307				
	100000.	0.742	0.238				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.163...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 5D-7F	5000.	*1.60	*0.892				
2456.1 Å	10000.	*1.43	*0.787				
C=0.15E+18	20000.	*1.38	*0.690				
	30000.	1.37	0.614				
	50000.	1.34	0.521				
	100000.	1.25	0.402				
In II 5D-8F	5000.	*1.02	*0.562				
2678.2 Å	10000.	0.897	0.481				
C=0.26E+18	20000.	0.822	0.410				
	30000.	0.813	0.363				
	50000.	0.796	0.309				
	100000.	0.743	0.239				
In II 5D-9F	5000.						
2252.3 Å	10000.						
C=0.68E+17	20000.						
	30000.	*3.37	*1.42				
	50000.	*3.27	*1.21				
	100000.	*3.07	*0.974				
In II 6D-6F	5000.	*7.24	*3.71				
6773.6 Å	10000.	6.40	3.17				
C=0.17E+19	20000.	5.92	2.72				
	30000.	5.84	2.41				
	50000.	5.71	2.04				
	100000.	5.33	1.59				
In II 6D-7F	5000.	*8.55	*4.57				
5512.6 Å	10000.	*7.65	*4.03				
C=0.76E+18	20000.	*7.38	*3.54				
	30000.	7.33	3.15				
	50000.	7.15	2.67				
	100000.	6.69	2.07				
In II 6D-8F	5000.						
4919.5 Å	10000.	*10.2	*5.44				
C=0.43E+18	20000.	*10.1	*4.62				
	30000.	*10.1	*4.34				
	50000.	*9.81	*3.66				
	100000.	9.19	2.89				
In II 6D-9F	5000.						
4582.3 Å	10000.						
C=0.28E+18	20000.						
	30000.	*14.2	*5.92				
	50000.	*13.8	*5.04				
	100000.	*13.0	*4.06				
In II 5D-4F	5000.	0.546	0.394E-01	0.321E-01	0.199E-01	*0.375E-01	*0.169E-01
4665.5 Å	10000.	0.432	0.447E-01	0.460E-01	0.300E-01	*0.466E-01	*0.238E-01
C=0.25E+19	20000.	0.357	0.437E-01	0.555E-01	0.377E-01	0.544E-01	0.306E-01
	30000.	0.322	0.417E-01	0.612E-01	0.425E-01	0.585E-01	0.345E-01
	50000.	0.283	0.397E-01	0.688E-01	0.481E-01	0.625E-01	0.384E-01
	100000.	0.240	0.350E-01	0.787E-01	0.563E-01	0.707E-01	0.452E-01
In II 4F-7D	5000.	5.01	-0.609	*0.478	-0.199		
9009.2 Å	10000.	4.53	-0.555	*0.578	-0.274		
C=0.65E+19	20000.	4.35	-0.486	*0.665	-0.353		
	30000.	4.30	-0.438	*0.701	-0.398	*0.670	-0.317
	50000.	4.22	-0.417	*0.751	-0.444	*0.707	-0.353
	100000.	3.97	-0.333	0.821	-0.495	*0.743	-0.407
In II 4F-8D	5000.	3.49	-0.362				
6044.3 Å	10000.	3.41	-0.307				
C=0.21E+19	20000.	3.51	-0.251				
	30000.	3.59	-0.219	*0.572	-0.123		
	50000.	3.63	-0.192	*0.589	-0.137		
	100000.	3.51	-0.161	*0.618	-0.156	*0.599	-0.125

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.163...35D

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
In II 4F-9D	5000.	1.90	-0.639				
5087.8 Å	10000.	1.47	-0.525				
C=0.97E+18	20000.	1.22	-0.429				
	30000.	1.12	-0.396				
	50000.	1.03	-0.343				
	100000.	0.934	-0.269				
In II 5F-6D	5000.	10.3	-4.88				
10922.3 Å	10000.	9.12	-4.08	*1.24	-0.917		
C=0.68E+19	20000.	8.43	-3.28	*1.51	-1.19		
	30000.	8.21	-2.85	*1.66	-1.37		
	50000.	7.99	-2.48	*1.86	-1.48		
	100000.	7.42	-1.93	*2.07	-1.76	*1.57	-1.35

corresponding full width at half maximum. For each value given in Table 1, the collision volume (V) multiplied by the perturber density (N) is much less than one and the impact approximation is valid (Sahal-Bréchot, 1969ab). Values for NV $>$ 0.5 are not given and values for 0.1 $<$ NV $\leq$ 0.5 are denoted by an asterisk. When the impact approximation is not valid, the ion broadening contribution may be estimated by using quasistatic approach (Sahal-Bréchot 1991 or Griem 1974). In the region between where neither of these two approximations is valid, a unified type theory should be used. For example in Barnard *et al.* (1974), a simple analytical formula for such a case is given. The accuracy of the results obtained decreases when broadening by ion interactions becomes important.

Acknowledgements – This work is a part of the project "Influence of collisional processes on astrophysical plasma lineshapes", supported by Ministry of Science, Technologies and Development of Serbia.

REFERENCES

Barnard, A.J., Cooper, J., Smith, E.W., 1974, J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer **14**, 1025.

Dimitrijević, M. S., and Sahal−Bréchot,S.: 1984, *J. Quant Spectrosc. Radiative Transfer* **31**, 301.

Dimitrijević M.S., Sahal-Bréchot, S.: 1995, *Physica Scripta*, **52**, 41.

Dimitrijević, M. S., and Sahal−Bréchot, S.: 2001a, *Serb. Astron. J.*, **162**, 57.

Dimitrijević, M. S., and Sahal−Bréchot, S.: 2001b, *Physica Scripta*, in press.

Dimitrijević, M.S., Sahal-Bréchot, S., Bommier, V.: 1991, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **89**, 581.

Fleurier, C., Sahal-Bréchot, S., Chapelle, J.: 1977, *J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer*, **17**, 595.

Griem, H. R.: 1974, *Spectral Line Broadening by Plasmas*, Academic Press, New York.

Lakićević, I.: 1983, *Astron. Astrophys.* **127**, 37.

Moore, C.: 1971, Atomic Energy Levels III, NSRDS-NBS 35, U.S. Dept. of Commerce, National Bureau of Standards, U.S. Govt. Printing Office, Washington D.C.

N'Dollo, M., Fabry, M.: 1987, *J. Physique* **48**, 703.

Sahal−Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.* **1**, 91.

Sahal−Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.* **2**, 322.

Sahal−Bréchot, S.: 1974, *Astron. Astrophys.* **35**, 321.

Sahal−Bréchot, S.: 1991, *Astron. Astrophys.* **245**, 322.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.163...35D

ТАБЕЛЕ ПАРАМЕТАРА ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА In II (Део II)

М. С. Димитријевић[1] и S. Sahal–Bréchot[2]

[1] *Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд, Србија, Југославија*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris-Meudon, 92190 Meudon, France

УДК 52–355.3
Претходно саопштење

Користећи семикласичан прилаз, израчунате су ширине и помераји спектралних линија, проузроковани сударима са електронима, протонима и јонима хелијума, за 101 мултиплет In II. Резултати су дати за температуре 5000 K, 10000 K, 20000 K, 30000 K, 50000 K и 100000 K и концентрацију пертурбера 10^{16} cm^{-3}.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

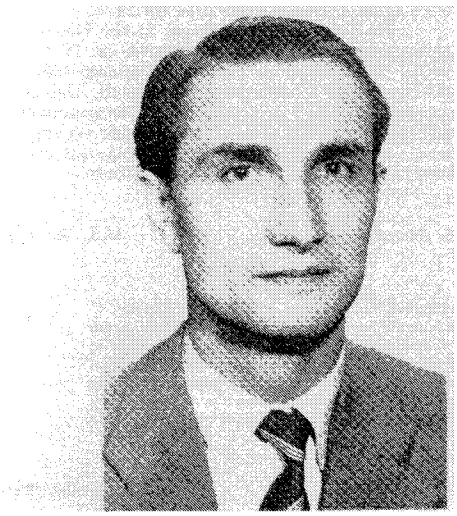
2001SerAJ.164....1D

Serb. Astron. J. № 164 (2001), 1 – 2

OBITUARY

MILORAD B. PROTIĆ

Belgrade 6th September 1911 – Belgrade 29 October 2001



On 29 October 2001 in Belgrade passed away in his 91st year Milorad B. Protić, one-time Director of the Belgrade Astronomical Observatory (1956-1960 and 1971-1975), and an outstanding astronomer.

He was the first resident of the just built Observatory on the Zvezdara hill in 1932, where he dwelt continuously until his last day, devoting all his life to the science he so much loved. He was the Editor-in-chief of this periodical, titled at the time Bulletin de l'Observatoire astronomique de Belgrade (from No. 145 for 1992 it titled Bulletin astronomique de Belgrade and beginning from No. 157 for 1998 it is Serbian Astronomical Journal) for the years 1941-1942 (published in 1950) then for 1955-1960 and for 1971-1975. He was also Editor-in-chief for a series of issues of Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade, Nos. 17-19 and 21-22.

Milorad B. Protić was born in Belgrade on 6. IX 1911. He finished the technical secondary school (mashine branch) in 1921, obtaining employment in the Industry of Air-plane Motors in Rakovica, where he worked as a technical draftsman. He performed this duty until the end of August 1931. He joined the Belgrade Observatory at the end of April 1932 as a volunteer, being appointed in October of that year a junior calculator, afterwards as a calculator day-worker, to finally become in October 1935 a junior observer. From 1935 till 1937 he was the manager of the computer center.

When in 1935 the Astronomical Observatory started its observational activity the then Director V.V. Mišković entrusted Protić with the organization and conduct of regular observation of Sun-spots activity with the Zeiss astrograph. The results were regularly sent to the Central Bureau for the Solar activity in Zürich, which published them, together with the data of other observatories in its Quarterly Bulletin of Solar Activity.

In 1935 started, under Milorad Protić's management, the preparations and from 1936 on the observations of, minor planets, comets and satellites which continuously go on until the present-day. From 1936 up to 1956 Protić discovered 33 minor planets, all of these discoveries having been made at the Belgrade Observatory. The first of them was named 1564 Serbia. In addition, Protić as the discoverer gave names to the following minor planets: 1517 Beograd, 1550 Tito, 1554 Yugoslavia, 1605 Milanković, 1675 Simonida, 1724 Vladimir (after his grandson's name), 2244 Tesla and 1348 Mišković.

During the Second World War Protić continued working at the Observatory as an observer, performing the same function after the Liberation in 1944. When in 1946 the Observatory Director academician V.V. Mišković resigned, the Faculty Council of the Belgrade University appointed Protić deputy Director. In this capacity he managed the reconstruction of the war-devastated and ruined Observatory, taking great pains and investing all his knowledge in order that the Observatory might restore its original appearance as quickly as possible and that its normal activity be resumed. Of particular importance was the restoration of the Large Refractor's

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.164....1D

dome and that of the almost ruined instrument inside it, the repairing of the movable floor and of all of the instalations. This extremely difficult and responsible task was accomplished in a very short time, from the middle of 1947 till the end of 1948.

Notwithstanding his enormous obligations concerning the enabling the Observatory for its normal work Protić, at the invitation of the President of the IAU Commission 20 for Minor Planets, Comets and Satellites, carried through the computation of the ephemeris for about hundred known minor planets for 1947 (98 minor planets), for 1948 (106) and for 1949 (106 minor planets).

When in May 1948 Vojislav V. Mišković's resignation from the Director's post was accepted, in his stead was appointed academician Milutin Milanković, Protić becoming the secretary, discharging this duty till January 1949. Besides his official work he studied the science he so much loved at the Faculty of Natural Sciences in Belgrade, graduating in 1951 from the Group for Astronomy of that Faculty.

From 1952 Protić is a member of the IAU Commission 20 for Minor Planets, Comets and Satellites, having attended the 9th IAU General Assembly in 1955 in Dublin as well as the 12th IAU General Assembly in 1961 in Hamburg.

From 1952 until 1956 he performed the duty of the deputy Director. Since V.V. Mišković's retirement on 27. III 1954 Protić headed the Observatory first as a deputy Director and from 21. XI 1956 till 21. XI 1960 as Director.

From the end of 1957 until the end of 1959 it is under Protić's management that the construction of the pavilions was carried out for housing the Large Meridian Instrument, Large Transit Instrument and Vertical Circle. After 34 years installed in these pavilions were these three fundamental instruments, where with the Belgrade Observatory became one of the best outfitted for the researches in the field of fundamental astronomy. Apart from these pavilions several auxiliary structures, an apartment house and internal road were built and the Observatory's grounds were extended to the present-day 10 ha. The total investments into these additional constructions amounted to about one third of those in 1929/30 involved into building of the Observatory. Protić is once again Director from 1971 till 1975.

He deceased in his house at the Observatory, surrounded with his familly's love, on 29 October 2001. In his honour the minor planet 1983 RT_3, discovered on 2 September 2001 by H. Debehogne, was named 22278 Protitch, which was announced on 30 December 2001. For all remarkable accomplishements of Milorad B. Protić the Serbian astronomers owe him lasting reverence and gratitude.

M.S. Dimitrijević

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.164...53P

Serb. Astron. J. № 164 (2001), 53 – 56

UDC 52–735 : 524.7–48/52–336
Preliminary report

THE GRAVITATIONAL MICROLENS INFLUENCE ON X-RAY SPECTRAL LINE GENERATED BY AN AGN ACCRETION DISC *

L. Č. Popović[1], E. G. Mediavilla[2], J. A. Muñoz[2], M. S. Dimitrijević[1] and P. Jovanović[1]

[1] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade-74, Yugoslavia*

[2] *Instituto de Astrofísica de Canarias E-382005, La Laguna, Tenerife, Spain*

(Received: September 20, 2001)

SUMMARY: The influence of gravitational microlensing on the X-ray spectral line profiles originated from a relativistic accretion disc has been studied. Using a disc model, we show that microlensing can induce noticeable changes in the line shapes when the Einstein ring radius associated with the microlens is of a size comparable to that of the accretion disc. Taking into account the relatively small size of the X-ray accretion disc, we found that compact objects (of about a Solar mass) which belong to the bulge of the host galaxy can produce significant changes in the X-ray line profile of AGN.

1. INTRODUCTION

Thanks to the developing of X-ray telescopes, we are able to investigate the innermost regions of Active Galactic Nuclei (AGNs). The shape of the Fe K_α line in numerous AGNs indicates that an accretion disc is present in the central part (see e.g. Nandra *et al.* 1997, 1999, Fabian *et al.* 2000, Reevese 2001). This line is probably produced in the very compact region near the Black Hole (BH) (Iwashawa *et al.* 1999, Nandra *et al.* 1999) and can provide very relevant information about the kinematics and the physical conditions around the BH.

Popović *et al.* (2001) have recently studied the influence of microlensing on the optical and UV Broad Emission Lines (BEL), founding that microlensing can induce significant changes in the line profiles. The X-ray emitting region in AGNs is more compact than the optical one, and consequently the microlensing effects should be stronger. The influence of microlensing on X-ray continuum emission originating in an accretion disc was analized by Yonehara *et al.* (2000).

In this paper we present some preliminary results about the influence of microlensing on the Fe Kα line generated by a relativistic accretion disc in the Schwarzschild metric.

2. MODEL

Our computations will be based in a relativistic accretion disc model in the Schwarzschild metric (Fabian *et al.* 1989). When gravitational microlensing is included in this model, the line shape is given by

$$\frac{F_\nu}{F_0} =$$

$$\int_{R_{in}}^{R_{out}} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \epsilon(r) \cdot \left(\frac{\nu}{\nu_e(r,\phi)}\right)^3 \cdot I(r,\phi,\nu) \cdot A(r,\phi)\; dr\; d\phi$$

* The paper was present at GLITP Workshop on Gravitational Lens Monitoring, 4-6 June 2001, La Laguna

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.164...53P

where $\nu_e(r,\phi)$ is the emitted frequence and $\epsilon(r) = r^{-q}$ is the emissivity. $I(r,\phi,\nu)$ is the intensity emitted at frequency ν at a point of the disc with coordinates r,ϕ (for more details see, e.g., Fabian et al. 1995).

The amplification caused by microlensing is given by the function

$$A(r,\phi) = \frac{u^2(r,\phi)+2}{u(r,\phi)\sqrt{u^2(r,\phi)+4}}, \qquad (4)$$

where $u(r,\phi)$ corresponds to the angular separation between the lens and the source in units of the Einstein Ring Radius (ERR). It is obtained from

$$u(r,\phi) = \frac{\sqrt{(r\,cos\,\phi\,cos\,i - r_0\,cos\,\phi_0)^2 + (r\,sin\,\phi - r_0\,sin\,\phi_0)^2}}{\eta_0},$$

r_0 being the radial distance of the microlens from the disc center, ϕ_0 the azimuthal position of the microlens and η_0 the ERR expressed in gravitational radii, $\Re_g = GM/c^2$, units.

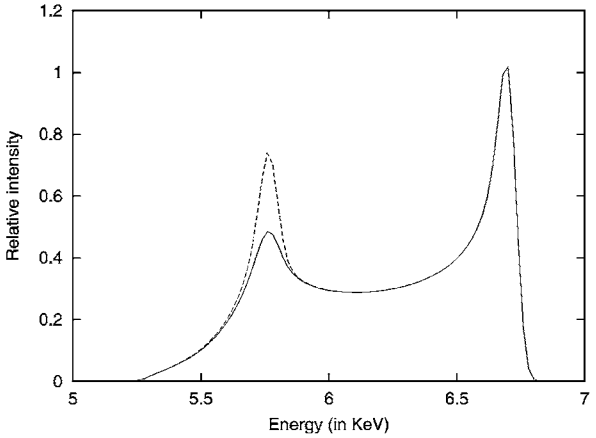


Fig. 1. *Influence of microlensing on the Fe Kα line originated by an accretion disc with parameters: i = 32 R_{inn} = 20$\Re_g$, R_{out} = 50$\Re_g$ and emissivity q=-3. The parameters of the gravitational microlens are: R_0 = 50$\Re_g$, ϕ_0 = 90°, ERR=10 $\Re_g$.*

3. RESULTS AND CONCLUSION

In Figures 1-4 we show several examples corresponding to a disc with parameters: $i = 32$, $R_{inn} = 20\Re_g$, $R_{out} = 50\Re_g$ and emissivity q=-3.

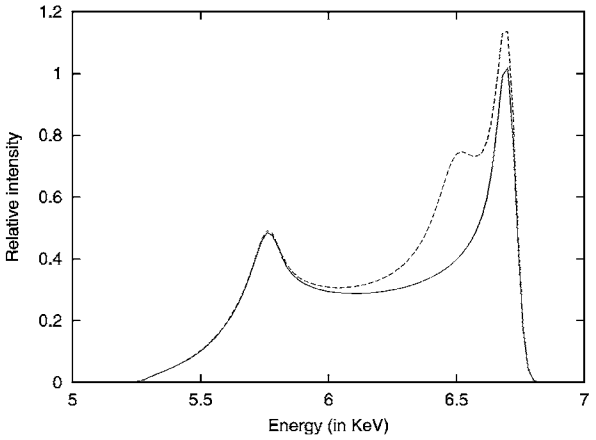


Fig. 2. *The same as in Fig. 1, but for R_0 = 50$\Re_g$, ϕ_0 = 40°, ERR=20 $\Re_g$.*

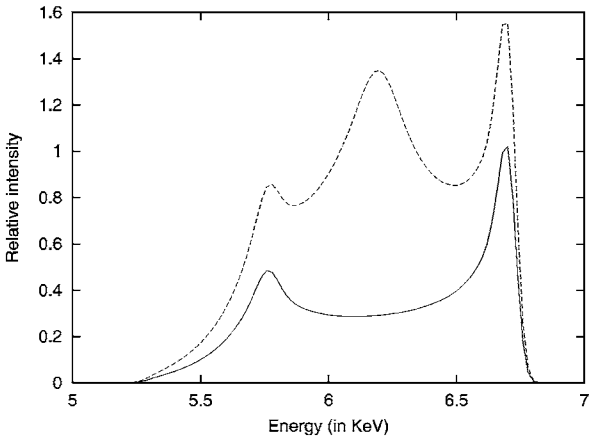


Fig. 3. *The same as in Fig. 1, but for R_0 = 50$\Re_g$, ϕ_0 = 0°, ERR=70 $\Re_g$.*

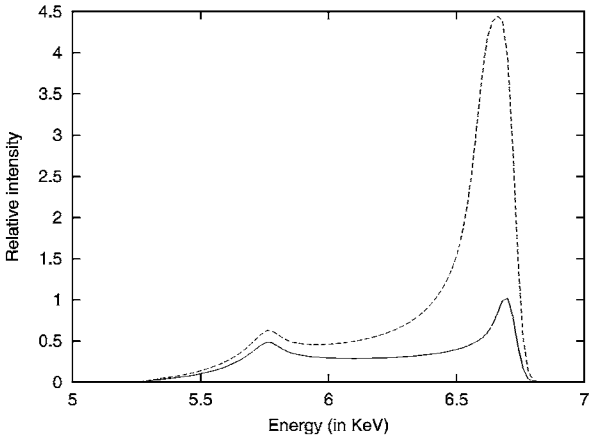


Fig. 4. *The same as in Fig. 1, but for R_0 = 50$\Re_g$, ϕ_0 = −40°, ERR=70 $\Re_g$.*

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.164...53P

As one can see in Figs. 1-4, even a microlens of small ERR (several gravitational radii) can produce significant changes in the line profile of the Fe Kα line. Taking this into account we use Eq. (8) from Popović *et al.* (2001) to study what kind of objects in the bulge of the host galaxy of the AGN could induce microlensing in the X-Ray lines. We suppose that the mass of the BH is $M_{BH} \approx 10^8 M_\odot$. The results for two different distances of the microlens to the center of the AGN are shown in Table 1.

Table 1. *ERR and corresponding masses for several microlens at distances of 1 and 2 kpc from the galaxy center*

ERR in $\Re_g$	M (D=1kpc)	M (D=2kpc)
5	3.52	1.76
10	14.10	7.05
20	56.24	28.12
50	352.52	176.26
100	1406.08	703.04

Taking into account that the dimensions of bulges are of about several kpc, one can conclude from Table 1, that relatively small objects (of about a solar mass) in the bulge surrounding an AGN could induce microlensing amplification in the X-Ray emission lines generated by the accretion disc.

Acknowledgments – This work is a part of the projects "Astrophysical spectroscopy of extragalactic objects" and "Influence of collisional processes on astrophysical plasma lineshapes" supported by the Ministry of Science, Technologies and Development of Serbia.

REFERENCES

Bao, G., Hadrava, P., Ostgaard, E.: 1994, *Astrophys. J.* **435**, 55.

Fabian, A.C., Rees, M.J., Stella, L., White, N.E.: 1989, *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **238**, 729.

Fabian, A.C., Iwasawa, K., Reynolds, C.S., Young, A.J.: 2000, *PASP*, **112**, 1145.

Fontan, C., Calivani, M., Felice, F., Čadež, A.: 1997, *PASJ*, **49**, 159.

Iwashawa, K., Fabian, A.C., Young, A.J., Inoue, H., Matsumoto, C.: 1999, *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **306**, L19.

Nandra, K., George, I.M., Mushotzky, R.F., Turner, T.J. and Yaqoob, T.: 1997, *Astrophys. J.* **477**, 602.

Nandra, K., George, I.M., Mushotzky, R.F., Turner, T.J. and Yaqoob, T.: 1999, *Astrophys. J.* **523**, L17.

Popović, L.Č., Mediavilla, E.G., Muñoz, J.: 2001, *Astron. Astrophys.* **378**, 295.

Popović, L.Č., Mediavilla, E.G., Muñoz, J., Jovanović, P.: 2002, In preparation.

Reeves, J.N., Turner, M.J.L., Pounds, K.A., O'Brien, P.T., Boller, Th., Ferrando, P., Kendziorra, E., Vercellone, S.: 2001, *Astron. Astrophys.* **365**, L134.

Yonehara, A., Mineshige, S., Manmoto T., Fukue, J., Umemura, M., Turner, E.L.: 2000, *Adv. Space Res.* **25**, 493.

Wandal, A., Peterson, B.M., Malkan, M.A.: 1999, *Astrophys. J.* **526**, 579.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.164...53P

УТИЦАЈ МИКРОГРАВИТАЦИОНОГ СОЧИВА НА ЛИНИЈЕ ИЗ X-ДОМЕНА ЕМИТОВАНИХ ИЗ АКРЕЦИОНОГ ДИСКА*

Л. Ч. Поповић[1], E. G. Mediavilla[2], J. A. Muñoz[2], М. С. Димитријевић[1] и П. Јовановић[1]

[1] *Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд-74, Југославија*
[2] *Instituto de Astrofísica de Canarias E-382005, La Laguna, Tenerife, Spain*

УДК 52–735 : 524.7–48/52–336
Претходно саопштење

У раду се разматра утицај гравитационог микросочива на профил Fe Kα спектралне линије која је емитована из акреционог диска галаксије са активним језгром. Показује се да гравитационо микросочиво може изазвати значајне промене у профилу када је његов Ајнштајнов радиус упоредив са димензијама диска. Узимајући у обзир да је диск који зрачи у X-домену релативно малих димензија (неколико гравитационих радиуса), објекти релативно малих маса (реда Сунчеве масе) који припадају халоу галаксије могу изазвати значајне промене у облику линије.

* Рад је представљен на GLITP Workshop on Gravitational Lens Monitoring, 4-6. 6. 2001, La Laguna

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.164...57D

Serb. Astron. J. № 164 (2001), 57 – 70

UDC 52–355.3
Preliminary report

STARK BROADENING PARAMETER TABLES FOR Ne II AND Ne III SPECTRAL LINES

M. S. Dimitrijević

Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade-74, Serbia, Yugoslavia

(Received: October 22, 2001)

SUMMARY: Using a semiclassical approach, we have calculated electron−, proton−, He II−, Mg II-, Si II- and Fe II-impact line widths and shifts for 10 Ne II and 6 Ne III multiplets as a function of temperature and perturber density. For Ne II temperatures are: 5,000 K; 10,000 K; 20,000 K; 30,000 K; 50,000 K and 100,000 K and perturber densities from 10^{15} cm^{-3} up to 10^{20} cm^{-3}. For Ne III temperatures are: 20,000 K; 50,000 K; 100,000 K; 200,000 K; 300,000 K and 500,000 K and perturber densities from 10^{17} cm^{-3} up to 10^{21} cm^{-3}. Perturbers selected here, are the main perturbers in solar and stellar atmospheres.

1. INTRODUCTION

Neon is the most abundant element in the universe after hydrogen, helium, oxygen and carbon, and it is for example (Trimble, 1991) one of the products of hydrogen and helium burning in the orderly evolution of stellar interiors. Moreover, after the hydrogen-, helium-, and carbon - burning periods end in massive stars, neon burning starts. We note as well that Ne III lines have been identified in the spectrum of a solar active region (Thomas and Neupert, 1994). In order to enlarge as much as possible the available set of reliable Stark broadening data needed for the astrophysical and laboratory plasmas research, as well as for plasmas in industry, Stark broadening of Ne II, Ne III and Ne IV spectral lines has been investigated experimentally and theoretically (Milosavljević, Dimitrijević and Djeniže, 2001; Djeniže, Milosavljević and Dimitrijević, 2001). In order to complete this research providing complete data for spectral lines where it is possible to do with our standard accuracy, we have calculated within the semiclassical-perturbation formalism (Sahal-Bréchot 1969ab, see also Sahal-Bréchot 1974, Fleurier, Sahal-Bréchot and Chapelle 1977, Dimitrijević and Sahal-Bréchot 1984, Dimitrijević, Sahal-Bréchot and Bommier 1991, Dimitrijević and Sahal-Bréchot 1995a) electron-, proton-, ionized helium-, ionized magnesium-, ionized silicon-, and ionized iron-impact line widths and shifts for 10 Ne II and 6 Ne III multiplets. Consequently, data for all principal perturbers in the solar plasma are provided.

2. RESULTS AND DISCUSSION

The used formalism has been reviewed briefly *e.g* in Dimitrijević and Sahal-Bréchot (1995ab). All relevant details concerning the obtained results and the calculation procedure are published in Milosavljević, Dimitrijević and Djeniže (2001); Djeniže, Milosavljević and Dimitrijević (2001) and Dimitrijević (2002). Here, we present only tables of Stark broadening parameters. Atomic energy levels needed for

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.164...57D

Table 1. This Table shows electron-, proton-, and He II-impact broadening parameters for Ne II for perturber densities 10^{15}cm^{-3} - 10^{20}cm^{-3} and temperatures from 5,000 up to 100,000 K. Electron-impact widths for the electron density of 10^{15}cm^{-3} are from Milosavljević, Dimitrijević and Djeniže (2001) and electron-impact shifts for the same electron density from Djeniže, Milosavljević and Dimitrijević (2001). Stark broadening parameters for densities lower than for tabulated values, are linear with perturber density. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given in the Table. By dividing C by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević, Sahal-Bréchot and Bommier 1991), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for the validity of the impact approximation lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBER DENSITY = 1.E+15 cm^{-3}

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
Ne II	5000.	0.317E-02	-0.607E-05	0.594E-04	-0.351E-05	0.844E-04	-0.350E-05
3507.9 Å	10000.	0.230E-02	-0.156E-04	0.101E-03	-0.691E-05	0.124E-03	-0.670E-05
C=0.35E+19	20000.	0.168E-02	-0.194E-04	0.140E-03	-0.120E-04	0.154E-03	-0.111E-04
3s(2)P-	30000.	0.144E-02	-0.184E-04	0.154E-03	-0.156E-04	0.166E-03	-0.135E-04
3p(2)S	50000.	0.126E-02	-0.220E-04	0.169E-03	-0.198E-04	0.181E-03	-0.172E-04
	100000.	0.112E-02	-0.198E-04	0.188E-03	-0.249E-04	0.195E-03	-0.208E-04
Ne II	5000.	0.346E-02	0.626E-05	0.500E-04	-0.912E-05	0.727E-04	-0.901E-05
3725.1 Å	10000.	0.250E-02	-0.376E-04	0.894E-04	-0.172E-04	0.110E-03	-0.162E-04
C=0.37E+19	20000.	0.181E-02	-0.489E-04	0.127E-03	-0.280E-04	0.143E-03	-0.244E-04
3s(4)P-	30000.	0.153E-02	-0.442E-04	0.144E-03	-0.338E-04	0.155E-03	-0.297E-04
3p(4)P	50000.	0.131E-02	-0.540E-04	0.158E-03	-0.425E-04	0.169E-03	-0.352E-04
	100000.	0.113E-02	-0.456E-04	0.178E-03	-0.511E-04	0.184E-03	-0.424E-04
Ne II	5000.	0.284E-02	-0.434E-05	0.461E-04	-0.352E-05	0.664E-04	-0.350E-05
3343.3 Å	10000.	0.206E-02	-0.146E-04	0.804E-04	-0.689E-05	0.992E-04	-0.667E-05
C=0.30E+19	20000.	0.149E-02	-0.191E-04	0.113E-03	-0.119E-04	0.126E-03	-0.110E-04
3s(4)P-	30000.	0.127E-02	-0.182E-04	0.126E-03	-0.153E-04	0.136E-03	-0.132E-04
3p(4)D	50000.	0.108E-02	-0.216E-04	0.138E-03	-0.194E-04	0.148E-03	-0.168E-04
	100000.	0.947E-03	-0.189E-04	0.154E-03	-0.243E-04	0.161E-03	-0.202E-04
Ne II	5000.	0.233E-02	-0.559E-05	0.434E-04	0.130E-05	0.617E-04	0.130E-05
2988.3 Å	10000.	0.169E-02	0.166E-05	0.734E-04	0.259E-05	0.907E-04	0.255E-05
C=0.24E+19	20000.	0.123E-02	0.533E-05	0.102E-03	0.480E-05	0.112E-03	0.446E-05
3s(4)P-	30000.	0.105E-02	0.509E-05	0.112E-03	0.641E-05	0.121E-03	0.580E-05
3p(4)S	50000.	0.906E-03	0.635E-05	0.123E-03	0.834E-05	0.132E-03	0.740E-05
	100000.	0.799E-03	0.367E-05	0.137E-03	0.113E-04	0.142E-03	0.931E-05

PERTURBER DENSITY = 1.E+16 cm^{-3}

Ne II	5000.	0.317E-01	-0.495E-04	0.593E-03	-0.337E-04	0.842E-03	-0.335E-04
3507.9 Å	10000.	0.230E-01	-0.153E-03	0.101E-02	-0.684E-04	0.124E-02	-0.663E-04
C=0.35E+20	20000.	0.168E-01	-0.192E-03	0.140E-02	-0.120E-03	0.154E-02	-0.111E-03
3s(2)P-	30000.	0.144E-01	-0.177E-03	0.154E-02	-0.156E-03	0.166E-02	-0.135E-03
3p(2)S	50000.	0.126E-01	-0.220E-03	0.169E-02	-0.198E-03	0.181E-02	-0.172E-03
	100000.	0.112E-01	-0.197E-03	0.188E-02	-0.249E-03	0.195E-02	-0.208E-03
Ne II	5000.	0.346E-01	-0.175E-04	0.499E-03	-0.873E-04	0.725E-03	-0.862E-04
3725.1 Å	10000.	0.250E-01	-0.389E-03	0.893E-03	-0.171E-03	0.110E-02	-0.160E-03
C=0.37E+20	20000.	0.181E-01	-0.491E-03	0.127E-02	-0.280E-03	0.143E-02	-0.244E-03
3s(4)P-	30000.	0.153E-01	-0.423E-03	0.144E-02	-0.338E-03	0.155E-02	-0.297E-03
3p(4)P	50000.	0.131E-01	-0.540E-03	0.158E-02	-0.425E-03	0.169E-02	-0.352E-03
	100000.	0.113E-01	-0.456E-03	0.178E-02	-0.511E-03	0.184E-02	-0.424E-03
Ne II	5000.	0.284E-01	-0.399E-04	0.460E-03	-0.337E-04	0.662E-03	-0.335E-04
3343.3 Å	10000.	0.206E-01	-0.145E-03	0.803E-03	-0.682E-04	0.991E-03	-0.660E-04
C=0.30E+20	20000.	0.149E-01	-0.191E-03	0.113E-02	-0.119E-03	0.126E-02	-0.110E-03
3s(4)P-	30000.	0.127E-01	-0.174E-03	0.126E-02	-0.153E-03	0.136E-02	-0.132E-03
3p(4)D	50000.	0.108E-01	-0.216E-03	0.138E-02	-0.194E-03	0.148E-02	-0.168E-03
	100000.	0.947E-02	-0.189E-03	0.154E-02	-0.243E-03	0.161E-02	-0.202E-03
Ne II	5000.	0.233E-01	-0.270E-04	0.433E-03	0.124E-04	0.615E-03	0.124E-04
2988.3 Å	10000.	0.169E-01	0.274E-04	0.734E-03	0.257E-04	0.906E-03	0.253E-04
C=0.24E+20	20000.	0.123E-01	0.546E-04	0.102E-02	0.479E-04	0.112E-02	0.446E-04
3s(4)P-	30000.	0.105E-01	0.444E-04	0.112E-02	0.640E-04	0.121E-02	0.580E-04
3p(4)S	50000.	0.906E-02	0.635E-04	0.123E-02	0.834E-04	0.132E-02	0.740E-04
	100000.	0.799E-02	0.367E-04	0.137E-02	0.113E-03	0.142E-02	0.931E-04

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.164...57D

Table 1. (continued)

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
PERTURBER DENSITY = 1.E+17 cm^{-3}							
Ne II	5000.	0.351	-0.113E-02	0.608E-02	-0.641E-03	0.865E-02	-0.634E-03
3714.1 Å	10000.	0.254	-0.287E-02	0.106E-01	-0.135E-02	0.130E-01	-0.128E-02
C=0.37E+21	20000.	0.186	-0.394E-02	0.149E-01	-0.236E-02	0.165E-01	-0.207E-02
3s(2)P-	30000.	0.159	-0.379E-02	0.165E-01	-0.286E-02	0.178E-01	-0.253E-02
3p(2)D	50000.	0.138	-0.455E-02	0.181E-01	-0.368E-02	0.193E-01	-0.307E-02
	100000.	0.122	-0.381E-02	0.202E-01	-0.444E-02	0.209E-01	-0.371E-02
Ne II	5000.	0.295	-0.107E-02	0.565E-02	0.112E-04	0.795E-02	0.112E-04
3342.7 Å	10000.	0.214	-0.583E-03	0.959E-02	0.251E-04	0.118E-01	0.251E-04
C=0.30E+21	20000.	0.157	-0.473E-03	0.134E-01	0.527E-04	0.146E-01	0.524E-04
3s(2)P-	30000.	0.135	-0.323E-03	0.146E-01	0.784E-04	0.158E-01	0.768E-04
3p(2)P	50000.	0.118	-0.362E-03	0.160E-01	0.124E-03	0.171E-01	0.117E-03
	100000.	0.105	-0.595E-03	0.178E-01	0.202E-03	0.184E-01	0.176E-03
Ne II	5000.	0.346	0.264E-04	0.492E-02	-0.774E-03	0.711E-02	-0.764E-03
3725.1 Å	10000.	0.250	-0.365E-02	0.890E-02	-0.162E-02	0.110E-01	-0.151E-02
C=0.37E+21	20000.	0.181	-0.480E-02	0.127E-01	-0.276E-02	0.143E-01	-0.240E-02
3s(4)P-	30000.	0.153	-0.432E-02	0.144E-01	-0.335E-02	0.155E-01	-0.294E-02
3p(4)P	50000.	0.131	-0.543E-02	0.158E-01	-0.424E-02	0.169E-01	-0.351E-02
	100000.	0.113	-0.455E-02	0.178E-01	-0.511E-02	0.184E-01	-0.424E-02
Ne II	5000.	0.284	-0.351E-03	0.453E-02	-0.299E-03	0.649E-02	-0.298E-03
3343.3 Å	10000.	0.206	-0.136E-02	0.800E-02	-0.648E-03	0.986E-02	-0.626E-03
C=0.30E+21	20000.	0.149	-0.187E-02	0.113E-01	-0.117E-02	0.126E-01	-0.108E-02
3s(4)P-	30000.	0.127	-0.178E-02	0.126E-01	-0.152E-02	0.136E-01	-0.131E-02
3p(4)D	50000.	0.108	-0.216E-02	0.138E-01	-0.194E-02	0.148E-01	-0.168E-02
	100000.	0.947E-01	-0.189E-02	0.154E-01	-0.243E-02	0.161E-01	-0.202E-02
Ne II	5000.	0.233	-0.391E-03	0.426E-02	0.110E-03	0.602E-02	0.110E-03
2988.3 Å	10000.	0.169	0.211E-03	0.731E-02	0.244E-03	0.901E-02	0.240E-03
C=0.24E+21	20000.	0.123	0.517E-03	0.102E-01	0.474E-03	0.112E-01	0.440E-03
3s(4)P-	30000.	0.105	0.493E-03	0.112E-01	0.636E-03	0.121E-01	0.575E-03
3p(4)S	50000.	0.906E-01	0.652E-03	0.123E-01	0.833E-03	0.132E-01	0.739E-03
	100000.	0.799E-01	0.366E-03	0.137E-01	0.113E-02	0.142E-01	0.931E-03
Ne II	5000.	0.455	0.190	0.828E-02	0.106E-01	0.872E-02	0.884E-02
2785.2 Å	10000.	0.317	0.147	0.148E-01	0.166E-01	0.150E-01	0.139E-01
C=0.64E+20	20000.	0.232	0.113	0.225E-01	0.222E-01	0.199E-01	0.183E-01
3p(4)P-	30000.	0.209	0.101	0.260E-01	0.248E-01	0.225E-01	0.204E-01
4s(4)P	50000.	0.192	0.846E-01	0.306E-01	0.287E-01	0.264E-01	0.236E-01
	100000.	0.176	0.658E-01	0.369E-01	0.335E-01	0.319E-01	0.278E-01
Ne II	5000.	0.539	0.222	0.101E-01	0.125E-01	0.107E-01	0.105E-01
3045.3 Å	10000.	0.376	0.171	0.179E-01	0.196E-01	0.182E-01	0.164E-01
C=0.77E+20	20000.	0.276	0.129	0.268E-01	0.263E-01	0.239E-01	0.216E-01
3p(4)D-	30000.	0.250	0.117	0.311E-01	0.293E-01	0.272E-01	0.242E-01
4s(4)P	50000.	0.230	0.968E-01	0.366E-01	0.339E-01	0.319E-01	0.279E-01
	100000.	0.213	0.761E-01	0.438E-01	0.396E-01	0.376E-01	0.329E-01
PERTURBER DENSITY = 1.E+18 cm^{-3}							
Ne II	5000.	0.292E-01	0.108E-01	0.478E-04	0.182E-03	0.684E-04	0.171E-03
446.6 Å	10000.	0.206E-01	0.833E-02	0.211E-03	0.460E-03	0.250E-03	0.416E-03
C=0.56E+20	20000.	0.142E-01	0.649E-02	0.520E-03	0.760E-03	0.509E-03	0.658E-03
2p(5)(2)P-	30000.	0.115E-01	0.541E-02	0.754E-03	0.967E-03	0.730E-03	0.807E-03
3s(2)P	50000.	0.944E-02	0.464E-02	0.106E-02	0.116E-02	0.930E-03	0.962E-03
	100000.	0.768E-02	0.377E-02	0.140E-02	0.142E-02	0.119E-02	0.118E-02
Ne II	5000.	3.51	-0.865E-02	0.506E-01	-0.422E-02	0.674E-01	-0.415E-02
3714.1 Å	10000.	2.54	-0.276E-01	0.103	-0.118E-01	0.124	-0.110E-01
C=0.37E+22	20000.	1.86	-0.382E-01	0.147	-0.220E-01	0.162	-0.191E-01
3s(2)P-	30000.	1.59	-0.358E-01	0.164	-0.275E-01	0.177	-0.242E-01
3p(2)D	50000.	1.38	-0.446E-01	0.181	-0.361E-01	0.193	-0.301E-01
	100000.	1.22	-0.372E-01	0.202	-0.442E-01	0.209	-0.370E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.164...57D

Table 1. (continued)

PERTURBERS ARE: TRANSITION	T(K)	ELECTRONS WIDTH (Å)	ELECTRONS SHIFT (Å)	PROTONS WIDTH (Å)	PROTONS SHIFT (Å)	IONIZED HELIUM WIDTH (Å)	IONIZED HELIUM SHIFT (Å)
Ne II	5000.	2.95	-0.106E-01	0.467E-01	0.742E-04	*0.612E-01	*0.742E-04
3342.7 Å	10000.	2.14	-0.559E-02	0.928E-01	0.221E-03	*0.112	*0.220E-03
C=0.30E+22	20000.	1.57	-0.492E-02	0.132	0.498E-03	0.144	0.495E-03
3s(2)P-	30000.	1.35	-0.358E-02	0.145	0.764E-03	0.157	0.748E-03
3p(2)P	50000.	1.18	-0.360E-02	0.160	0.123E-02	0.171	0.116E-02
	100000.	1.05	-0.599E-02	0.178	0.201E-02	0.184	0.176E-02
Ne II	10000.	2.30	-0.139E-01	0.970E-01	-0.568E-02	*0.117	-0.547E-02
3507.9 Å	20000.	1.68	-0.184E-01	0.139	-0.111E-01	0.151	-0.102E-01
C=0.35E+22	30000.	1.44	-0.172E-01	0.153	-0.149E-01	0.165	-0.128E-01
3s(2)P-	50000.	1.26	-0.215E-01	0.169	-0.195E-01	0.180	-0.169E-01
3p(2)S	100000.	1.12	-0.194E-01	0.188	-0.248E-01	0.195	-0.207E-01
	5000.	3.47	0.443E-02	0.413E-01	-0.509E-02	0.564E-01	-0.498E-02
Ne II	10000.	2.50	-0.349E-01	0.865E-01	-0.140E-01	0.105	-0.130E-01
3725.1 Å	20000.	1.81	-0.465E-01	0.126	-0.256E-01	0.141	-0.220E-01
C=0.37E+22	30000.	1.53	-0.415E-01	0.143	-0.321E-01	0.154	-0.280E-01
3s(4)P-	50000.	1.31	-0.528E-01	0.158	-0.417E-01	0.168	-0.344E-01
3p(4)P	100000.	1.13	-0.445E-01	0.178	-0.510E-01	0.184	-0.423E-01
	5000.	2.84	-0.181E-02	0.378E-01	-0.197E-02	0.509E-01	-0.196E-02
Ne II	10000.	2.06	-0.130E-01	0.776E-01	-0.566E-02	0.941E-01	-0.543E-02
3343.3 Å	20000.	1.49	-0.183E-01	0.112	-0.110E-01	0.124	-0.101E-01
C=0.30E+22	30000.	1.27	-0.169E-01	0.126	-0.146E-01	0.135	-0.126E-01
3s(4)P-	50000.	1.08	-0.211E-01	0.138	-0.191E-01	0.148	-0.165E-01
3p(4)D	100000.	0.947	-0.185E-01	0.154	-0.242E-01	0.161	-0.201E-01
	5000.	2.33	-0.400E-02	0.353E-01	0.728E-03	*0.466E-01	*0.727E-03
Ne II	10000.	1.69	0.200E-02	0.707E-01	0.214E-02	*0.857E-01	*0.210E-02
2988.3 Å	20000.	1.23	0.491E-02	0.101	0.446E-02	0.110	0.412E-02
C=0.24E+22	30000.	1.05	0.457E-02	0.112	0.616E-02	0.120	0.556E-02
3s(4)P-	50000.	0.906	0.636E-02	0.123	0.822E-02	0.131	0.728E-02
3p(4)S	100000.	0.799	0.348E-02	0.137	0.113E-01	0.142	0.929E-02
	5000.	*4.55	*1.82	*0.752E-01	*0.543E-01	*0.732E-01	*0.367E-01
Ne II	10000.	3.17	1.42	*0.147	*0.124	*0.146	*0.961E-01
2785.2 Å	20000.	2.32	1.09	*0.223	*0.183	*0.196	*0.144
C=0.64E+21	30000.	2.09	0.980	*0.258	*0.221	*0.227	*0.178
3p(4)P-	50000.	1.92	0.824	*0.307	*0.273	*0.264	*0.222
4s(4)P	100000.	1.76	0.642	0.369	0.332	0.319	0.275
	5000.	*5.39	*2.13	*0.907E-01	*0.644E-01	*0.885E-01	*0.437E-01
Ne II	10000.	3.76	1.65	*0.177	*0.147	*0.176	*0.114
3045.3 Å	20000.	2.76	1.25	*0.268	*0.217	*0.236	*0.170
C=0.77E+21	30000.	2.50	1.14	*0.310	*0.261	*0.273	*0.212
3p(4)D-	50000.	2.30	0.942	*0.367	*0.323	*0.319	*0.262
4s(4)P	100000.	2.13	0.742	0.438	0.392	0.376	0.326
	5000.	*6.68	*2.59	*0.116	*0.800E-01	*0.113	*0.546E-01
Ne II	10000.	4.68	1.99	*0.224	*0.182	*0.225	*0.142
3414.8 Å	20000.	3.45	1.50	*0.337	*0.269	*0.301	*0.211
C=0.97E+21	30000.	3.14	1.37	*0.390	*0.325	*0.342	*0.262
3p(4)S-	50000.	2.91	1.13	*0.462	*0.401	*0.404	*0.328
4s(4)P	100000.	2.71	0.888	0.551	0.485	*0.467	*0.401
PERTURBER DENSITY = 1.E+19 cm^{-3}							
Ne II	5000.	*0.292	*0.102	*0.368E-03	*0.438E-03	*0.478E-03	*0.338E-03
446.6 Å	10000.	0.206	0.799E-01	0.204E-02	0.248E-02	*0.237E-02	*0.205E-02
C=0.56E+21	20000.	0.142	0.627E-01	0.519E-02	0.582E-02	*0.506E-02	*0.481E-02
2p(5)(2)P-	30000.	0.115	0.524E-01	0.751E-02	0.801E-02	*0.726E-02	*0.640E-02
3s(2)P	50000.	0.944E-01	0.450E-01	0.106E-01	0.101E-01	*0.926E-02	*0.812E-02
	100000.	0.769E-01	0.367E-01	0.140E-01	0.136E-01	0.118E-01	0.112E-01
Ne II	5000.						
3343.3 Å	10000.						
C=0.30E+23	20000.	14.9	-0.159	*1.04	-0.915E-01		
3s(4)P-	30000.	12.7	-0.151	*1.19	-0.129		
3p(4)D	50000.	10.8	-0.197	*1.35	-0.175	*1.43	-0.150
	100000.	9.47	-0.175	*1.54	-0.236	*1.59	-0.195

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.164...57D

Table 1. (continued)

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
Ne II	5000.						
2988.3 Å	10000.						
C=0.24E+23	20000.	12.3	0.401E-01	*0.930	*0.379E-01		
3s(4)P-	30000.	10.5	0.379E-01	*1.06	*0.553E-01		
3p(4)S	50000.	9.06	0.579E-01	*1.20	*0.766E-01		
	100000.	7.99	0.311E-01	*1.36	*0.110	*1.41	*0.906E-01
PERTURBER DENSITY = 1.E+20 cm^{-3}							
Ne II	5000.						
446.6 Å	10000.						
C=0.56E+22	20000.						
2p(5)(2)P-	30000.						
3s(2)P	50000.	0.944	0.406				
	100000.	0.768	0.337	*0.139	*0.104		

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.164...57D

Table 2. This Table shows Mg II-, Si II-, and Fe II-impact broadening parameters for Ne II for perturber densities 10^{17}cm^{-3} - 10^{19}cm^{-3} and temperatures from 5,000 up to 100,000 K. Stark broadening parameters for densities lower than for tabulated values, are linear with perturber density. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given in the Table. By dividing C by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević, Sahal-Bréchot and Bommier 1991), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for the validity of the impact approximation lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBER DENSITY = 1.E+17 cm^{-3}

PERTURBERS ARE:		IONIZED MAGNESIUM		IONIZED SILICON		IONIZED IRON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
Ne II	5000.	0.942E-05	0.254E-04	0.953E-05	0.253E-04	0.988E-05	0.249E-04
446.6 Å	10000.	0.276E-04	0.435E-04	0.276E-04	0.431E-04	0.275E-04	0.419E-04
C=0.56E+19	20000.	0.498E-04	0.638E-04	0.498E-04	0.633E-04	0.497E-04	0.612E-04
2p(5)(2)P-	30000.	0.646E-04	0.713E-04	0.642E-04	0.707E-04	0.623E-04	0.683E-04
3s(2)P	50000.	0.802E-04	0.834E-04	0.799E-04	0.824E-04	0.772E-04	0.795E-04
	100000.	0.101E-03	0.991E-04	0.100E-03	0.985E-04	0.971E-04	0.942E-04
Ne II	5000.	0.109E-01	-0.620E-03	0.110E-01	-0.619E-03	0.114E-01	-0.615E-03
3714.1 Å	10000.	0.153E-01	-0.119E-02	0.154E-01	-0.118E-02	0.157E-01	-0.117E-02
C=0.37E+21	20000.	0.177E-01	-0.182E-02	0.178E-01	-0.181E-02	0.180E-01	-0.177E-02
3s(2)P-	30000.	0.189E-01	-0.221E-02	0.190E-01	-0.219E-02	0.192E-01	-0.213E-02
3p(2)D	50000.	0.204E-01	-0.257E-02	0.204E-01	-0.255E-02	0.206E-01	-0.248E-02
	100000.	0.215E-01	-0.311E-02	0.214E-01	-0.306E-02	0.215E-01	-0.296E-02
Ne II	5000.	0.987E-02	0.112E-04	0.997E-02	0.112E-04	0.103E-01	0.112E-04
3342.7 Å	10000.	0.137E-01	0.251E-04	0.138E-01	0.251E-04	0.140E-01	0.251E-04
C=0.30E+21	20000.	0.157E-01	0.518E-04	0.158E-01	0.517E-04	0.160E-01	0.515E-04
3s(2)P-	30000.	0.168E-01	0.744E-04	0.169E-01	0.742E-04	0.171E-01	0.736E-04
3p(2)P	50000.	0.180E-01	0.109E-03	0.181E-01	0.108E-03	0.182E-01	0.107E-03
	100000.	0.188E-01	0.157E-03	0.189E-01	0.156E-03	0.190E-01	0.152E-03
Ne II	5000.	0.103E-01	-0.295E-03	0.104E-01	-0.294E-03	0.108E-01	-0.294E-03
3507.9 Å	10000.	0.144E-01	-0.598E-03	0.145E-01	-0.595E-03	0.147E-01	-0.587E-03
C=0.35E+21	20000.	0.166E-01	-0.976E-03	0.166E-01	-0.968E-03	0.168E-01	-0.941E-03
3s(2)P-	30000.	0.177E-01	-0.119E-02	0.178E-01	-0.118E-02	0.180E-01	-0.115E-02
3p(2)S	50000.	0.190E-01	-0.146E-02	0.191E-01	-0.144E-02	0.192E-01	-0.139E-02
	100000.	0.199E-01	-0.174E-02	0.200E-01	-0.173E-02	0.200E-01	-0.166E-02
Ne II	5000.	0.922E-02	-0.743E-03	0.932E-02	-0.741E-03	0.966E-02	-0.736E-03
3725.1 Å	10000.	0.131E-01	-0.141E-02	0.132E-01	-0.140E-02	0.136E-01	-0.138E-02
C=0.37E+21	20000.	0.154E-01	-0.213E-02	0.154E-01	-0.212E-02	0.156E-01	-0.207E-02
3s(4)P-	30000.	0.165E-01	-0.256E-02	0.165E-01	-0.253E-02	0.167E-01	-0.245E-02
3p(4)P	50000.	0.178E-01	-0.296E-02	0.179E-01	-0.294E-02	0.180E-01	-0.284E-02
	100000.	0.188E-01	-0.356E-02	0.189E-01	-0.350E-02	0.189E-01	-0.338E-02
Ne II	5000.	0.828E-02	-0.294E-03	0.836E-02	-0.294E-03	0.866E-02	-0.293E-03
3343.3 Å	10000.	0.117E-01	-0.591E-03	0.118E-01	-0.589E-03	0.120E-01	-0.580E-03
C=0.30E+21	20000.	0.136E-01	-0.955E-03	0.136E-01	-0.947E-03	0.138E-01	-0.921E-03
3s(4)P-	30000.	0.145E-01	-0.117E-02	0.145E-01	-0.116E-02	0.147E-01	-0.113E-02
3p(4)D	50000.	0.156E-01	-0.141E-02	0.157E-01	-0.140E-02	0.158E-01	-0.135E-02
	100000.	0.164E-01	-0.170E-02	0.164E-01	-0.168E-02	0.165E-01	-0.163E-02
Ne II	5000.	0.753E-02	0.110E-03	0.760E-02	0.110E-03	0.787E-02	0.110E-03
2988.3 Å	10000.	0.105E-01	0.233E-03	0.106E-01	0.233E-03	0.107E-01	0.231E-03
C=0.24E+21	20000.	0.121E-01	0.411E-03	0.121E-01	0.409E-03	0.123E-01	0.401E-03
3s(4)P-	30000.	0.129E-01	0.502E-03	0.130E-01	0.498E-03	0.131E-01	0.486E-03
3p(4)S	50000.	0.139E-01	0.646E-03	0.139E-01	0.640E-03	0.140E-01	0.623E-03
	100000.	0.145E-01	0.785E-03	0.145E-01	0.779E-03	0.146E-01	0.750E-03
Ne II	5000.	0.912E-02	0.759E-02	0.916E-02	0.752E-02	0.919E-02	0.723E-02
2785.2 Å	10000.	0.139E-01	0.112E-01	0.139E-01	0.110E-01	0.136E-01	0.106E-01
C=0.64E+20	20000.	0.177E-01	0.152E-01	0.176E-01	0.150E-01	0.172E-01	0.144E-01
3p(4)P-	30000.	0.202E-01	0.170E-01	0.201E-01	0.168E-01	0.194E-01	0.162E-01
4s(4)P	50000.	0.232E-01	0.197E-01	0.232E-01	0.193E-01	0.218E-01	0.185E-01
	100000.	0.259E-01	0.224E-01	0.261E-01	0.226E-01	0.265E-01	0.213E-01

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.164...57D

Table 2. (continued)

PERTURBERS ARE:		IONIZED MAGNESIUM		IONIZED SILICON		IONIZED IRON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
Ne II	5000.	0.113E-01	0.898E-02	0.113E-01	0.889E-02	0.114E-01	0.856E-02
3045.3 Å	10000.	0.170E-01	0.132E-01	0.169E-01	0.131E-01	0.165E-01	0.125E-01
C=0.77E+20	20000.	0.213E-01	0.179E-01	0.214E-01	0.178E-01	0.209E-01	0.171E-01
3p(4)D-	30000.	0.245E-01	0.202E-01	0.243E-01	0.199E-01	0.235E-01	0.192E-01
4s(4)P	50000.	0.279E-01	0.232E-01	0.279E-01	0.230E-01	0.264E-01	0.219E-01
	100000.	0.314E-01	0.265E-01	0.308E-01	0.266E-01	0.318E-01	0.254E-01
Ne II	5000.	0.149E-01	0.111E-01	0.149E-01	0.110E-01	0.151E-01	0.106E-01
3414.8 Å	10000.	0.218E-01	0.164E-01	0.218E-01	0.162E-01	0.214E-01	0.155E-01
C=0.97E+20	20000.	0.275E-01	0.222E-01	0.273E-01	0.220E-01	0.270E-01	0.212E-01
3p(4)S-	30000.	0.312E-01	0.251E-01	0.311E-01	0.247E-01	0.300E-01	0.238E-01
4s(4)P	50000.	0.353E-01	0.288E-01	0.352E-01	0.285E-01	0.335E-01	0.270E-01
	100000.	0.399E-01	0.327E-01	0.390E-01	0.326E-01	0.402E-01	0.316E-01
PERTURBER DENSITY = 1.E+18 cm^{-3}							
Ne II	5000.	0.924E-04	0.155E-03	0.935E-04	0.154E-03	0.967E-04	0.150E-03
446.6 Å	10000.	0.276E-03	0.355E-03	0.276E-03	0.351E-03	0.274E-03	0.338E-03
C=0.56E+20	20000.	0.500E-03	0.564E-03	0.498E-03	0.558E-03	0.498E-03	0.539E-03
2p(5)(2)P-	30000.	0.644E-03	0.661E-03	0.642E-03	0.657E-03	0.620E-03	0.634E-03
3s(2)P	50000.	0.802E-03	0.807E-03	0.799E-03	0.797E-03	0.772E-03	0.767E-03
	100000.	0.101E-02	0.985E-03	0.100E-02	0.979E-03	0.971E-03	0.937E-03
Ne II	5000.	*0.753E-01	-0.401E-02	*0.753E-01	-0.400E-02	*0.751E-01	-0.396E-02
3714.1 Å	10000.	*0.142	-0.101E-01	*0.143	-0.100E-01	*0.144	-0.987E-02
C=0.37E+22	20000.	*0.172	-0.166E-01	*0.173	-0.165E-01	*0.174	-0.161E-01
3s(2)P-	30000.	*0.187	-0.210E-01	*0.187	-0.208E-01	*0.189	-0.202E-01
3p(2)D	50000.	*0.203	-0.251E-01	*0.203	-0.249E-01	*0.205	-0.241E-01
	100000.	0.214	-0.309E-01	*0.214	-0.304E-01	*0.215	-0.295E-01
Ne II	5000.	*0.663E-01	*0.742E-04	*0.663E-01	*0.742E-04	0.660E-01	*0.742E-04
3342.7 Å	10000.	*0.127	*0.220E-03	*0.127	*0.220E-03	0.128	*0.220E-03
C=0.30E+22	20000.	*0.153	*0.489E-03	*0.153	*0.488E-03	0.154	*0.486E-03
3s(2)P-	30000.	*0.166	*0.723E-03	*0.167	*0.722E-03	0.168	*0.716E-03
3p(2)P	50000.	*0.180	*0.108E-02	*0.180	*0.107E-02	0.181	*0.106E-02
	100000.	*0.188	*0.156E-02	*0.189	*0.155E-02	0.189	*0.152E-02
Ne II	5000.	*0.702E-01	-0.193E-02	*0.702E-01	-0.193E-02	*0.700E-01	-0.192E-02
3507.9 Å	10000.	*0.133	-0.515E-02	*0.134	-0.513E-02	*0.135	-0.504E-02
C=0.35E+22	20000.	*0.161	-0.900E-02	*0.161	-0.892E-02	*0.163	-0.864E-02
3s(2)P-	30000.	*0.175	-0.114E-01	*0.175	-0.113E-01	*0.177	-0.110E-01
3p(2)S	50000.	*0.190	-0.143E-01	*0.190	-0.141E-01	*0.191	-0.136E-01
	100000.	*0.199	-0.174E-01	*0.200	-0.172E-01	*0.200	-0.166E-01
Ne II	5000.	*0.660E-01	-0.477E-02	*0.661E-01	-0.476E-02	*0.663E-01	-0.470E-02
3725.1 Å	10000.	*0.123	-0.119E-01	*0.123	-0.118E-01	*0.126	-0.116E-01
C=0.37E+22	20000.	*0.150	-0.194E-01	*0.151	-0.192E-01	*0.152	-0.187E-01
3s(4)P-	30000.	*0.163	-0.242E-01	*0.163	-0.239E-01	*0.165	-0.231E-01
3p(4)P	50000.	*0.177	-0.289E-01	*0.178	-0.287E-01	*0.179	-0.276E-01
	100000.	0.188	-0.355E-01	0.189	-0.349E-01	0.189	-0.337E-01
Ne II	5000.	*0.579E-01	-0.192E-02	*0.579E-01	-0.192E-02	*0.579E-01	-0.191E-02
3343.3 Å	10000.	*0.109	-0.509E-02	*0.109	-0.506E-02	*0.111	-0.498E-02
C=0.30E+22	20000.	*0.132	-0.878E-02	*0.132	-0.870E-02	*0.134	-0.844E-02
3s(4)P-	30000.	*0.143	-0.111E-01	*0.144	-0.110E-01	*0.145	-0.107E-01
3p(4)D	50000.	*0.156	-0.138E-01	*0.156	-0.137E-01	*0.157	-0.132E-01
	100000.	0.164	-0.170E-01	0.164	-0.167E-01	0.165	-0.162E-01
Ne II	5000.	*0.512E-01	*0.723E-03	*0.511E-01	*0.723E-03	*0.510E-01	*0.721E-03
2988.3 Å	10000.	*0.973E-01	*0.203E-02	*0.976E-01	*0.202E-02	*0.982E-01	*0.201E-02
C=0.24E+22	20000.	*0.117	*0.383E-02	*0.118	*0.381E-02	*0.119	*0.373E-02
3s(4)P-	30000.	*0.127	*0.482E-02	*0.128	*0.478E-02	*0.129	*0.466E-02
3p(4)S	50000.	*0.138	*0.635E-02	*0.138	*0.630E-02	*0.139	*0.613E-02
	100000.	*0.145	*0.783E-02	*0.145	*0.777E-02	*0.146	*0.748E-02
Ne II	5000.						
2785.2 Å	10000.						
C=0.64E+21	20000.						
3p(4)P-	30000.						
4s(4)P	50000.	*0.232	*0.182	*0.231	*0.178	*0.218	*0.170
	100000.	*0.259	*0.222	*0.261	*0.224	*0.265	*0.210

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.164...57D

Table 2. (continued)

PERTURBERS ARE: TRANSITION	T(K)	IONIZED MAGNESIUM WIDTH (Å)	IONIZED MAGNESIUM SHIFT (Å)	IONIZED SILICON WIDTH (Å)	IONIZED SILICON SHIFT (Å)	IONIZED IRON WIDTH (Å)	IONIZED IRON SHIFT (Å)
Ne II	5000.						
3045.3 Å	10000.						
C=0.77E+21	20000.						
3p(4)D-	30000.						
4s(4)P	50000.	*0.279	*0.215	*0.279	*0.212		
	100000.	*0.314	*0.262	*0.308	*0.262	*0.317	*0.251
Ne II	5000.						
3414.8 Å	10000.						
C=0.97E+21	20000.						
3p(4)S-	30000.						
4s(4)P	50000.	*0.353	*0.266	*0.351	*0.264		
	100000.	*0.399	*0.323	*0.390	*0.322	*0.402	*0.312
PERTURBER DENSITY = 1.E+19 cm^{-3}							
Ne II	5000.	*0.554E-03	*0.196E-03	*0.553E-03	*0.186E-03	*0.540E-03	*0.151E-03
446.6 Å	10000.	*0.252E-02	*0.144E-02	*0.251E-02	*0.140E-02	*0.247E-02	*0.128E-02
C=0.56E+21	20000.	*0.492E-02	*0.387E-02	*0.492E-02	*0.382E-02	*0.490E-02	*0.361E-02
2p(5)(2)P-	30000.	*0.645E-02	*0.495E-02	*0.641E-02	*0.488E-02	*0.620E-02	*0.466E-02
3s(2)P	50000.	*0.801E-02	*0.656E-02	*0.793E-02	*0.647E-02	*0.770E-02	*0.615E-02
	100000.	*0.101E-01	*0.925E-02	*0.101E-01	*0.916E-02	*0.972E-02	*0.877E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.164...57D

Table 3. This Table shows electron-, proton-, and He II-impact broadening parameters for Ne III for perturber densities 10^{18}cm^{-3} - 10^{21}cm^{-3} and temperatures from 20,000 up to 500,000 K. Stark broadening parameters for densities lower than for tabulated values, are linear with perturber density.Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given in the Table. By dividing C by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević, Sahal-Bréchot and Bommier 1991), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for the validity of the impact approximation lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBER DENSITY = 1.E+18 cm^{-3}

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
Ne III	20000.	0.916	-0.105E-01	0.171E-01	-0.475E-02	0.240E-01	-0.458E-02
2593.1 Å	50000.	0.594	-0.112E-01	0.326E-01	-0.107E-01	0.394E-01	-0.943E-02
C=0.26E+22	100000.	0.450	-0.163E-01	0.436E-01	-0.154E-01	0.464E-01	-0.133E-01
3s(5)S-	200000.	0.361	-0.143E-01	0.500E-01	-0.195E-01	0.524E-01	-0.163E-01
3p(5)P	300000.	0.324	-0.146E-01	0.539E-01	-0.218E-01	0.555E-01	-0.182E-01
	500000.	0.288	-0.137E-01	0.581E-01	-0.250E-01	0.581E-01	-0.204E-01
Ne III	20000.	0.712	-0.717E-03	0.258E-01	0.668E-05	0.333E-01	0.668E-05
2162.6 Å	50000.	0.469	-0.501E-04	0.436E-01	0.186E-04	0.491E-01	0.186E-04
C=0.17E+22	100000.	0.360	-0.699E-04	0.517E-01	0.380E-04	0.557E-01	0.379E-04
3p(5)P-	200000.	0.294	0.449E-03	0.582E-01	0.754E-04	0.617E-01	0.739E-04
3d(5)D	300000.	0.268	0.209E-03	0.616E-01	0.109E-03	0.636E-01	0.104E-03
	500000.	0.242	0.233E-03	0.640E-01	0.160E-03	0.656E-01	0.147E-03
Ne III	20000.	0.738E-02	0.563E-03	0.356E-04	0.136E-03	0.483E-04	0.127E-03
313.4 Å	50000.	0.439E-02	0.578E-03	0.169E-03	0.276E-03	0.158E-03	0.241E-03
C=0.37E+20	100000.	0.318E-02	0.608E-03	0.304E-03	0.391E-03	0.289E-03	0.324E-03
2p(4)(3)P-	200000.	0.245E-02	0.582E-03	0.448E-03	0.474E-03	0.385E-03	0.394E-03
3s(3)S	300000.	0.213E-02	0.563E-03	0.519E-03	0.528E-03	0.440E-03	0.436E-03
	500000.	0.182E-02	0.526E-03	0.611E-03	0.601E-03	0.526E-03	0.492E-03
Ne III	20000.	0.666E-02	0.126E-03	0.394E-03	0.341E-04	*0.410E-03	*0.336E-04
251.3 Å	50000.	0.438E-02	0.209E-03	0.538E-03	0.655E-04	0.547E-03	0.640E-04
C=0.23E+20	100000.	0.334E-02	0.187E-03	0.610E-03	0.914E-04	0.617E-03	0.882E-04
2p(4)(3)P-	200000.	0.270E-02	0.210E-03	0.665E-03	0.111E-03	0.667E-03	0.107E-03
3d(3)D	300000.	0.244E-02	0.199E-03	0.682E-03	0.123E-03	0.683E-03	0.118E-03
	500000.	0.219E-02	0.188E-03	0.700E-03	0.140E-03	0.696E-03	0.134E-03
Ne III	20000.	1.06	-0.114E-01	0.218E-01	-0.503E-02	0.302E-01	-0.486E-02
2679.0 Å	50000.	0.688	-0.125E-01	0.404E-01	-0.114E-01	0.484E-01	-0.100E-01
C=0.27E+22	100000.	0.525	-0.172E-01	0.524E-01	-0.164E-01	0.561E-01	-0.142E-01
3s(3)S-	200000.	0.424	-0.158E-01	0.598E-01	-0.207E-01	0.630E-01	-0.173E-01
3p(3)P	300000.	0.382	-0.159E-01	0.643E-01	-0.232E-01	0.665E-01	-0.193E-01
	500000.	0.339	-0.152E-01	0.686E-01	-0.265E-01	0.688E-01	-0.217E-01
Ne III	20000.	0.964	-0.156E-02	*0.573E-01	-0.975E-03	*0.588E-01	-0.971E-03
2413.8 Å	50000.	0.636	-0.613E-03	*0.733E-01	-0.224E-02	*0.741E-01	-0.221E-02
C=0.21E+22	100000.	0.491	-0.282E-02	0.822E-01	-0.328E-02	*0.831E-01	-0.320E-02
3p(3)P-	200000.	0.404	-0.111E-02	0.875E-01	-0.421E-02	0.879E-01	-0.407E-02
3d(3)D	300000.	0.368	-0.149E-02	0.895E-01	-0.473E-02	0.898E-01	-0.456E-02
	500000.	0.333	-0.119E-02	0.913E-01	-0.536E-02	0.913E-01	-0.519E-02

PERTURBER DENSITY = 1.E+19 cm^{-3}

Ne III	20000.	9.15	-0.858E-01	0.155	-0.344E-01	*0.210	-0.327E-01
2593.1 Å	50000.	5.94	-0.101	0.320	-0.964E-01	*0.383	-0.837E-01
C=0.26E+23	100000.	4.50	-0.157	0.434	-0.147	*0.461	-0.126
3s(5)S-	200000.	3.61	-0.137	0.500	-0.192	0.523	-0.159
3p(5)P	300000.	3.24	-0.142	0.539	-0.218	0.554	-0.181
	500000.	2.88	-0.135	0.581	-0.249	0.580	-0.204
Ne III	20000.	7.12	-0.754E-02	*0.228	*0.489E-04	*0.276	*0.489E-04
2162.6 Å	50000.	4.69	-0.560E-03	0.424	0.171E-03	*0.470	*0.171E-03
C=0.17E+23	100000.	3.60	-0.449E-03	0.514	0.370E-03	*0.551	*0.369E-03
3p(5)P-	200000.	2.94	0.422E-02	0.581	0.749E-03	*0.616	*0.734E-03
3d(5)D	300000.	2.68	0.214E-02	0.616	0.109E-02	*0.635	*0.104E-02
	500000.	2.42	0.231E-02	0.640	0.160E-02	*0.656	*0.147E-02

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.164...57D

Table 3. (continued)

PERTURBERS ARE: TRANSITION	T(K)	ELECTRONS WIDTH (Å)	ELECTRONS SHIFT (Å)	PROTONS WIDTH (Å)	PROTONS SHIFT (Å)	IONIZED HELIUM WIDTH (Å)	IONIZED HELIUM SHIFT (Å)
Ne III	20000.	0.738E-01	0.513E-02	0.353E-03	0.970E-03	0.478E-03	0.882E-03
313.4 Å	50000.	0.439E-01	0.543E-02	0.170E-02	0.244E-02	0.158E-02	0.209E-02
C=0.37E+21	100000.	0.318E-01	0.588E-02	0.304E-02	0.369E-02	0.289E-02	0.303E-02
2p(4)(3)P-	200000.	0.245E-01	0.564E-02	0.447E-02	0.464E-02	0.385E-02	0.383E-02
3s(3)S	300000.	0.213E-01	0.550E-02	0.519E-02	0.526E-02	0.440E-02	0.434E-02
	500000.	0.182E-01	0.519E-02	0.612E-02	0.599E-02	0.526E-02	0.491E-02
Ne III	20000.	0.666E-01	0.119E-02				
251.3 Å	50000.	0.438E-01	0.200E-02				
C=0.23E+21	100000.	0.334E-01	0.182E-02	*0.600E-02	*0.859E-03		
2p(4)(3)P-	200000.	0.270E-01	0.206E-02	*0.662E-02	*0.108E-02	*0.665E-02	*0.104E-02
3d(3)D	300000.	0.244E-01	0.195E-02	*0.681E-02	*0.122E-02	*0.682E-02	*0.118E-02
	500000.	0.219E-01	0.187E-02	*0.700E-02	*0.139E-02	*0.695E-02	*0.133E-02
Ne III	20000.	10.6	-0.940E-01	0.197	-0.365E-01	*0.262	-0.347E-01
2679.0 Å	50000.	6.88	-0.113	0.396	-0.102	*0.469	-0.889E-01
C=0.27E+23	100000.	5.25	-0.166	0.522	-0.156	*0.557	-0.134
3s(3)S-	200000.	4.24	-0.151	0.598	-0.204	0.629	-0.169
3p(3)P	300000.	3.82	-0.154	0.643	-0.231	0.664	-0.192
	500000.	3.39	-0.149	0.686	-0.265	0.688	-0.217
Ne III	20000.	9.64	-0.121E-01				
2413.8 Å	50000.	6.36	-0.418E-02				
C=0.21E+23	100000.	4.91	-0.266E-01				
3p(3)P-	200000.	4.04	-0.973E-02				
3d(3)D	300000.	3.68	-0.141E-01	*0.894	-0.471E-01		
	500000.	3.33	-0.115E-01	*0.912	-0.535E-01	*0.912	-0.517E-01
PERTURBER DENSITY = 1.E+20 cm^{-3}							
Ne III	20000.	*0.738	*0.289E-01	*0.277E-02	*0.263E-02	*0.337E-02	*0.180E-02
313.4 Å	50000.	0.439	0.431E-01	*0.167E-01	*0.164E-01	*0.154E-01	*0.129E-01
C=0.37E+22	100000.	0.318	0.514E-01	*0.304E-01	*0.300E-01	*0.288E-01	*0.232E-01
2p(4)(3)P-	200000.	0.245	0.512E-01	*0.449E-01	*0.415E-01	*0.387E-01	*0.336E-01
3s(3)S	300000.	0.213	0.506E-01	*0.519E-01	*0.499E-01	*0.439E-01	*0.407E-01
	500000.	0.182	0.482E-01	*0.611E-01	*0.595E-01	*0.526E-01	*0.487E-01
Ne III	20000.						
251.3 Å	50000.	0.438	0.170E-01				
C=0.23E+22	100000.	0.334	0.163E-01				
2p(4)(3)P-	200000.	0.270	0.192E-01				
3d(3)D	300000.	0.244	0.184E-01				
	500000.	0.219	0.177E-01				
PERTURBER DENSITY = 1.E+21 cm^{-3}							
Ne III	20000.						
313.4 Å	50000.						
C=0.37E+23	100000.	*3.14	*0.239				
2p(4)(3)P-	200000.	2.43	0.333				
3s(3)S	300000.	2.11	0.361				
	500000.	1.80	0.371				
Ne III	20000.						
251.3 Å	50000.						
C=0.23E+23	100000.	*3.31	0.946E-01				
2p(4)(3)P-	200000.	*2.69	0.146				
3d(3)D	300000.	2.43	0.149				
	500000.	2.18	0.148				

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.164...57D

Table 4. This Table shows Mg II-, Si II-, and Fe II-impact broadening parameters for Ne III for perturber densities 10^{17}cm^{-3} - 10^{20}cm^{-3} and temperatures from 20,000 up to 500,000 K. Stark broadening parameters for densities lower than for tabulated values, are linear with perturber density.Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given in the Table. By dividing C by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević, Sahal-Bréchot and Bommier 1991), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for the validity of the impact approximation lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBER DENSITY = 1.E+17 cm^{-3}

PERTURBERS ARE:		IONIZED MAGNESIUM		IONIZED SILICON		IONIZED IRON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
Ne III	20000.	0.305E-02	-0.485E-03	0.308E-02	-0.483E-03	0.320E-02	-0.476E-03
2593.1 Å	50000.	0.434E-02	-0.860E-03	0.436E-02	-0.854E-03	0.441E-02	-0.838E-03
C=0.26E+21	100000.	0.493E-02	-0.114E-02	0.494E-02	-0.113E-02	0.500E-02	-0.109E-02
3s(5)S-	200000.	0.546E-02	-0.137E-02	0.547E-02	-0.136E-02	0.551E-02	-0.131E-02
3p(5)P	300000.	0.563E-02	-0.152E-02	0.566E-02	-0.151E-02	0.565E-02	-0.145E-02
	500000.	0.580E-02	-0.169E-02	0.583E-02	-0.167E-02	0.578E-02	-0.163E-02
Ne III	20000.	0.416E-02	0.738E-06	0.420E-02	0.738E-06	0.435E-02	0.738E-06
2162.6 Å	50000.	0.531E-02	0.191E-05	0.533E-02	0.191E-05	0.540E-02	0.191E-05
C=0.17E+21	100000.	0.593E-02	0.380E-05	0.595E-02	0.380E-05	0.602E-02	0.379E-05
3p(5)P-	200000.	0.636E-02	0.716E-05	0.637E-02	0.714E-05	0.640E-02	0.709E-05
3d(5)D	300000.	0.652E-02	0.965E-05	0.651E-02	0.962E-05	0.654E-02	0.949E-05
	500000.	0.666E-02	0.130E-04	0.667E-02	0.129E-04	0.667E-02	0.126E-04
Ne III	20000.	0.549E-05	0.133E-04	0.554E-05	0.132E-04	0.573E-05	0.131E-04
313.4 Å	50000.	0.156E-04	0.222E-04	0.155E-04	0.221E-04	0.156E-04	0.216E-04
C=0.37E+19	100000.	0.251E-04	0.277E-04	0.250E-04	0.275E-04	0.246E-04	0.266E-04
2p(4)(3)P-	200000.	0.329E-04	0.331E-04	0.326E-04	0.327E-04	0.316E-04	0.316E-04
3s(3)S	300000.	0.374E-04	0.365E-04	0.370E-04	0.362E-04	0.366E-04	0.348E-04
	500000.	0.444E-04	0.402E-04	0.429E-04	0.398E-04	0.414E-04	0.388E-04
Ne III	20000.	0.400E-04	0.382E-05	0.405E-04	0.381E-05	0.422E-04	0.376E-05
251.3 Å	50000.	0.539E-04	0.690E-05	0.541E-04	0.685E-05	0.550E-04	0.669E-05
C=0.23E+19	100000.	0.609E-04	0.937E-05	0.611E-04	0.927E-05	0.618E-04	0.895E-05
2p(4)(3)P-	200000.	0.663E-04	0.112E-04	0.665E-04	0.111E-04	0.667E-04	0.107E-04
3d(3)D	300000.	0.683E-04	0.125E-04	0.682E-04	0.123E-04	0.683E-04	0.119E-04
	500000.	0.700E-04	0.140E-04	0.700E-04	0.140E-04	0.696E-04	0.134E-04
Ne III	20000.	0.378E-02	-0.514E-03	0.382E-02	-0.512E-03	0.398E-02	-0.505E-03
2679.0 Å	50000.	0.525E-02	-0.912E-03	0.527E-02	-0.907E-03	0.535E-02	-0.889E-03
C=0.27E+21	100000.	0.595E-02	-0.121E-02	0.597E-02	-0.120E-02	0.605E-02	-0.116E-02
3s(3)S-	200000.	0.654E-02	-0.146E-02	0.657E-02	-0.145E-02	0.659E-02	-0.139E-02
3p(3)P	300000.	0.677E-02	-0.162E-02	0.674E-02	-0.160E-02	0.677E-02	-0.154E-02
	500000.	0.696E-02	-0.179E-02	0.696E-02	-0.178E-02	0.691E-02	-0.172E-02
Ne III	20000.	0.587E-02	-0.108E-03	0.593E-02	-0.108E-03	0.611E-02	-0.108E-03
2413.8 Å	50000.	0.735E-02	-0.233E-03	0.738E-02	-0.232E-03	0.747E-02	-0.228E-03
C=0.21E+21	100000.	0.820E-02	-0.334E-03	0.824E-02	-0.332E-03	0.832E-02	-0.323E-03
3p(3)P-	200000.	0.875E-02	-0.426E-03	0.876E-02	-0.421E-03	0.879E-02	-0.407E-03
3d(3)D	300000.	0.894E-02	-0.477E-03	0.895E-02	-0.473E-03	0.898E-02	-0.457E-03
	500000.	0.909E-02	-0.543E-03	0.913E-02	-0.536E-03	0.913E-02	-0.519E-03

PERTURBER DENSITY = 1.E+18 cm^{-3}

Ne III	20000.	0.298E-01	-0.433E-02	0.301E-01	-0.431E-02	0.312E-01	-0.424E-02
2593.1 Å	50000.	0.433E-01	-0.822E-02	0.434E-01	-0.817E-02	0.439E-01	-0.800E-02
C=0.26E+22	100000.	0.493E-01	-0.113E-01	0.494E-01	-0.111E-01	0.499E-01	-0.107E-01
3s(5)S-	200000.	0.546E-01	-0.137E-01	0.547E-01	-0.136E-01	0.550E-01	-0.131E-01
3p(5)P	300000.	0.563E-01	-0.152E-01	0.566E-01	-0.151E-01	0.565E-01	-0.145E-01
	500000.	0.580E-01	-0.169E-01	0.583E-01	-0.167E-01	0.578E-01	-0.163E-01
Ne III	20000.	*0.403E-01	*0.668E-05	*0.407E-01	*0.668E-05	*0.420E-01	*0.668E-05
2162.6 Å	50000.	*0.527E-01	*0.186E-04	*0.530E-01	*0.186E-04	*0.536E-01	*0.186E-04
C=0.17E+22	100000.	0.592E-01	0.378E-04	0.594E-01	0.378E-04	0.601E-01	0.377E-04
3p(5)P-	200000.	0.636E-01	0.715E-04	0.637E-01	0.714E-04	0.640E-01	0.708E-04
3d(5)D	300000.	0.652E-01	0.965E-04	0.651E-01	0.961E-04	0.654E-01	0.949E-04
	500000.	0.666E-01	0.130E-03	0.667E-01	0.129E-03	0.667E-01	0.126E-03

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.164...57D

Table 4. (continued)

PERTURBERS ARE: TRANSITION	T(K)	IONIZED MAGNESIUM WIDTH (Å)	IONIZED MAGNESIUM SHIFT (Å)	IONIZED SILICON WIDTH (Å)	IONIZED SILICON SHIFT (Å)	IONIZED IRON WIDTH (Å)	IONIZED IRON SHIFT (Å)
Ne III	20000.	0.550E-04	0.117E-03	0.555E-04	0.117E-03	0.574E-04	0.115E-03
313.4 Å	50000.	0.155E-03	0.211E-03	0.155E-03	0.210E-03	0.156E-03	0.204E-03
C=0.37E+20	100000.	0.252E-03	0.272E-03	0.250E-03	0.270E-03	0.246E-03	0.261E-03
2p(4)(3)P-	200000.	0.329E-03	0.330E-03	0.326E-03	0.326E-03	0.316E-03	0.315E-03
3s(3)S	300000.	0.374E-03	0.364E-03	0.370E-03	0.361E-03	0.366E-03	0.347E-03
	500000.	0.444E-03	0.402E-03	0.429E-03	0.398E-03	0.414E-03	0.388E-03
Ne III	20000.	0.389E-03	0.342E-04	0.394E-03	0.341E-04	*0.410E-03	*0.336E-04
251.3 Å	50000.	0.536E-03	0.660E-04	0.538E-03	0.655E-04	0.547E-03	0.640E-04
C=0.23E+20	100000.	0.608E-03	0.924E-04	0.610E-03	0.914E-04	0.617E-03	0.882E-04
2p(4)(3)P-	200000.	0.662E-03	0.112E-03	0.665E-03	0.111E-03	0.667E-03	0.107E-03
3d(3)D	300000.	0.682E-03	0.125E-03	0.682E-03	0.123E-03	0.683E-03	0.118E-03
	500000.	0.700E-03	0.140E-03	0.700E-03	0.140E-03	0.696E-03	0.134E-03
Ne III	20000.	0.369E-01	-0.459E-02	0.373E-01	-0.457E-02	0.387E-01	-0.450E-02
2679.0 Å	50000.	0.523E-01	-0.873E-02	0.525E-01	-0.867E-02	0.532E-01	-0.849E-02
C=0.27E+22	100000.	0.594E-01	-0.120E-01	0.596E-01	-0.118E-01	0.604E-01	-0.114E-01
3s(3)S-	200000.	0.654E-01	-0.145E-01	0.657E-01	-0.144E-01	0.659E-01	-0.139E-01
3p(3)P	300000.	0.677E-01	-0.161E-01	0.674E-01	-0.160E-01	0.677E-01	-0.154E-01
	500000.	0.696E-01	-0.179E-01	0.696E-01	-0.178E-01	0.691E-01	-0.172E-01
Ne III	20000.	*0.568E-01	-0.976E-03	*0.573E-01	-0.975E-03	*0.588E-01	-0.971E-03
2413.8 Å	50000.	*0.731E-01	-0.225E-02	*0.733E-01	-0.224E-02	*0.741E-01	-0.221E-02
C=0.21E+22	100000.	0.819E-01	-0.331E-02	0.822E-01	-0.328E-02	*0.831E-01	-0.320E-02
3p(3)P-	200000.	0.875E-01	-0.425E-02	0.875E-01	-0.421E-02	0.879E-01	-0.407E-02
3d(3)D	300000.	0.894E-01	-0.476E-02	0.895E-01	-0.473E-02	0.898E-01	-0.456E-02
	500000.	0.909E-01	-0.543E-02	0.913E-01	-0.536E-02	0.913E-01	-0.519E-02
PERTURBER DENSITY = 1.E+19 cm^{-3}							
Ne III	20000.						
2593.1 Å	50000.						
C=0.26E+23	100000.	*0.488	-0.105	*0.489	-0.104	*0.494	-0.100
3s(5)S-	200000.	*0.544	-0.133	*0.545	-0.132	*0.548	-0.127
3p(5)P	300000.	*0.563	-0.152	*0.565	-0.150	*0.564	-0.145
	500000.	*0.580	-0.168	*0.583	-0.167	*0.578	-0.162
Ne III	20000.						
2162.6 Å	50000.						
C=0.17E+23	100000.						
3p(5)P-	200000.	*0.631	*0.711E-03	*0.634	*0.709E-03		
3d(5)D	300000.	*0.652	*0.964E-03	*0.650	*0.960E-03	*0.653	*0.948E-03
	500000.	*0.665	*0.130E-02	*0.667	*0.129E-02	*0.667	*0.126E-02
Ne III	20000.	0.541E-03	0.781E-03	0.545E-03	0.776E-03	0.563E-03	0.758E-03
313.4 Å	50000.	0.156E-02	0.179E-02	0.155E-02	0.177E-02	0.155E-02	0.172E-02
C=0.37E+21	100000.	0.250E-02	0.249E-02	0.249E-02	0.249E-02	0.245E-02	0.238E-02
2p(4)(3)P-	200000.	0.329E-02	0.320E-02	0.327E-02	0.315E-02	0.317E-02	0.304E-02
3s(3)S	300000.	0.374E-02	0.362E-02	0.370E-02	0.360E-02	0.366E-02	0.345E-02
	500000.	0.444E-02	0.400E-02	0.429E-02	0.396E-02	0.414E-02	0.386E-02
Ne III	20000.						
251.3 Å	50000.						
C=0.23E+21	100000.	*0.600E-02	*0.868E-03	*0.600E-02	*0.859E-03		
2p(4)(3)P-	200000.	*0.661E-02	*0.109E-02	*0.662E-02	*0.108E-02	*0.665E-02	*0.104E-02
3d(3)D	300000.	*0.682E-02	*0.124E-02	*0.681E-02	*0.122E-02	*0.682E-02	*0.118E-02
	500000.	*0.699E-02	*0.139E-02	*0.700E-02	*0.139E-02	*0.695E-02	*0.133E-02
Ne III	20000.						
2679.0 Å	50000.						
C=0.27E+23	100000.	*0.586	-0.112	*0.589	-0.111	*0.594	-0.106
3s(3)S-	200000.	*0.652	-0.141	*0.654	-0.140	*0.656	-0.135
3p(3)P	300000.	*0.676	-0.161	*0.674	-0.160	*0.676	-0.153
	500000.	*0.695	-0.179	*0.696	-0.177	*0.691	-0.172

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.164...57D

Table 4. (continued)

PERTURBERS ARE:		IONIZED MAGNESIUM		IONIZED SILICON		IONIZED IRON	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
Ne III	20000.						
2413.8 Å	50000.						
C=0.21E+23	100000.						
3p(3)P-	200000.						
3d(3)D	300000.	*0.893	-0.475E-01	*0.894	-0.471E-01		
	500000.	*0.908	-0.542E-01	*0.912	-0.535E-01	*0.912	-0.517E-01
PERTURBER DENSITY = 1.E+20 cm^{-3}							
Ne III	20000.						
313.4 Å	50000.						
C=0.37E+22	100000.						
2p(4)(3)P-	200000.						
3s(3)S	300000.						
	500000.	*0.444E-01	*0.396E-01	*0.429E-01	*0.392E-01		

calculations, not found in Moore (1971) and Bashkin and Stoner (1978) (or revised later) have been taken from Quinet, Palmeri and Biémont (1994) for Ne II and from Persson, Wahlström and Jönsson (1991) for Ne III. Corresponding ionization potential for Ne III has been taken also from Persson, Wahlström and Jönsson (1991). The results for 10 Ne II multiplets, for Stark broadening due to electron-, proton-, and ionized helium-impacts are shown in Table 1 for perturber densities $10^{15}cm^{-3}$ - $10^{20}cm^{-3}$ and temperatures from 5,000 up to 100,000 K. Electron-impact widths for the electron density of $10^{15}cm^{-3}$ are from Milosavljević, Dimitrijević and Djeniže (2001) and electron-impact shifts for the same electron density from Djeniže, Milosavljević and Dimitrijević (2001). In Table 2 are data for Stark broadening due to ionized magnesium-, ionized silicon-, and ionized iron-impacts for perturber densities $10^{17}cm^{-3}$ - 10^{19} cm^{-3}. The results for 6 Ne III multiplets, for Stark broadening due to electron-, proton-, and ionized helium-impacts are shown in Table 3 for perturber densities $10^{18}cm^{-3}$ - $10^{21}cm^{-3}$ and temperatures: 20,000 K; 50,000 K; 100,000 K; 200,000 K; 300,000 K and 500,000 K. In Table 4 are data for Stark broadening due to ionized magnesium-, ionized silicon-, and ionized iron-impacts. Data for electron-, proton- and ionized helium-impact broadening parameters for Ne II and Ne III spectral lines, for a perturber density of $10^{17}cm^{-3}$, not existing in Tables 1 and 3 will be published in Dimitrijević (2002). Stark broadening parameters for densities lower than for tabulated values, are linear with perturber density. We also specify a parameter C (Dimitrijević and Sahal-Bréchot 1984), which gives an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated, when it is divided by the corresponding full width at half maximum. For each value given in Tables 1 - 4, the collision volume (V) multiplied by the perturber density (N) is much less than one and the impact approximation is valid (Sahal-Bréchot, 1969ab). Values for NV > 0.5 are not given and values for $0.1 <$ NV ≤ 0.5 are denoted by an asterisk. When the impact approximation is not valid, the ion broadening contribution may be estimated by using quasistatic approach (Sahal-Bréchot 1991 or Griem 1974). In the region between where neither of these two approximations is valid, a unified type theory should be used. For example in Barnard, Cooper and Smith (1974), a simple analytical formula for such a case is given. The accuracy of the results obtained decreases when broadening by ion interactions becomes important.

The comparison of obtained results with experimental data for Ne II widths of Platiša, Dimitrijević and Konjević (1978); Pittman and Konjević (1986); Purić, Srećković, Labat and Ćirković (1987), Uzelac, Glenzer, Konjević, Hey and Kunze (1993), Blagojević, Popović and Konjević (1999) and del Val, Aparicio and Mar (2000), and with experimental data for Ne III of Konjević and Pittman (1987); Purić, Djeniže, Srećković, Ćuk, Labat and Platiša (1988); Uzelac, Glenzer, Konjević, Hey and Kunze (1993), Blagojević, Popović and Konjević (2000) is given in Milosavljević, Dimitrijević and Djeniže (2001), as well as the comparison with calculations of Ne II widths of Griem (1974); Uzelac, Glenzer, Konjević, Hey and Kunze (1993), and Ne III widths of Dimitrijević and Konjević (1981). The comparison with experimental data for Ne II shifts of Purić, Srećković, Labat and Ćirković (1987), and with calculations of Griem (1974), is given in Djeniže, Milosavljević and Dimitrijević (2001). The discussion of obtained results is also given in Dimitrijević (2002).

Acknowledgements – This work is a part of the project "Influence of collisional processes on astrophysical plasma lineshapes", supported by Ministry of Science, Technologies and Development of Serbia.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

2001SerAJ.164...57D

REFERENCES

Barnard, A.J., Cooper, J., Smith, E.W.: 1974, *J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer*, **14**, 1025.

Bashkin, S., Stoner, J.O.Jr.: 1978, "Atomic Energy Levels and Grotrian Diagrams", Vol. 2, North Holland, Amsterdam.

Blagojević, B., Popović, M.V. and Konjević, N.: 1999, *Physica Scripta*, **59**, 374.

Blagojević, B., Popović, M.V. and Konjević, N.: 2000, *J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer*, **67**, 9.

del Val, J.A., Aparicio, J.A., and Mar, S.: 2000, *Astrophys. J.*, **536**, 998.

Dimitrijević, M.S.: 2002, *Zh. Prikl. Spektrosk.* submitted.

Dimitrijević, M.S., and Konjević, N.: 1981, in: Spectral Line Shapes, ed. B. Wende, New york, W. de Gruyter, 211.

Dimitrijević, M.S. and Sahal–Bréchot,S.: 1984, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **31**, 301.

Dimitrijević, M.S., Sahal-Bréchot, S.: 1995a, *Physica Scripta*, **52**, 41.

Dimitrijević, M.S., and Sahal–Bréchot, S.: 1995b, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **109**, 551.

Dimitrijević, M.S., Sahal-Bréchot, S., Bommier, V.: 1991, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **89**, 581.

Djeniže, S., Milosavljević, V. and Dimitrijević, M. S.: 2001, *Astron. Astrophys.*, **382**, 359.

Fleurier, C., Sahal-Bréchot, S., Chapelle, J.: 1977, *J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer*, **17**, 595.

Griem, H.R.: 1974, Spectral Line Broadening by Plasmas, Academic Press, New York.

Konjević, N. and Pittman, T.L.: 1987, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **37**, 311.

Milosavljević, V., Dimitrijević, M.S. and Djeniže, S.: 2001, *Astrophys. J. Suppl. Series*, **135**, 115.

Moore, C.E.: 1971, Atomic Energy Levels, Vol. I, Nat. Stand. Ref. Data Ser., 35, NBS, Washington.

Persson, W., Wahlström, C. G., and Jönsson, I.: 1991, *Phys. Rev. A*, **43**, 4791.

Pittman, T.L., and Konjević, N.: 1986, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **35**, 247.

Platiša, M., Dimitrijević, M.S. and Konjević, N.: 1978, *Astron. Astrophys.*, **67**, 103.

Purić, J., Djeniže, S., Srećković, A., Ćuk, A., Labat, J. and Platiša, M.: 1988, *Z. Phys. D*, **8**, 343.

Purić, J., Djeniže, S., Srećković, A., Labat, J. and Ćirković, Lj.: 1987, *Phys. Rev. A*, **35**, 2111.

Quinet, P., Palmeri, P. and Biémont, E.: 1994, *Physica Scripta*, **49**, 436.

Sahal–Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.*, **1**, 91.

Sahal–Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.*, **2**, 322.

Sahal–Bréchot, S.: 1974, *Astron. Astrophys.*, **35**, 321.

Sahal–Bréchot, S.: 1991, *Astron. Astrophys.* **245**, 322.

Thomas, J.R. and Neupert, W.M.: 1994, *Astrophys. J. Suppl. Series*, **91**, 461.

Trimble, V.: 1991, *Astron. Astrophys. Rev.*, **3**, 1.

Uzelac, N.I., Glenzer, S., Konjević, N., Hey, J.D. and Kunze, H.J.: 1993, *Phys. Rev. E*, **47**, 3623.

ТАБЕЛЕ ПАРАМЕТАРА ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА Ne II И Ne III

М. С. Димитријевић

Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд-74, Србија, Југославија

УДК 52–355.3

Претходно саопштење

Користећи семикласичан прилаз, израчунате су ширине и помераји спектралних линија, проузроковани сударима са електронима, протонима, као и јонима хелијума, магнезијума, силицијума и гвожђа за 10 мултиплета Ne II и 6 мултиплета Ne III. Резултати су дати у функцији температуре и концентрације пертурбера.

© Astronomical Observatory, Belgrade • Provided by the NASA Astrophysics Data System

Serb. Astron. J. № 165 (2002), 105 – 106

EDITORIAL

M. S. Dimitrijević and L. Č. Popović

Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade-74, Serbia, Yugoslavia

The present issue of SERBIAN ASTRONOMICAL JOURNAL is the last one edited by the two of us. We resigned not because we were tired of our service to the astronomical community but due to the old tradition of the Belgrade Astronomical Observatory that its Director is automatically the Editor-in-Chief of its publications. We therefore gladly give the opportunity to the new Director, in charge since July 1st. 2002, to organize the publishing activity according to his conceptions. One of us (M.S.D.) was appointed Editor on January 1st. 1984 (from No. 135), becoming the Editor-in-Chief in 1987 (from No. 137). The other one (L.Č.P.) is the Editor since 1994 (from No. 150). During this period the *Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade* merged with the *Publications of the Department of Astronomy*, changing its name into *Bulletin Astronomique de Belgrade* from No. 145 in 1992, to finally become *Serbian Astronomical Journal* in 1998, from No. 157.

Accordingly, of a "Bulletin" we made a "Journal". For example, in the period 1971-1984 (Nos. 125-134) in *Bull. Obs. Astron. Belgrade*, practically only the associates of the Belgade Observatory published their papers, save for a few individuals from the Belgrade University. We found within this period the name of one sole foreign astronomer – from the USSR – namely V. A. Fomin, among the authors. In the period 1985–2002 in the Serbian Astronomical Journal published their communications not only astronomers from Yugoslavia but also from Belgium, China, France, Italy, Moldova, Romania, Russia, Spain, Ukraine, USA. Our authors from outside of Yugoslavia are:

J. P. Anosova
C. Beuyninx
Cristina Blaga
Paul A. Blaga
Veronique Bommier
N. M. Bronnikov
Alberto Celino
Pierre Cugnon
D. R. Davis
Henry Debehogne
Veronique Dehant
P. Farinella
Alex Gaina
R. I. Gumerov
R. S. Izmailov
V. B. Kapkov
F. F. Khalikhevich
S. A. Kilioner
Tatiana R. Kirian
N. G. Litkevich
Evencio G. Mediavilla
O. Mihai
Andrea Milani
Vasile Mioc
Jose A. Muñoz
Viktor V. Orlov
Paolo Paolicchi
Paul Paquet
Genadij I. Pinigin
Sylvie Sahal-Bréchot
Dan Selaru
N. D. Simonenko
Eduardo Simonneau
A. Shul'ga
Magdalena Stavinschi
Cristina Stoica
T. I. Suchkova
Emil Tatomir
Svetlana A. Tolchelnikova-Muri
V. I. Turenkov
Margarita Yu. Volyanskaya
A. Yu. Yacenko
Vincento Zappala
G. Zhen-Nian

We are grateful to these authors for having chosen our journal, thereby conferring on the *Serbian Astronomical Journal* an international standing. This is also a suitable opportunity to thank the numerous referees who contributed to our Journal being better. During this period the referees officially registered (a number of them, mainly belonging to the editorial boards, remain unregistered) have been (in Brackets is the number of papers they reviewed):

Trajko Angelov (11)
Jelisaveta Arsenijević (4)
Olga Atanacković-Vukmanović (4)
Milutin Blagojević (1)
Markyan S. Chubey (1)
B. Ćirić (2)
Miodrag Dačić (2)
Milan S. Dimitrijević (43)
Gojko Djurašević (1)
B. Djurić (1)
Dragutin Djurović (5)
Stevica Djurović (3)
Petar Grujić (5)
Slobodan Jankov (1)
Zoran Knežević (7)
Nikola Konjević (6)
Vladimir Kršljanin (2)
Aleksandar Kubičela (12)
Mike Kuzmanoski (10)
Jaroslav Labat (1)
Jovan Lazović (1)
Ilija Lukačević (5)
Jovan Mališić (1)
Milan Mijatov (1)
Jelena Milogradov-Turin (2)
Vladeta Milovanović (6)
Ljubiša Mitić (22)
Radovan Mrkić (1)
Ranko Mužijević (4)
Slobodan Ninković (30)
Dragomir Olević (3)
Nada Pejović (1)
Georgije Popović (18)
Luka Č. Popović (12)
Sofija Sadžakov (28)
Jovan Simovljević (7)
Nicholas Spyrou (1)
Božidar Stanić (1)
Miroljub Starčević (1)
S. Starčević (1)
Magdalena Stavinschi (1)
Dragoljub Stefanović (1)
Dušan Šaletić (9)
Stevo Šegan (1)
Branislav Ševarlić (16)
Djordje Teleki (10)
Ištvan Vince (42)
Mirjana Vukićević-Karabin (1)
Vincento Zappala (1)
Danilo Zulević (2)

In our register, in which M.S.D. began entering the submitted articles from January 1st, 1984, up to now, 455 of them are inscribed. A part of them has been published in *Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade*, only 24 of them having been turned down. Namely, we always strived to help our collegues, in cases their articles did nor meet the required standards, to improve them or to extract from them those parts which were still of interest. In this we had a valuable assistance from our reviser of English – Ljubiša A. Mitić – who invested a great deal of labour not only to improve English versions of articles, but to make their contents more clear and receptive.

On comparing the period 1971–1984 (Nos. 125-134), i.e. ten Numbers published on 560 pages during 14 years preceding our assuming the charge (No. 134 published in 1984 was edited in 1983) we see that Nos. 135-144 have been published in seven years (1985–1991) on 1150 pages. Nos. 145–154 in five years (1992-1996) on 1327 pages and Nos. 155–164, also in five years (1997–2001) on 1317 pages. From 1991 on, we increased the number of issues per year to two. It is also worth noting that from 1993 on, the Serbian Astronomical Journal appears in the ADS data system, and is available on www. The www addresses are: http://www.aob.bg.ac.yu and http://adsww.harvard.edu./BOBeo. One should thereby take into account that all this has been achieved in circumstances of grave general instability, shortage of money, hyperinflation, war and bombardment of our country. We would like to once again express our gratitude to all who helped us and hope that now, in peace and greatly improved economic situation, the Journal will continue developing and that it will continue being useful to the astronomical community both within and without our country.

Serb. Astron. J. № 165 (2002), 67 – 88 **UDC 52–355.3**
Preliminary report

STARK BROADENING PARAMETER TABLES FOR Be III

M. S. Dimitrijević[1], M. Dačić[1], Z. Cvetković[1] and S. Sahal–Bréchot[2]

[1] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade-74, Serbia, Yugoslavia*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris–Meudon, 92190 Meudon, France

(Received: June 10, 2002)

SUMMARY: Using a semiclassical approach, we have calculated electron−, proton−, and He II−impact line widths and shifts for 52 Be III multiplets as a function of temperature and perturber density. The electron temperatures are 10,000 K; 20,000 K; 50,000 K; 100,000 K 200,000K and 300,000 K and perturber densities are from 10^{11} cm^{-3} up to 10^{21} cm^{-3}.

1. INTRODUCTION

The astrophysical importance of Be III spectral lines for the abundance investigations, nucleosynthesis considerations and laboratory and astrophysical plasma diagnostics has been considered in Dimitrijević and Sahal-Bréchot (1996ab). In the above mentioned Refs. Stark broadening parameters of 12 Be II spectral lines have been obtained within the semiclassical perturbation approach (Sahal-Bréchot 1969ab, see also Sahal-Bréchot 1974, Fleurier, Sahal-Bréchot and Chapelle 1977, Dimitrijević and Sahal-Bréchot 1984, Dimitrijević, Sahal-Bréchot and Bommier 1991, Dimitrijević and Sahal-Bréchot 1995a). However, the recently published analysis of the spectrum and term system of Be III (Jupén *et al.* 2001) enables the calculation of Stark broadening parameters for 52 additional multiplets, with the standard accuracy. The aim of this work is to determine this additional parameters in order to extend the set of available Stark broadening data.

2. RESULTS AND DISCUSSION

The used formalism has been reviewed briefly *e.g* in Dimitrijević and Sahal-Bréchot (1995ab). All relevant details concerning the obtained results and the calculation procedure will be published in Dimitrijević *et al.* 2003). Here, we present only tables of Stark broadening parameters. Atomic energy levels needed for calculations, have been taken from Jupén *et al.* (2001). The results for 52 Be III multiplets, for Stark broadening due to electron−, proton−, and ionized helium−impacts are shown in Table 1 for perturber densities 10^{11}cm^{-3} – 10^{21}cm^{-3} and temperatures from 10,000 up to 300,000 K. Stark broadening parameters for densities lower than for tabulated values, are linear with perturber density. We also specify a parameter C (Dimitrijević and Sahal-Bréchot 1984), which gives an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated, when it is divided by the corresponding full width at half maximum. For each value given

Table 1. This table shows electron−, proton−, and He II−impact broadening parameters for Be III for perturber densities 10^{11}cm^{-3} − 10^{21}cm^{-3} and temperatures from 10,000 up to 300,000 K. Stark broadening parameters for densities lower than for tabulated values, are linear with perturber density. Transitions and averaged wavelengths for the multiplet (in Å) are also given in the Table. By dividing C by the corresponding full width at half maximum (Dimitrijević, Sahal-Bréchot and Bommier 1991), we obtain an estimate for the maximum perturber density for which the line may be treated as isolated and tabulated data may be used. The asterisk identifies cases for which the collision volume multiplied by the perturber density (the condition for the validity of the impact approximation lies between 0.1 and 0.5.

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
PERTURBER DENSITY = 1.E+11 cm^{-3}							
BeIII 5D-5F	10000.	7.39	-0.227	7.83	4.27	5.36	3.55
	20000.	6.04	-0.176	10.3	4.71	7.13	3.95
C = 0.23E+17	50000.	4.59	-0.128	13.1	5.45	10.0	4.77
	100000.	3.69	-0.106	14.5	6.58	12.5	5.11
	150000.	3.23	-0.844E-01	16.0	6.64	13.8	6.21
	300000.	2.54	-0.409E-01	16.7	8.05	15.4	6.55
PERTURBER DENSITY = 1.E+12 cm^{-3}							
BeIII 5P-5D	10000.	2.36	0.396	1.96	1.38	1.42	1.15
	20000.	1.94	0.334	2.52	1.57	1.75	1.30
C = 0.16E+17	50000.	1.50	0.240	3.28	1.82	2.54	1.51
	100000.	1.23	0.181	4.27	2.19	3.12	1.64
	150000.	1.08	0.148	4.33	2.16	3.82	1.88
	300000.	0.858	0.101	4.87	2.58	4.16	2.13
BeIII 4D-4F	10000.	5.55	-0.330	1.72	-1.64	1.41	-1.39
	20000.	4.48	-0.251	2.38	-1.96	1.83	-1.66
C = 0.17E+19	50000.	3.39	-0.156	3.69	-2.34	2.55	-2.00
	100000.	2.75	-0.938E-01	4.83	-2.63	3.25	-2.14
	150000.	2.43	-0.680E-01	5.77	-2.86	3.78	-2.50
	300000.	1.95	-0.262E-01	7.10	-3.09	5.11	-2.72
PERTURBER DENSITY = 1.E+13 cm^{-3}							
BeIII 4D-5F	10000.	0.114E-02	-0.937E-05	0.184E-02	0.102E-02	0.127E-02	0.851E-03
4487.8 Å	20000.	0.920E-03	-0.825E-05	0.233E-02	0.116E-02	0.162E-02	0.971E-03
C = 0.50E+13	50000.	0.688E-03	-0.940E-05	0.281E-02	0.137E-02	0.232E-02	0.111E-02
	100000.	0.547E-03	-0.108E-04	0.344E-02	0.161E-02	0.277E-02	0.122E-02
	150000.	0.476E-03	-0.952E-05	0.336E-02	0.161E-02	0.321E-02	0.139E-02
	300000.	0.373E-03	-0.465E-05	0.365E-02	0.192E-02	0.336E-02	0.160E-02
PERTURBER DENSITY = 1.E+14 cm^{-3}							
BeIII 2P-5D	10000.	0.829E-04	0.569E-05	0.319E-04	0.294E-04	0.263E-04	0.246E-04
458.0 Å	20000.	0.681E-04	0.421E-05	0.420E-04	0.347E-04	0.331E-04	0.289E-04
C = 0.70E+13	50000.	0.525E-04	0.265E-05	0.596E-04	0.405E-04	0.422E-04	0.338E-04
	100000.	0.429E-04	0.179E-05	0.752E-04	0.445E-04	0.539E-04	0.388E-04
	150000.	0.378E-04	0.133E-05	0.852E-04	0.490E-04	0.568E-04	0.397E-04
	300000.	0.302E-04	0.694E-06	0.106E-03	0.543E-04	0.805E-04	0.509E-04
BeIII 3P-4D	10000.	0.876E-03	0.110E-03	0.608E-03	0.490E-03	0.466E-03	0.416E-03
2122.9 Å	20000.	0.708E-03	0.990E-04	0.853E-03	0.576E-03	0.606E-03	0.480E-03
C = 0.66E+14	50000.	0.535E-03	0.781E-04	0.119E-02	0.683E-03	0.846E-03	0.582E-03
	100000.	0.430E-03	0.608E-04	0.153E-02	0.780E-03	0.102E-02	0.669E-03
	150000.	0.377E-03	0.515E-04	0.171E-02	0.828E-03	0.125E-02	0.706E-03
	300000.	0.300E-03	0.365E-04	0.196E-02	0.895E-03	0.145E-02	0.772E-03
BeIII 3P-5D	10000.	0.119E-02	0.166E-03	0.145E-02	0.101E-02	*0.106E-02	*0.833E-03
1442.2 Å	20000.	0.959E-03	0.148E-03	0.187E-02	0.114E-02	0.130E-02	0.948E-03
C = 0.12E+14	50000.	0.721E-03	0.104E-03	0.247E-02	0.132E-02	0.186E-02	0.113E-02
	100000.	0.575E-03	0.749E-04	0.309E-02	0.162E-02	0.236E-02	0.122E-02
	150000.	0.501E-03	0.581E-04	0.325E-02	0.159E-02	0.282E-02	0.146E-02
	300000.	0.393E-03	0.374E-04	0.368E-02	0.192E-02	0.313E-02	0.155E-02
BeIII 4P-4D	10000.	19.6	2.53	9.69	7.78	7.32	6.52
	20000.	16.0	2.36	13.4	9.16	9.53	7.59
C = 0.10E+19	50000.	12.3	1.91	18.7	11.0	13.6	9.06
	100000.	9.99	1.50	24.5	12.3	16.9	10.7
	150000.	8.81	1.29	26.4	12.7	19.6	10.9
	300000.	7.06	0.935	30.4	14.1	21.8	12.2

Table 1. (continued)

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
BeIII 4P-5D	10000.	0.138E-01	0.197E-02	0.146E-01	0.103E-01	*0.107E-01	*0.842E-02
4576.7 Å	20000.	0.112E-01	0.175E-02	0.189E-01	0.115E-01	0.131E-01	0.961E-02
C = 0.12E+15	50000.	0.850E-02	0.127E-02	0.248E-01	0.134E-01	0.188E-01	0.114E-01
	100000.	0.683E-02	0.928E-03	0.313E-01	0.165E-01	0.238E-01	0.123E-01
	150000.	0.597E-02	0.743E-03	0.330E-01	0.162E-01	0.288E-01	0.146E-01
	300000.	0.471E-02	0.495E-03	0.371E-01	0.194E-01	0.314E-01	0.157E-01
BeIII 4D-5P	10000.	0.970E-02	-0.154E-02	0.334E-02	-0.274E-02	0.262E-02	-0.232E-02
4459.5 Å	20000.	0.809E-02	-0.140E-02	0.449E-02	-0.324E-02	0.334E-02	-0.270E-02
C = 0.29E+15	50000.	0.642E-02	-0.110E-02	0.634E-02	-0.380E-02	0.453E-02	-0.315E-02
	100000.	0.533E-02	-0.871E-03	0.789E-02	-0.418E-02	0.582E-02	-0.358E-02
	150000.	0.474E-02	-0.743E-03	0.866E-02	-0.457E-02	0.633E-02	-0.369E-02
	300000.	0.383E-02	-0.537E-03	0.998E-02	-0.507E-02	0.805E-02	-0.480E-02
BeIII 4S-4P	10000.	0.185	-0.828E-02	0.374E-02	-0.223E-03	0.451E-02	-0.218E-03
34750.0 Å	20000.	0.156	-0.926E-02	0.525E-02	-0.396E-03	0.578E-02	-0.371E-03
C = 0.15E+19	50000.	0.130	-0.827E-02	0.653E-02	-0.668E-03	0.681E-02	-0.591E-03
	100000.	0.113	-0.760E-02	0.766E-02	-0.855E-03	0.750E-02	-0.729E-03
	150000.	0.103	-0.753E-02	0.839E-02	-0.953E-03	0.780E-02	-0.808E-03
	300000.	0.868E-01	-0.611E-02	0.100E-01	-0.114E-02	0.843E-02	-0.963E-03
BeIII 4S-5P	10000.	0.401E-02	0.153E-03	0.274E-03	0.255E-03	0.259E-03	0.214E-03
3882.5 Å	20000.	0.359E-02	0.944E-04	0.347E-03	0.305E-03	0.322E-03	0.258E-03
C = 0.98E+16	50000.	0.314E-02	0.824E-04	0.461E-03	0.385E-03	0.406E-03	0.315E-03
	100000.	0.278E-02	0.368E-04	0.562E-03	0.434E-03	0.471E-03	0.370E-03
	150000.	0.255E-02	0.199E-04	0.598E-03	0.478E-03	0.512E-03	0.394E-03
	300000.	0.216E-02	0.186E-04	0.764E-03	0.530E-03	0.583E-03	0.461E-03
BeIII 5S-5P	10000.	1.63	-0.187	0.515E-01	0.100E-01	0.576E-01	0.895E-02
69377.0 Å	20000.	1.49	-0.155	0.617E-01	0.140E-01	0.653E-01	0.123E-01
C = 0.31E+19	50000.	1.34	-0.106	0.749E-01	0.185E-01	0.750E-01	0.157E-01
	100000.	1.20	-0.964E-01	0.858E-01	0.222E-01	0.796E-01	0.186E-01
	150000.	1.11	-0.852E-01	0.944E-01	0.245E-01	0.831E-01	0.200E-01
	300000.	0.940	-0.618E-01	0.116	0.275E-01	0.902E-01	0.232E-01
BeIII 4P-5S	10000.	0.507E-02	0.128E-02	0.304E-03	0.351E-03	0.280E-03	0.295E-03
4664.8 Å	20000.	0.446E-02	0.105E-02	0.417E-03	0.421E-03	0.361E-03	0.356E-03
C = 0.28E+17	50000.	0.390E-02	0.773E-03	0.562E-03	0.524E-03	0.487E-03	0.441E-03
	100000.	0.347E-02	0.638E-03	0.702E-03	0.609E-03	0.557E-03	0.500E-03
	150000.	0.320E-02	0.556E-03	0.736E-03	0.652E-03	0.623E-03	0.550E-03
	300000.	0.270E-02	0.421E-03	0.929E-03	0.748E-03	0.686E-03	0.642E-03
BeIII 5P-5D	10000.	13.6	0.109	3.52	3.20	2.89	2.70
	20000.	11.6	0.326E-01	4.56	3.70	3.57	3.10
C = 0.79E+18	50000.	9.49	-0.106	6.51	4.35	4.59	3.63
	100000.	8.03	-0.115	8.33	4.86	5.93	4.14
	150000.	7.20	-0.123	9.69	5.32	6.48	4.27
	300000.	5.88	-0.147	12.0	5.79	8.45	5.40
BeIII 4D-5F	10000.	0.110E-01	-0.280E-03	*0.184E-01	*0.101E-01	*0.127E-01	*0.845E-02
4487.8 Å	20000.	0.895E-02	-0.124E-03	*0.233E-01	*0.116E-01	*0.162E-01	*0.971E-02
C = 0.50E+14	50000.	0.672E-02	-0.940E-04	0.281E-01	0.137E-01	*0.232E-01	*0.111E-01
	100000.	0.535E-02	-0.108E-03	0.344E-01	0.161E-01	0.277E-01	0.122E-01
	150000.	0.466E-02	-0.952E-04	0.336E-01	0.161E-01	0.321E-01	0.139E-01
	300000.	0.366E-02	-0.465E-04	0.365E-01	0.192E-01	0.336E-01	0.160E-01
PERTURBER DENSITY = 1.E+15 cm^{-3}							
BeIII 1S-3P	10000.	0.332E-05	-0.280E-06	0.151E-06	-0.235E-06	0.150E-06	-0.206E-06
88.3 Å	20000.	0.254E-05	-0.217E-06	0.265E-06	-0.325E-06	0.261E-06	-0.278E-06
C = 0.73E+14	50000.	0.184E-05	-0.204E-06	0.431E-06	-0.417E-06	0.371E-06	-0.352E-06
	100000.	0.147E-05	-0.177E-06	0.569E-06	-0.497E-06	0.473E-06	-0.420E-06
	150000.	0.130E-05	-0.155E-06	0.664E-06	-0.541E-06	0.535E-06	-0.451E-06
	300000.	0.106E-05	-0.123E-06	0.801E-06	-0.622E-06	0.651E-06	-0.526E-06
BeIII 1S-4P	10000.	0.102E-04	-0.116E-05	0.115E-05	-0.127E-05	0.103E-05	-0.107E-05
84.8 Å	20000.	0.823E-05	-0.112E-05	0.155E-05	-0.154E-05	0.134E-05	-0.130E-05
C = 0.28E+14	50000.	0.635E-05	-0.967E-06	0.220E-05	-0.194E-05	0.177E-05	-0.160E-05
	100000.	0.522E-05	-0.785E-06	0.267E-05	-0.218E-05	0.222E-05	-0.183E-05
	150000.	0.464E-05	-0.687E-06	0.312E-05	-0.240E-05	0.240E-05	-0.198E-05
	300000.	0.378E-05	-0.519E-06	0.381E-05	-0.264E-05	0.293E-05	-0.227E-05

Table 1. (continued)

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
BeIII 1S-5P	10000.	0.238E-04	-0.378E-05	0.406E-05	-0.401E-05	0.355E-05	-0.336E-05
83.2 Å	20000.	0.199E-04	-0.353E-05	0.524E-05	-0.489E-05	0.447E-05	-0.411E-05
C = 0.13E+14	50000.	0.160E-04	-0.282E-05	0.684E-05	-0.578E-05	0.580E-05	-0.491E-05
	100000.	0.135E-04	-0.226E-05	0.812E-05	-0.657E-05	0.617E-05	-0.553E-05
	150000.	0.121E-04	-0.194E-05	0.966E-05	-0.701E-05	0.753E-05	-0.612E-05
	300000.	0.986E-05	-0.142E-05	0.112E-04	-0.773E-05	0.870E-05	-0.667E-05
BeIII 2S-4P	10000.	0.373E-03	-0.406E-04	0.405E-04	-0.450E-04	0.363E-04	-0.378E-04
503.3 Å	20000.	0.299E-03	-0.401E-04	0.547E-04	-0.544E-04	0.473E-04	-0.461E-04
C = 0.97E+15	50000.	0.230E-03	-0.351E-04	0.779E-04	-0.685E-04	0.623E-04	-0.565E-04
	100000.	0.189E-03	-0.287E-04	0.942E-04	-0.770E-04	0.783E-04	-0.644E-04
	150000.	0.168E-03	-0.252E-04	0.110E-03	-0.848E-04	0.847E-04	-0.699E-04
	300000.	0.137E-03	-0.192E-04	0.134E-03	-0.932E-04	0.103E-03	-0.800E-04
BeIII 2S-5P	10000.	0.714E-03	-0.111E-03	0.120E-03	-0.119E-03	0.105E-03	-0.997E-04
453.0 Å	20000.	0.599E-03	-0.105E-03	0.155E-03	-0.145E-03	0.133E-03	-0.122E-03
C = 0.39E+15	50000.	0.481E-03	-0.843E-04	0.203E-03	-0.171E-03	0.172E-03	-0.146E-03
	100000.	0.404E-03	-0.679E-04	0.241E-03	-0.195E-03	0.183E-03	-0.164E-03
	150000.	0.361E-03	-0.582E-04	0.286E-03	-0.208E-03	0.223E-03	-0.181E-03
	300000.	0.295E-03	-0.429E-04	0.331E-03	-0.229E-03	0.258E-03	-0.198E-03
BeIII 3S-3P	10000.	0.325	-0.304E-01	0.118E-01	-0.179E-01	0.115E-01	-0.161E-01
21322.9 Å	20000.	0.249	-0.281E-01	0.209E-01	-0.246E-01	0.195E-01	-0.207E-01
C = 0.42E+19	50000.	0.184	-0.273E-01	0.319E-01	-0.312E-01	0.276E-01	-0.265E-01
	100000.	0.149	-0.247E-01	0.417E-01	-0.370E-01	0.345E-01	-0.310E-01
	150000.	0.132	-0.229E-01	0.478E-01	-0.396E-01	0.386E-01	-0.331E-01
	300000.	0.108	-0.190E-01	0.584E-01	-0.451E-01	0.442E-01	-0.380E-01
BeIII 3S-4P	10000.	0.619E-02	-0.720E-03	0.607E-03	-0.670E-03	0.541E-03	-0.563E-03
1916.5 Å	20000.	0.497E-02	-0.699E-03	0.812E-03	-0.813E-03	0.704E-03	-0.687E-03
C = 0.14E+17	50000.	0.384E-02	-0.620E-03	0.115E-02	-0.101E-02	0.924E-03	-0.850E-03
	100000.	0.316E-02	-0.517E-03	0.139E-02	-0.114E-02	0.114E-02	-0.958E-03
	150000.	0.282E-02	-0.464E-03	0.163E-02	-0.125E-02	0.127E-02	-0.103E-02
	300000.	0.230E-02	-0.361E-03	0.201E-02	-0.137E-02	0.151E-02	-0.118E-02
BeIII 3S-5P	10000.	0.664E-02	-0.112E-02	0.107E-02	-0.106E-02	0.933E-03	-0.886E-03
1347.4 Å	20000.	0.558E-02	-0.987E-03	0.139E-02	-0.129E-02	0.118E-02	-0.108E-02
C = 0.35E+16	50000.	0.449E-02	-0.801E-03	0.180E-02	-0.153E-02	0.152E-02	-0.129E-02
	100000.	0.378E-02	-0.651E-03	0.215E-02	-0.175E-02	0.164E-02	-0.146E-02
	150000.	0.338E-02	-0.564E-03	0.253E-02	-0.185E-02	0.198E-02	-0.161E-02
	300000.	0.277E-02	-0.420E-03	0.294E-02	-0.205E-02	0.227E-02	-0.176E-02
BeIII 4S-4P	10000.	5.72	-1.21	0.520	-0.564	0.464	-0.480
51150.9 Å	20000.	4.71	-1.02	0.691	-0.690	0.592	-0.583
C = 0.10E+20	50000.	3.76	-0.790	0.952	-0.854	0.789	-0.712
	100000.	3.16	-0.653	1.17	-0.984	0.905	-0.814
	150000.	2.84	-0.576	1.28	-1.04	1.04	-0.885
	300000.	2.34	-0.435	1.52	-1.16	1.27	-0.981
BeIII 4S-5P	10000.	0.716E-01	-0.155E-01	0.106E-01	-0.105E-01	0.921E-02	-0.881E-02
4167.4 Å	20000.	0.608E-01	-0.131E-01	0.136E-01	-0.126E-01	0.118E-01	-0.106E-01
C = 0.33E+17	50000.	0.496E-01	-0.101E-01	0.178E-01	-0.152E-01	0.150E-01	-0.126E-01
	100000.	0.421E-01	-0.802E-02	0.213E-01	-0.173E-01	0.164E-01	-0.145E-01
	150000.	0.379E-01	-0.694E-02	0.251E-01	-0.183E-01	0.197E-01	-0.156E-01
	300000.	0.311E-01	-0.519E-02	0.279E-01	-0.203E-01	0.231E-01	-0.178E-01
BeIII 2P-5S	10000.	0.484E-03	0.177E-03	0.541E-04	0.598E-04	0.484E-04	0.509E-04
491.5 Å	20000.	0.425E-03	0.146E-03	0.719E-04	0.733E-04	0.614E-04	0.617E-04
C = 0.24E+16	50000.	0.364E-03	0.113E-03	0.981E-04	0.895E-04	0.809E-04	0.749E-04
	100000.	0.320E-03	0.929E-04	0.119E-03	0.105E-03	0.995E-04	0.859E-04
	150000.	0.292E-03	0.787E-04	0.131E-03	0.112E-03	0.106E-03	0.915E-04
	300000.	0.242E-03	0.611E-04	0.152E-03	0.131E-03	0.117E-03	0.102E-03
BeIII 3P-4S	10000.	0.595E-02	0.139E-02	0.333E-03	0.463E-03	0.331E-03	0.401E-03
2196.2 Å	20000.	0.485E-02	0.117E-02	0.529E-03	0.576E-03	0.466E-03	0.486E-03
C = 0.45E+17	50000.	0.388E-02	0.902E-03	0.753E-03	0.723E-03	0.638E-03	0.611E-03
	100000.	0.327E-02	0.782E-03	0.931E-03	0.838E-03	0.745E-03	0.703E-03
	150000.	0.295E-02	0.695E-03	0.107E-02	0.909E-03	0.845E-03	0.740E-03
	300000.	0.244E-02	0.529E-03	0.129E-02	0.102E-02	0.102E-02	0.875E-03

Table 1. (continued)

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
BeIII 3P-5S	10000.	0.493E-02	0.171E-02	0.499E-03	0.549E-03	0.444E-03	0.466E-03
1459.1 Å	20000.	0.427E-02	0.140E-02	0.661E-03	0.669E-03	0.570E-03	0.570E-03
C = 0.20E+17	50000.	0.361E-02	0.108E-02	0.886E-03	0.822E-03	0.748E-03	0.692E-03
	100000.	0.316E-02	0.868E-03	0.111E-02	0.948E-03	0.906E-03	0.770E-03
	150000.	0.288E-02	0.741E-03	0.118E-02	0.102E-02	0.982E-03	0.833E-03
	300000.	0.239E-02	0.574E-03	0.147E-02	0.118E-02	0.113E-02	0.948E-03
BeIII 4P-5S	10000.	0.442E-05	-0.348E-06	0.266E-06	-0.426E-06	0.261E-06	-0.378E-06
88.3 Å	20000.	0.332E-05	-0.355E-06	0.491E-06	-0.561E-06	0.427E-06	-0.476E-06
C = 0.73E+14	50000.	0.245E-05	-0.340E-06	0.720E-06	-0.712E-06	0.603E-06	-0.601E-06
	100000.	0.197E-05	-0.292E-06	0.936E-06	-0.842E-06	0.770E-06	-0.697E-06
	150000.	0.173E-05	-0.251E-06	0.106E-05	-0.915E-06	0.846E-06	-0.748E-06
	300000.	0.139E-05	-0.195E-06	0.133E-05	-0.102E-05	0.993E-06	-0.854E-06
BeIII 2P-5D	10000.	0.119E-02	0.109E-03				
489.5 Å	20000.	0.977E-03	0.123E-03				
C = 0.14E+14	50000.	0.743E-03	0.104E-03				
	100000.	0.595E-03	0.809E-04	*0.356E-02	*0.187E-02		
	150000.	0.520E-03	0.627E-04	*0.374E-02	*0.183E-02		
	300000.	0.409E-03	0.393E-04	*0.423E-02	*0.221E-02	*0.361E-02	*0.179E-02
BeIII 3P-3D	10000.	6.66	0.519	0.325	0.479	0.327	0.431
	20000.	5.13	0.516	0.578	0.656	0.529	0.550
C = 0.11E+21	50000.	3.76	0.499	0.869	0.832	0.744	0.703
	100000.	3.04	0.440	1.14	0.979	0.943	0.825
	150000.	2.70	0.400	1.33	1.06	1.02	0.879
	300000.	2.21	0.324	1.66	1.22	1.27	1.03
BeIII 3P-4D	10000.	0.859E-02	0.845E-03	0.608E-02	0.476E-02	*0.465E-02	*0.403E-02
2122.9 Å	20000.	0.696E-02	0.877E-03	0.853E-02	0.574E-02	0.606E-02	0.478E-02
C = 0.66E+15	50000.	0.527E-02	0.763E-03	0.119E-01	0.683E-02	0.846E-02	0.582E-02
	100000.	0.424E-02	0.608E-03	0.153E-01	0.780E-02	0.102E-01	0.669E-02
	150000.	0.373E-02	0.515E-03	0.171E-01	0.828E-02	0.125E-01	0.706E-02
	300000.	0.296E-02	0.365E-03	0.196E-01	0.895E-02	0.145E-01	0.772E-02
BeIII 3P-5D	10000.	0.109E-01	0.102E-02				
1442.2 Å	20000.	0.893E-02	0.113E-02				
C = 0.12E+15	50000.	0.680E-02	0.960E-03				
	100000.	0.546E-02	0.749E-03	*0.309E-01	*0.162E-01		
	150000.	0.477E-02	0.581E-03	*0.325E-01	*0.159E-01		
	300000.	0.376E-02	0.374E-03	*0.368E-01	*0.192E-01	*0.313E-01	*0.155E-01
BeIII 4P-5D	10000.	0.128	0.132E-01				
4576.7 Å	20000.	0.105	0.140E-01				
C = 0.12E+16	50000.	0.808E-01	0.120E-01				
	100000.	0.653E-01	0.928E-02	*0.313	*0.165		
	150000.	0.573E-01	0.743E-02	*0.330	*0.162		
	300000.	0.454E-01	0.495E-02	*0.371	*0.194	*0.314	*0.157
BeIII 3D-4P	10000.	0.670E-02	-0.720E-03	0.714E-03	-0.784E-03	0.635E-03	-0.659E-03
2065.1 Å	20000.	0.538E-02	-0.731E-03	0.951E-03	-0.951E-03	0.826E-03	-0.804E-03
C = 0.16E+17	50000.	0.414E-02	-0.646E-03	0.134E-02	-0.118E-02	0.109E-02	-0.998E-03
	100000.	0.340E-02	-0.532E-03	0.163E-02	-0.134E-02	0.135E-02	-0.112E-02
	150000.	0.303E-02	-0.472E-03	0.194E-02	-0.146E-02	0.148E-02	-0.120E-02
	300000.	0.247E-02	-0.362E-03	0.237E-02	-0.160E-02	0.177E-02	-0.138E-02
BeIII 3D-5P	10000.	0.721E-02	-0.111E-02	0.119E-02	-0.117E-02	0.104E-02	-0.984E-03
1419.2 Å	20000.	0.604E-02	-0.106E-02	0.154E-02	-0.143E-02	0.131E-02	-0.120E-02
C = 0.38E+16	50000.	0.484E-02	-0.854E-03	0.201E-02	-0.170E-02	0.169E-02	-0.144E-02
	100000.	0.407E-02	-0.689E-03	0.240E-02	-0.195E-02	0.183E-02	-0.163E-02
	150000.	0.364E-02	-0.594E-03	0.283E-02	-0.205E-02	0.220E-02	-0.179E-02
	300000.	0.298E-02	-0.439E-03	0.328E-02	-0.228E-02	0.253E-02	-0.196E-02
BeIII 4D-5P	10000.	0.963E-01	-0.137E-01	0.332E-01	-0.265E-01	*0.260E-01	-0.222E-01
4459.5 Å	20000.	0.804E-01	-0.134E-01	0.449E-01	-0.322E-01	*0.334E-01	-0.268E-01
C = 0.29E+16	50000.	0.639E-01	-0.109E-01	0.634E-01	-0.380E-01	*0.453E-01	-0.315E-01
	100000.	0.530E-01	-0.871E-02	0.789E-01	-0.418E-01	0.582E-01	-0.358E-01
	150000.	0.472E-01	-0.743E-02	0.866E-01	-0.457E-01	0.633E-01	-0.369E-01
	300000.	0.382E-01	-0.537E-02	0.998E-01	-0.507E-01	0.805E-01	-0.480E-01

Table 1. (continued)

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
BeIII 2S-4P	10000.	0.205E-03	0.109E-04	0.993E-05	0.109E-04	0.108E-04	0.965E-05
451.1 Å	20000.	0.169E-03	0.106E-04	0.155E-04	0.144E-04	0.147E-04	0.122E-04
C = 0.26E+16	50000.	0.136E-03	0.981E-05	0.213E-04	0.183E-04	0.191E-04	0.154E-04
	100000.	0.116E-03	0.889E-05	0.259E-04	0.215E-04	0.228E-04	0.179E-04
	150000.	0.105E-03	0.758E-05	0.290E-04	0.234E-04	0.245E-04	0.191E-04
	300000.	0.874E-04	0.600E-05	0.344E-04	0.261E-04	0.279E-04	0.218E-04
BeIII 2S-5P	10000.	0.358E-03	0.364E-04	0.340E-04	0.321E-04	0.318E-04	0.271E-04
408.9 Å	20000.	0.322E-03	0.305E-04	0.435E-04	0.392E-04	0.396E-04	0.331E-04
C = 0.11E+16	50000.	0.281E-03	0.281E-04	0.566E-04	0.485E-04	0.503E-04	0.406E-04
	100000.	0.247E-03	0.217E-04	0.675E-04	0.557E-04	0.572E-04	0.457E-04
	150000.	0.227E-03	0.188E-04	0.755E-04	0.589E-04	0.606E-04	0.491E-04
	300000.	0.191E-03	0.154E-04	0.891E-04	0.659E-04	0.727E-04	0.562E-04
BeIII 3S-4P	10000.	0.362E-02	0.106E-03	0.140E-03	0.148E-03	0.155E-03	0.133E-03
1754.7 Å	20000.	0.296E-02	0.983E-04	0.221E-03	0.200E-03	0.209E-03	0.168E-03
C = 0.39E+17	50000.	0.238E-02	0.741E-04	0.299E-03	0.253E-03	0.275E-03	0.214E-03
	100000.	0.203E-02	0.668E-04	0.374E-03	0.296E-03	0.315E-03	0.249E-03
	150000.	0.184E-02	0.489E-04	0.409E-03	0.320E-03	0.358E-03	0.269E-03
	300000.	0.153E-02	0.313E-04	0.508E-03	0.367E-03	0.407E-03	0.304E-03
BeIII 3S-5P	10000.	0.363E-02	0.276E-03	0.315E-03	0.297E-03	0.296E-03	0.250E-03
1252.1 Å	20000.	0.323E-02	0.247E-03	0.403E-03	0.362E-03	0.366E-03	0.306E-03
C = 0.10E+17	50000.	0.279E-02	0.222E-03	0.528E-03	0.446E-03	0.469E-03	0.378E-03
	100000.	0.246E-02	0.168E-03	0.623E-03	0.514E-03	0.532E-03	0.420E-03
	150000.	0.225E-02	0.142E-03	0.709E-03	0.542E-03	0.573E-03	0.452E-03
	300000.	0.190E-02	0.114E-03	0.828E-03	0.603E-03	0.678E-03	0.519E-03
BeIII 4S-4P	10000.	1.85	-0.841E-01	0.374E-01	-0.222E-02	0.451E-01	-0.217E-02
34750.0 Å	20000.	1.56	-0.923E-01	0.525E-01	-0.396E-02	0.578E-01	-0.371E-02
C = 0.15E+20	50000.	1.30	-0.827E-01	0.653E-01	-0.668E-02	0.681E-01	-0.591E-02
	100000.	1.13	-0.760E-01	0.766E-01	-0.855E-02	0.750E-01	-0.729E-02
	150000.	1.03	-0.753E-01	0.839E-01	-0.953E-02	0.780E-01	-0.808E-02
	300000.	0.868	-0.611E-01	0.100	-0.114E-01	0.843E-01	-0.963E-02
BeIII 4S-5P	10000.	0.401E-01	0.146E-02	0.274E-02	0.251E-02	0.259E-02	0.210E-02
3882.5 Å	20000.	0.359E-01	0.929E-03	0.347E-02	0.304E-02	0.322E-02	0.258E-02
C = 0.98E+17	50000.	0.314E-01	0.820E-03	0.461E-02	0.385E-02	0.406E-02	0.315E-02
	100000.	0.278E-01	0.368E-03	0.562E-02	0.434E-02	0.471E-02	0.370E-02
	150000.	0.255E-01	0.199E-03	0.598E-02	0.478E-02	0.512E-02	0.394E-02
	300000.	0.216E-01	0.186E-03	0.764E-02	0.530E-02	0.583E-02	0.461E-02
BeIII 5S-5P	10000.	16.3	-1.87	0.515	0.996E-01	0.575	0.888E-01
69377.0 Å	20000.	14.9	-1.55	0.617	0.140	0.653	0.123
C = 0.31E+20	50000.	13.4	-1.06	0.749	0.185	0.750	0.157
	100000.	12.0	-0.964	0.858	0.222	0.796	0.186
	150000.	11.1	-0.852	0.944	0.245	0.831	0.200
	300000.	9.40	-0.618	1.16	0.275	0.902	0.232
BeIII 2P-4S	10000.	0.201E-03	0.581E-04	0.924E-05	0.148E-04	0.910E-05	0.131E-04
521.0 Å	20000.	0.164E-03	0.504E-04	0.170E-04	0.195E-04	0.149E-04	0.166E-04
C = 0.78E+16	50000.	0.134E-03	0.388E-04	0.246E-04	0.248E-04	0.209E-04	0.209E-04
	100000.	0.114E-03	0.324E-04	0.312E-04	0.293E-04	0.264E-04	0.243E-04
	150000.	0.103E-03	0.296E-04	0.348E-04	0.318E-04	0.288E-04	0.260E-04
	300000.	0.862E-04	0.232E-04	0.417E-04	0.357E-04	0.331E-04	0.297E-04
BeIII 2P-5S	10000.	0.349E-03	0.145E-03	0.344E-04	0.395E-04	0.302E-04	0.333E-04
462.4 Å	20000.	0.305E-03	0.120E-03	0.460E-04	0.480E-04	0.398E-04	0.406E-04
C = 0.31E+16	50000.	0.264E-03	0.904E-04	0.635E-04	0.594E-04	0.528E-04	0.504E-04
	100000.	0.234E-03	0.747E-04	0.747E-04	0.679E-04	0.645E-04	0.563E-04
	150000.	0.215E-03	0.640E-04	0.872E-04	0.734E-04	0.700E-04	0.605E-04
	300000.	0.181E-03	0.488E-04	0.999E-04	0.809E-04	0.820E-04	0.701E-04
BeIII 3P-4S	10000.	0.428E-02	0.881E-03	0.148E-03	0.228E-03	0.148E-03	0.203E-03
2127.8 Å	20000.	0.351E-02	0.735E-03	0.269E-03	0.305E-03	0.238E-03	0.257E-03
C = 0.13E+18	50000.	0.286E-02	0.563E-03	0.384E-03	0.388E-03	0.334E-03	0.326E-03
	100000.	0.245E-02	0.487E-03	0.492E-03	0.451E-03	0.416E-03	0.384E-03
	150000.	0.222E-02	0.444E-03	0.550E-03	0.494E-03	0.473E-03	0.406E-03
	300000.	0.186E-02	0.346E-03	0.682E-03	0.551E-03	0.542E-03	0.460E-03

Table 1. (continued)

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
BeIII 3P-5S	10000.	0.356E-02	0.129E-02	0.312E-03	0.359E-03	0.276E-03	0.302E-03
1402.3 Å	20000.	0.311E-02	0.107E-02	0.419E-03	0.436E-03	0.362E-03	0.368E-03
C = 0.28E+17	50000.	0.268E-02	0.802E-03	0.584E-03	0.540E-03	0.477E-03	0.456E-03
	100000.	0.238E-02	0.665E-03	0.685E-03	0.614E-03	0.587E-03	0.514E-03
	150000.	0.219E-02	0.570E-03	0.793E-03	0.671E-03	0.644E-03	0.552E-03
	300000.	0.185E-02	0.434E-03	0.927E-03	0.733E-03	0.751E-03	0.632E-03
BeIII 4P-5S	10000.	0.507E-01	0.127E-01	0.304E-02	0.347E-02	0.279E-02	0.290E-02
4664.8 Å	20000.	0.446E-01	0.105E-01	0.417E-02	0.420E-02	0.361E-02	0.355E-02
C = 0.28E+18	50000.	0.390E-01	0.773E-02	0.562E-02	0.524E-02	0.487E-02	0.441E-02
	100000.	0.347E-01	0.637E-02	0.702E-02	0.609E-02	0.557E-02	0.500E-02
	150000.	0.320E-01	0.556E-02	0.736E-02	0.652E-02	0.623E-02	0.550E-02
	300000.	0.270E-01	0.421E-02	0.929E-02	0.748E-02	0.686E-02	0.642E-02
BeIII 2P-4D	10000.	0.354E-03	0.171E-04	0.100E-03	0.977E-04	0.828E-04	0.824E-04
510.0 Å	20000.	0.283E-03	0.126E-04	0.137E-03	0.119E-03	0.107E-03	0.100E-03
C = 0.15E+15	50000.	0.212E-03	0.836E-05	0.204E-03	0.145E-03	0.154E-03	0.120E-03
	100000.	0.171E-03	0.594E-05	0.278E-03	0.164E-03	0.192E-03	0.135E-03
	150000.	0.151E-03	0.467E-05	0.318E-03	0.177E-03	0.227E-03	0.147E-03
	300000.	0.120E-03	0.287E-05	0.385E-03	0.200E-03	0.279E-03	0.159E-03
BeIII 2P-5D	10000.	0.826E-03	0.386E-04	0.317E-03	0.285E-03	*0.262E-03	*0.237E-03
458.0 Å	20000.	0.679E-03	0.348E-04	0.421E-03	0.346E-03	*0.331E-03	*0.288E-03
C = 0.70E+14	50000.	0.524E-03	0.253E-04	0.596E-03	0.405E-03	0.422E-03	0.338E-03
	100000.	0.427E-03	0.179E-04	0.752E-03	0.445E-03	0.539E-03	0.388E-03
	150000.	0.377E-03	0.133E-04	0.852E-03	0.490E-03	0.568E-03	0.397E-03
	300000.	0.301E-03	0.694E-05	0.106E-02	0.543E-03	0.805E-03	0.509E-03
BeIII 3P-4D	10000.	0.599E-02	0.174E-03	0.147E-02	0.143E-02	0.121E-02	0.120E-02
1955.0 Å	20000.	0.480E-02	0.137E-03	0.201E-02	0.174E-02	0.158E-02	0.147E-02
C = 0.22E+16	50000.	0.361E-02	0.831E-04	0.300E-02	0.211E-02	0.226E-02	0.176E-02
	100000.	0.293E-02	0.506E-04	0.408E-02	0.240E-02	0.281E-02	0.198E-02
	150000.	0.259E-02	0.322E-04	0.465E-02	0.259E-02	0.334E-02	0.215E-02
	300000.	0.208E-02	0.149E-04	0.564E-02	0.291E-02	0.414E-02	0.232E-02
BeIII 3P-5D	10000.	0.768E-02	0.294E-03	0.280E-02	0.252E-02	*0.231E-02	*0.210E-02
1362.4 Å	20000.	0.631E-02	0.281E-03	0.372E-02	0.305E-02	*0.292E-02	*0.254E-02
C = 0.62E+15	50000.	0.487E-02	0.203E-03	0.527E-02	0.358E-02	0.373E-02	0.298E-02
	100000.	0.398E-02	0.139E-03	0.664E-02	0.394E-02	0.476E-02	0.342E-02
	150000.	0.351E-02	0.999E-04	0.754E-02	0.433E-02	0.502E-02	0.351E-02
	300000.	0.281E-02	0.480E-04	0.942E-02	0.480E-02	0.710E-02	0.451E-02
BeIII 4P-4D	10000.	13.1	-0.167E-01	2.26	2.19	1.89	1.85
78222.8 Å	20000.	10.7	-0.457E-01	3.13	2.65	2.47	2.25
C = 0.36E+19	50000.	8.43	-0.119	4.75	3.22	3.47	2.74
	100000.	7.02	-0.148	6.36	3.77	4.33	3.09
	150000.	6.27	-0.138	7.31	4.01	5.02	3.34
	300000.	5.12	-0.129	9.09	4.45	6.48	3.68
BeIII 4P-5D	10000.	0.846E-01	0.196E-02	0.272E-01	0.243E-01	*0.224E-01	*0.203E-01
4250.3 Å	20000.	0.700E-01	0.193E-02	0.358E-01	0.294E-01	*0.282E-01	*0.245E-01
C = 0.60E+16	50000.	0.548E-01	0.122E-02	0.505E-01	0.348E-01	0.363E-01	0.287E-01
	100000.	0.453E-01	0.672E-03	0.645E-01	0.381E-01	0.459E-01	0.328E-01
	150000.	0.402E-01	0.410E-03	0.736E-01	0.417E-01	0.493E-01	0.336E-01
	300000.	0.324E-01	0.139E-04	0.909E-01	0.464E-01	0.676E-01	0.439E-01
BeIII 3D-4P	10000.	0.503E-02	0.282E-03	0.239E-03	0.259E-03	0.258E-03	0.229E-03
2137.0 Å	20000.	0.412E-02	0.268E-03	0.366E-03	0.338E-03	0.348E-03	0.288E-03
C = 0.58E+17	50000.	0.330E-02	0.247E-03	0.501E-03	0.431E-03	0.451E-03	0.366E-03
	100000.	0.280E-02	0.226E-03	0.620E-03	0.507E-03	0.531E-03	0.417E-03
	150000.	0.254E-02	0.191E-03	0.703E-03	0.547E-03	0.568E-03	0.452E-03
	300000.	0.212E-02	0.151E-03	0.828E-03	0.615E-03	0.663E-03	0.520E-03
BeIII 3D-5P	10000.	0.460E-02	0.436E-03	0.423E-03	0.399E-03	0.396E-03	0.337E-03
1435.3 Å	20000.	0.411E-02	0.389E-03	0.543E-03	0.487E-03	0.495E-03	0.412E-03
C = 0.13E+17	50000.	0.356E-02	0.357E-03	0.708E-03	0.606E-03	0.623E-03	0.505E-03
	100000.	0.314E-02	0.279E-03	0.842E-03	0.694E-03	0.716E-03	0.568E-03
	150000.	0.287E-02	0.241E-03	0.937E-03	0.731E-03	0.768E-03	0.619E-03
	300000.	0.242E-02	0.197E-03	0.111E-02	0.815E-03	0.900E-03	0.700E-03

Table 1. (continued)

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
BeIII 4D-5P	10000.	0.694E-01	0.319E-02	0.642E-02	-0.572E-02	0.555E-02	-0.485E-02
4629.6 Å	20000.	0.605E-01	0.290E-02	0.905E-02	-0.697E-02	0.724E-02	-0.588E-02
C = 0.13E+17	50000.	0.508E-01	0.296E-02	0.137E-01	-0.861E-02	0.987E-02	-0.720E-02
	100000.	0.438E-01	0.236E-02	0.190E-01	-0.969E-02	0.126E-01	-0.803E-02
	150000.	0.398E-01	0.208E-02	0.225E-01	-0.105E-01	0.149E-01	-0.861E-02
	300000.	0.330E-01	0.180E-02	0.292E-01	-0.119E-01	0.192E-01	-0.971E-02
BeIII 4D-5F	10000.	0.102	-0.431E-02				
4487.8 Å	20000.	0.839E-01	-0.275E-02				
C = 0.50E+15	50000.	0.636E-01	-0.148E-02				
	100000.	0.510E-01	-0.108E-02				
	150000.	0.446E-01	-0.952E-03	*0.336	*0.161		
	300000.	0.352E-01	-0.465E-03	*0.365	*0.192		
BeIII 4F-5D	10000.	0.906E-01	0.424E-02	0.337E-01	0.297E-01	*0.277E-01	*0.250E-01
4506.4 Å	20000.	0.745E-01	0.400E-02	0.456E-01	0.355E-01	*0.345E-01	*0.294E-01
C = 0.67E+16	50000.	0.577E-01	0.288E-02	0.626E-01	0.422E-01	*0.463E-01	*0.357E-01
	100000.	0.471E-01	0.193E-02	0.790E-01	0.469E-01	0.595E-01	0.395E-01
	150000.	0.416E-01	0.140E-02	0.948E-01	0.519E-01	0.619E-01	0.432E-01
	300000.	0.333E-01	0.631E-03	0.116	0.558E-01	0.930E-01	0.496E-01
PERTURBER DENSITY = 1.E+16 cm^{-3}							
BeIII 1S-3P	10000.	0.332E-04	-0.288E-05	0.151E-05	-0.226E-05	0.150E-05	-0.197E-05
88.3 Å	20000.	0.254E-04	-0.212E-05	0.265E-05	-0.320E-05	0.260E-05	-0.274E-05
C = 0.73E+15	50000.	0.184E-04	-0.201E-05	0.431E-05	-0.417E-05	0.371E-05	-0.351E-05
	100000.	0.147E-04	-0.177E-05	0.569E-05	-0.497E-05	0.473E-05	-0.420E-05
	150000.	0.130E-04	-0.155E-05	0.664E-05	-0.541E-05	0.535E-05	-0.451E-05
	300000.	0.106E-04	-0.123E-05	0.801E-05	-0.622E-05	0.651E-05	-0.526E-05
BeIII 1S-4P	10000.	0.102E-03	-0.110E-04	0.115E-04	-0.119E-04	0.103E-04	-0.991E-05
84.8 Å	20000.	0.823E-04	-0.105E-04	0.155E-04	-0.150E-04	0.134E-04	-0.127E-04
C = 0.28E+15	50000.	0.635E-04	-0.943E-05	0.220E-04	-0.193E-04	0.177E-04	-0.159E-04
	100000.	0.522E-04	-0.780E-05	0.267E-04	-0.218E-04	0.222E-04	-0.183E-04
	150000.	0.464E-04	-0.683E-05	0.312E-04	-0.240E-04	0.240E-04	-0.198E-04
	300000.	0.378E-04	-0.519E-05	0.381E-04	-0.264E-04	0.293E-04	-0.227E-04
BeIII 1S-5P	10000.	0.237E-03	-0.335E-04	*0.405E-04	-0.360E-04	*0.352E-04	-0.295E-04
83.2 Å	20000.	0.199E-03	-0.316E-04	*0.527E-04	-0.469E-04	*0.449E-04	-0.392E-04
C = 0.13E+15	50000.	0.160E-03	-0.269E-04	*0.684E-04	-0.575E-04	*0.580E-04	-0.488E-04
	100000.	0.135E-03	-0.224E-04	0.812E-04	-0.657E-04	*0.617E-04	-0.553E-04
	150000.	0.121E-03	-0.192E-04	0.966E-04	-0.701E-04	*0.753E-04	-0.612E-04
	300000.	0.986E-04	-0.142E-04	0.112E-03	-0.773E-04	*0.870E-04	-0.667E-04
BeIII 2S-3P	10000.	0.210E-02	-0.154E-03	0.863E-04	-0.129E-03	0.852E-04	-0.112E-03
661.3 Å	20000.	0.159E-02	-0.133E-03	0.151E-03	-0.182E-03	0.148E-03	-0.156E-03
C = 0.41E+17	50000.	0.115E-02	-0.129E-03	0.245E-03	-0.237E-03	0.210E-03	-0.200E-03
	100000.	0.918E-03	-0.116E-03	0.322E-03	-0.282E-03	0.272E-03	-0.238E-03
	150000.	0.810E-03	-0.103E-03	0.376E-03	-0.305E-03	0.299E-03	-0.255E-03
	300000.	0.659E-03	-0.846E-04	0.462E-03	-0.357E-03	0.372E-03	-0.295E-03
BeIII 2S-4P	10000.	0.373E-02	-0.380E-03	0.405E-03	-0.422E-03	0.362E-03	-0.350E-03
503.3 Å	20000.	0.299E-02	-0.377E-03	0.547E-03	-0.531E-03	0.473E-03	-0.447E-03
C = 0.97E+16	50000.	0.230E-02	-0.342E-03	0.779E-03	-0.682E-03	0.623E-03	-0.563E-03
	100000.	0.189E-02	-0.285E-03	0.942E-03	-0.770E-03	0.783E-03	-0.644E-03
	150000.	0.168E-02	-0.251E-03	0.110E-02	-0.848E-03	0.847E-03	-0.699E-03
	300000.	0.137E-02	-0.192E-03	0.134E-02	-0.932E-03	0.103E-02	-0.800E-03
BeIII 2S-5P	10000.	0.714E-02	-0.982E-03	*0.120E-02	-0.107E-02	*0.105E-02	-0.876E-03
453.0 Å	20000.	0.598E-02	-0.940E-03	*0.156E-02	-0.139E-02	*0.133E-02	-0.116E-02
C = 0.39E+16	50000.	0.481E-02	-0.804E-03	*0.203E-02	-0.170E-02	*0.172E-02	-0.145E-02
	100000.	0.404E-02	-0.671E-03	0.241E-02	-0.195E-02	*0.183E-02	-0.164E-02
	150000.	0.361E-02	-0.576E-03	0.286E-02	-0.208E-02	*0.223E-02	-0.181E-02
	300000.	0.295E-02	-0.429E-03	0.331E-02	-0.229E-02	*0.258E-02	-0.198E-02
BeIII 3S-3P	10000.	3.25	-0.295	0.118	-0.172	0.115	-0.153
21322.9 Å	20000.	2.49	-0.275	0.209	-0.242	0.194	-0.203
C = 0.42E+20	50000.	1.84	-0.271	0.319	-0.311	0.276	-0.264
	100000.	1.49	-0.246	0.417	-0.370	0.345	-0.310
	150000.	1.32	-0.229	0.478	-0.396	0.386	-0.331
	300000.	1.08	-0.190	0.584	-0.451	0.442	-0.380

Table 1. (continued)

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
BeIII 3S-4P	10000.	0.619E-01	-0.676E-02	0.607E-02	-0.628E-02	0.543E-02	-0.520E-02
1916.5 Å	20000.	0.497E-01	-0.662E-02	0.813E-02	-0.792E-02	0.704E-02	-0.665E-02
C = 0.14E+18	50000.	0.384E-01	-0.607E-02	0.115E-01	-0.100E-01	0.924E-02	-0.846E-02
	100000.	0.316E-01	-0.515E-02	0.139E-01	-0.114E-01	0.114E-01	-0.958E-02
	150000.	0.282E-01	-0.462E-02	0.163E-01	-0.125E-01	0.127E-01	-0.103E-01
	300000.	0.230E-01	-0.361E-02	0.201E-01	-0.137E-01	0.151E-01	-0.118E-01
BeIII 3S-5P	10000.	0.664E-01	-0.100E-01	*0.107E-01	-0.949E-02	*0.931E-02	-0.779E-02
1347.4 Å	20000.	0.558E-01	-0.889E-02	*0.139E-01	-0.123E-01	*0.118E-01	-0.103E-01
C = 0.35E+17	50000.	0.449E-01	-0.766E-02	*0.180E-01	-0.152E-01	*0.152E-01	-0.128E-01
	100000.	0.378E-01	-0.644E-02	0.215E-01	-0.175E-01	*0.164E-01	-0.146E-01
	150000.	0.338E-01	-0.558E-02	0.253E-01	-0.185E-01	*0.198E-01	-0.161E-01
	300000.	0.277E-01	-0.420E-02	0.294E-01	-0.205E-01	*0.227E-01	-0.176E-01
BeIII 4S-5P	10000.	0.716	-0.143	*0.106	-0.934E-01	*0.927E-01	-0.769E-01
4167.4 Å	20000.	0.607	-0.121	*0.136	-0.120	*0.119	-0.999E-01
C = 0.33E+18	50000.	0.496	-0.977E-01	*0.178	-0.151	*0.150	-0.125
	100000.	0.421	-0.796E-01	*0.213	-0.173	*0.164	-0.145
	150000.	0.379	-0.689E-01	0.251	-0.183	*0.197	-0.156
	300000.	0.311	-0.519E-01	0.279	-0.203	*0.231	-0.178
BeIII 2P-5S	10000.	0.484E-02	0.172E-02	0.542E-03	0.554E-03	0.487E-03	0.465E-03
491.5 Å	20000.	0.425E-02	0.143E-02	0.719E-03	0.711E-03	0.615E-03	0.596E-03
C = 0.24E+17	50000.	0.364E-02	0.112E-02	0.981E-03	0.891E-03	0.809E-03	0.745E-03
	100000.	0.320E-02	0.927E-03	0.119E-02	0.105E-02	0.995E-03	0.859E-03
	150000.	0.292E-02	0.785E-03	0.131E-02	0.112E-02	0.106E-02	0.915E-03
	300000.	0.242E-02	0.611E-03	0.152E-02	0.131E-02	0.117E-02	0.102E-02
BeIII 3P-4S	10000.	0.595E-01	0.136E-01	0.332E-02	0.439E-02	0.331E-02	0.378E-02
2196.2 Å	20000.	0.485E-01	0.115E-01	0.530E-02	0.564E-02	0.467E-02	0.475E-02
C = 0.45E+18	50000.	0.388E-01	0.894E-02	0.753E-02	0.721E-02	0.638E-02	0.609E-02
	100000.	0.327E-01	0.780E-02	0.931E-02	0.838E-02	0.745E-02	0.703E-02
	150000.	0.295E-01	0.694E-02	0.107E-01	0.909E-02	0.845E-02	0.740E-02
	300000.	0.244E-01	0.529E-02	0.129E-01	0.102E-01	0.102E-01	0.875E-02
BeIII 3P-5S	10000.	0.493E-01	0.167E-01	0.498E-02	0.508E-02	0.442E-02	0.424E-02
1459.1 Å	20000.	0.427E-01	0.137E-01	0.661E-02	0.649E-02	0.569E-02	0.548E-02
C = 0.20E+18	50000.	0.361E-01	0.106E-01	0.886E-02	0.819E-02	0.748E-02	0.688E-02
	100000.	0.316E-01	0.867E-02	0.111E-01	0.948E-02	0.906E-02	0.770E-02
	150000.	0.288E-01	0.739E-02	0.118E-01	0.102E-01	0.982E-02	0.833E-02
	300000.	0.239E-01	0.574E-02	0.147E-01	0.118E-01	0.113E-01	0.948E-02
BeIII 4P-5S	10000.	0.442E-04	-0.329E-05	0.265E-05	-0.407E-05	0.261E-05	-0.359E-05
88.3 Å	20000.	0.332E-04	-0.340E-05	0.491E-05	-0.552E-05	0.428E-05	-0.467E-05
C = 0.73E+15	50000.	0.245E-04	-0.334E-05	0.720E-05	-0.710E-05	0.603E-05	-0.600E-05
	100000.	0.197E-04	-0.291E-05	0.936E-05	-0.842E-05	0.770E-05	-0.697E-05
	150000.	0.173E-04	-0.251E-05	0.106E-04	-0.915E-05	0.846E-05	-0.748E-05
	300000.	0.139E-04	-0.195E-05	0.133E-04	-0.102E-04	0.993E-05	-0.854E-05
BeIII 2P-5D	10000.	0.101E-01	0.685E-03				
489.5 Å	20000.	0.846E-02	0.705E-03				
C = 0.14E+15	50000.	0.660E-02	0.714E-03				
	100000.	0.537E-02	0.692E-03				
	150000.	0.472E-02	0.532E-03				
	300000.	0.375E-02	0.393E-03				
BeIII 3P-4D	10000.	0.791E-01	0.558E-02				
2122.9 Å	20000.	0.649E-01	0.584E-02				
C = 0.66E+16	50000.	0.497E-01	0.610E-02				
	100000.	0.403E-01	0.568E-02	*0.153	*0.780E-01		
	150000.	0.355E-01	0.482E-02	*0.171	*0.828E-01		
	300000.	0.284E-01	0.365E-02	*0.196	*0.895E-01	*0.145	*0.772E-01
BeIII 3P-5D	10000.	0.929E-01	0.666E-02				
1442.2 Å	20000.	0.779E-01	0.677E-02				
C = 0.12E+16	50000.	0.608E-01	0.675E-02				
	100000.	0.495E-01	0.647E-02				
	150000.	0.436E-01	0.498E-02				
	300000.	0.347E-01	0.374E-02				

Table 1. (continued)

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
BeIII 4P-5D	10000.	1.12	0.941E-01				
4576.7 Å	20000.	0.939	0.916E-01				
C = 0.12E+17	50000.	0.736	0.901E-01				
	100000.	0.602	0.824E-01				
	150000.	0.531	0.659E-01				
	300000.	0.424	0.495E-01				
BeIII 3D-4P	10000.	0.670E-01	-0.670E-02	0.714E-02	-0.734E-02	0.637E-02	-0.608E-02
2065.1 Å	20000.	0.538E-01	-0.687E-02	0.952E-02	-0.927E-02	0.826E-02	-0.779E-02
C = 0.16E+18	50000.	0.414E-01	-0.632E-02	0.134E-01	-0.117E-01	0.109E-01	-0.994E-02
	100000.	0.340E-01	-0.529E-02	0.163E-01	-0.134E-01	0.135E-01	-0.112E-01
	150000.	0.303E-01	-0.469E-02	0.194E-01	-0.146E-01	0.148E-01	-0.120E-01
	300000.	0.247E-01	-0.362E-02	0.237E-01	-0.160E-01	0.177E-01	-0.138E-01
BeIII 3D-5P	10000.	0.721E-01	-0.980E-02	*0.119E-01	-0.105E-01	*0.104E-01	-0.865E-02
1419.2 Å	20000.	0.604E-01	-0.948E-02	*0.155E-01	-0.137E-01	*0.131E-01	-0.115E-01
C = 0.38E+17	50000.	0.484E-01	-0.816E-02	*0.201E-01	-0.169E-01	*0.169E-01	-0.143E-01
	100000.	0.407E-01	-0.682E-02	0.240E-01	-0.195E-01	*0.183E-01	-0.163E-01
	150000.	0.364E-01	-0.588E-02	0.283E-01	-0.205E-01	*0.220E-01	-0.179E-01
	300000.	0.298E-01	-0.439E-02	0.328E-01	-0.228E-01	*0.253E-01	-0.196E-01
BeIII 4D-5P	10000.	0.932	-0.112				
4459.5 Å	20000.	0.783	-0.110				
C = 0.29E+17	50000.	0.625	-0.986E-01				
	100000.	0.521	-0.846E-01				
	150000.	0.464	-0.723E-01				
	300000.	0.377	-0.537E-01	*0.998	-0.507		
BeIII 2S-4P	10000.	0.205E-02	0.104E-03	0.991E-04	0.104E-03	0.108E-03	0.917E-04
451.1 Å	20000.	0.169E-02	0.102E-03	0.155E-03	0.141E-03	0.147E-03	0.119E-03
C = 0.26E+17	50000.	0.136E-02	0.965E-04	0.213E-03	0.182E-03	0.191E-03	0.154E-03
	100000.	0.116E-02	0.886E-04	0.259E-03	0.215E-03	0.228E-03	0.179E-03
	150000.	0.105E-02	0.756E-04	0.290E-03	0.234E-03	0.245E-03	0.191E-03
	300000.	0.874E-03	0.600E-04	0.344E-03	0.261E-03	0.279E-03	0.218E-03
BeIII 2S-5P	10000.	0.358E-02	0.342E-03	0.339E-03	0.300E-03	0.319E-03	0.250E-03
408.9 Å	20000.	0.322E-02	0.287E-03	0.435E-03	0.381E-03	0.396E-03	0.321E-03
C = 0.11E+17	50000.	0.281E-02	0.273E-03	0.566E-03	0.483E-03	0.503E-03	0.405E-03
	100000.	0.247E-02	0.216E-03	0.675E-03	0.557E-03	0.572E-03	0.457E-03
	150000.	0.227E-02	0.187E-03	0.755E-03	0.589E-03	0.606E-03	0.491E-03
	300000.	0.191E-02	0.154E-03	0.891E-03	0.659E-03	0.727E-03	0.562E-03
BeIII 3S-4P	10000.	0.362E-01	0.100E-02	0.140E-02	0.142E-02	0.155E-02	0.126E-02
1754.7 Å	20000.	0.296E-01	0.933E-03	0.220E-02	0.196E-02	0.210E-02	0.165E-02
C = 0.39E+18	50000.	0.238E-01	0.715E-03	0.299E-02	0.252E-02	0.275E-02	0.214E-02
	100000.	0.203E-01	0.665E-03	0.374E-02	0.296E-02	0.315E-02	0.249E-02
	150000.	0.184E-01	0.486E-03	0.409E-02	0.320E-02	0.358E-02	0.269E-02
	300000.	0.153E-01	0.313E-03	0.508E-02	0.367E-02	0.407E-02	0.304E-02
BeIII 3S-5P	10000.	0.363E-01	0.255E-02	0.314E-02	0.277E-02	0.294E-02	0.231E-02
1252.1 Å	20000.	0.323E-01	0.231E-02	0.403E-02	0.352E-02	0.366E-02	0.297E-02
C = 0.10E+18	50000.	0.279E-01	0.216E-02	0.528E-02	0.444E-02	0.469E-02	0.377E-02
	100000.	0.246E-01	0.167E-02	0.623E-02	0.514E-02	0.532E-02	0.420E-02
	150000.	0.225E-01	0.141E-02	0.709E-02	0.542E-02	0.573E-02	0.452E-02
	300000.	0.190E-01	0.114E-02	0.828E-02	0.603E-02	0.678E-02	0.519E-02
BeIII 4S-4P	10000.	18.5	-0.827	0.373	-0.216E-01	0.450	-0.211E-01
34750.0 Å	20000.	15.6	-0.935	0.525	-0.393E-01	0.578	-0.368E-01
C = 0.15E+21	50000.	13.0	-0.829	0.653	-0.667E-01	0.681	-0.591E-01
	100000.	11.3	-0.759	0.766	-0.855E-01	0.750	-0.729E-01
	150000.	10.3	-0.753	0.839	-0.953E-01	0.780	-0.808E-01
	300000.	8.68	-0.611	1.00	-0.114	0.843	-0.963E-01
BeIII 4S-5P	10000.	0.401	0.131E-01	0.274E-01	0.236E-01	0.258E-01	0.195E-01
3882.5 Å	20000.	0.359	0.782E-02	0.347E-01	0.297E-01	0.322E-01	0.250E-01
C = 0.98E+18	50000.	0.314	0.766E-02	0.461E-01	0.383E-01	0.406E-01	0.314E-01
	100000.	0.278	0.358E-02	0.562E-01	0.434E-01	0.471E-01	0.370E-01
	150000.	0.255	0.192E-02	0.598E-01	0.478E-01	0.512E-01	0.394E-01
	300000.	0.216	0.186E-02	0.764E-01	0.530E-01	0.583E-01	0.461E-01

Table 1. (continued)

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
BeIII 2P-4S	10000.	0.201E-02	0.575E-03	0.923E-04	0.142E-03	0.911E-04	0.125E-03
521.0 Å	20000.	0.164E-02	0.496E-03	0.170E-03	0.192E-03	0.149E-03	0.163E-03
C = 0.78E+17	50000.	0.134E-02	0.386E-03	0.246E-03	0.247E-03	0.209E-03	0.209E-03
	100000.	0.114E-02	0.323E-03	0.312E-03	0.293E-03	0.264E-03	0.243E-03
	150000.	0.103E-02	0.296E-03	0.348E-03	0.318E-03	0.288E-03	0.260E-03
	300000.	0.862E-03	0.232E-03	0.417E-03	0.357E-03	0.331E-03	0.297E-03
BeIII 2P-5S	10000.	0.349E-02	0.142E-02	0.344E-03	0.370E-03	0.303E-03	0.306E-03
462.4 Å	20000.	0.305E-02	0.118E-02	0.460E-03	0.468E-03	0.398E-03	0.393E-03
C = 0.31E+17	50000.	0.264E-02	0.897E-03	0.635E-03	0.592E-03	0.528E-03	0.502E-03
	100000.	0.234E-02	0.746E-03	0.747E-03	0.679E-03	0.645E-03	0.563E-03
	150000.	0.215E-02	0.639E-03	0.872E-03	0.734E-03	0.700E-03	0.605E-03
	300000.	0.181E-02	0.488E-03	0.999E-03	0.809E-03	0.820E-03	0.701E-03
BeIII 3P-4S	10000.	0.428E-01	0.873E-02	0.147E-02	0.218E-02	0.148E-02	0.194E-02
2127.8 Å	20000.	0.351E-01	0.724E-02	0.268E-02	0.300E-02	0.238E-02	0.253E-02
C = 0.13E+19	50000.	0.286E-01	0.559E-02	0.384E-02	0.387E-02	0.334E-02	0.325E-02
	100000.	0.245E-01	0.487E-02	0.492E-02	0.451E-02	0.416E-02	0.384E-02
	150000.	0.222E-01	0.443E-02	0.550E-02	0.494E-02	0.473E-02	0.406E-02
	300000.	0.186E-01	0.346E-02	0.682E-02	0.551E-02	0.542E-02	0.460E-02
BeIII 3P-5S	10000.	0.356E-01	0.127E-01	0.312E-02	0.336E-02	0.277E-02	0.279E-02
1402.3 Å	20000.	0.311E-01	0.106E-01	0.420E-02	0.424E-02	0.362E-02	0.357E-02
C = 0.28E+18	50000.	0.268E-01	0.796E-02	0.584E-02	0.538E-02	0.477E-02	0.454E-02
	100000.	0.238E-01	0.664E-02	0.685E-02	0.614E-02	0.587E-02	0.514E-02
	150000.	0.219E-01	0.568E-02	0.793E-02	0.671E-02	0.644E-02	0.552E-02
	300000.	0.185E-01	0.434E-02	0.927E-02	0.733E-02	0.751E-02	0.632E-02
BeIII 4P-5S	10000.	0.507	0.125	0.304E-01	0.326E-01	0.279E-01	0.269E-01
4664.8 Å	20000.	0.446	0.103	0.416E-01	0.409E-01	0.361E-01	0.345E-01
C = 0.28E+19	50000.	0.390	0.767E-01	0.562E-01	0.523E-01	0.487E-01	0.439E-01
	100000.	0.347	0.637E-01	0.702E-01	0.609E-01	0.557E-01	0.500E-01
	150000.	0.320	0.555E-01	0.736E-01	0.652E-01	0.623E-01	0.550E-01
	300000.	0.270	0.421E-01	0.929E-01	0.748E-01	0.686E-01	0.642E-01
BeIII 2P-4D	10000.	0.348E-02	0.759E-04	*0.101E-02	*0.889E-03	*0.826E-03	*0.735E-03
510.0 Å	20000.	0.279E-02	0.481E-04	0.138E-02	0.115E-02	*0.107E-02	*0.962E-03
C = 0.15E+16	50000.	0.210E-02	0.532E-04	0.204E-02	0.144E-02	*0.154E-02	*0.120E-02
	100000.	0.169E-02	0.540E-04	0.278E-02	0.164E-02	*0.192E-02	*0.135E-02
	150000.	0.149E-02	0.424E-04	0.318E-02	0.177E-02	*0.227E-02	*0.147E-02
	300000.	0.119E-02	0.287E-04	0.385E-02	0.200E-02	0.279E-02	0.159E-02
BeIII 2P-5D	10000.	0.776E-02	0.671E-05				
458.0 Å	20000.	0.644E-02	0.102E-04				
C = 0.70E+15	50000.	0.502E-02	0.109E-03				
	100000.	0.412E-02	0.150E-03				
	150000.	0.364E-02	0.110E-03	*0.852E-02	*0.490E-02		
	300000.	0.292E-02	0.694E-04	*0.106E-01	*0.543E-02		
BeIII 3P-4D	10000.	0.590E-01	0.318E-03	*0.148E-01	*0.130E-01	*0.121E-01	*0.108E-01
1955.0 Å	20000.	0.473E-01	0.234E-03	0.201E-01	0.168E-01	*0.157E-01	*0.140E-01
C = 0.22E+17	50000.	0.357E-01	0.383E-03	0.300E-01	0.210E-01	*0.226E-01	*0.175E-01
	100000.	0.290E-01	0.428E-03	0.408E-01	0.240E-01	*0.281E-01	*0.198E-01
	150000.	0.256E-01	0.259E-03	0.465E-01	0.259E-01	*0.334E-01	*0.215E-01
	300000.	0.207E-01	0.149E-03	0.564E-01	0.291E-01	0.414E-01	0.232E-01
BeIII 3P-5D	10000.	0.724E-01	-0.419E-03				
1362.4 Å	20000.	0.600E-01	-0.174E-03				
C = 0.62E+16	50000.	0.468E-01	0.754E-03				
	100000.	0.384E-01	0.114E-02				
	150000.	0.340E-01	0.789E-03	*0.754E-01	*0.433E-01		
	300000.	0.273E-01	0.480E-03	*0.942E-01	*0.480E-01		
BeIII 4P-5D	10000.	0.803	-0.128E-01				
4250.3 Å	20000.	0.670	-0.938E-02				
C = 0.60E+17	50000.	0.530	-0.181E-04				
	100000.	0.440	0.425E-02				
	150000.	0.391	0.208E-02	*0.736	*0.417		
	300000.	0.316	0.139E-03	*0.909	*0.464		

Table 1. (continued)

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
BeIII 3D-4P	10000.	0.503E-01	0.270E-02	0.238E-02	0.247E-02	0.258E-02	0.218E-02
2137.0 Å	20000.	0.412E-01	0.259E-02	0.366E-02	0.333E-02	0.348E-02	0.282E-02
C = 0.58E+18	50000.	0.330E-01	0.242E-02	0.501E-02	0.430E-02	0.451E-02	0.365E-02
	100000.	0.280E-01	0.225E-02	0.620E-02	0.507E-02	0.531E-02	0.417E-02
	150000.	0.254E-01	0.191E-02	0.703E-02	0.547E-02	0.568E-02	0.452E-02
	300000.	0.212E-01	0.151E-02	0.828E-02	0.615E-02	0.663E-02	0.520E-02
BeIII 3D-5P	10000.	0.460E-01	0.408E-02	0.423E-02	0.373E-02	0.398E-02	0.312E-02
1435.3 Å	20000.	0.411E-01	0.367E-02	0.542E-02	0.474E-02	0.494E-02	0.399E-02
C = 0.13E+18	50000.	0.356E-01	0.348E-02	0.708E-02	0.603E-02	0.623E-02	0.503E-02
	100000.	0.314E-01	0.278E-02	0.842E-02	0.694E-02	0.716E-02	0.568E-02
	150000.	0.287E-01	0.239E-02	0.937E-02	0.731E-02	0.768E-02	0.619E-02
	300000.	0.242E-01	0.197E-02	0.111E-01	0.815E-02	0.900E-02	0.700E-02
BeIII 4D-5P	10000.	0.689	0.370E-01	0.644E-01	-0.529E-01	*0.554E-01	-0.443E-01
4629.6 Å	20000.	0.602	0.331E-01	0.905E-01	-0.676E-01	*0.727E-01	-0.569E-01
C = 0.13E+18	50000.	0.506	0.311E-01	0.137	-0.857E-01	0.987E-01	-0.716E-01
	100000.	0.437	0.238E-01	0.190	-0.969E-01	0.126	-0.803E-01
	150000.	0.396	0.210E-01	0.225	-0.105	0.149	-0.861E-01
	300000.	0.330	0.180E-01	0.292	-0.119	0.192	-0.971E-01
BeIII 4F-5D	10000.	0.855	-0.129E-03				
4506.4 Å	20000.	0.710	0.252E-02				
C = 0.67E+17	50000.	0.555	0.132E-01				
	100000.	0.456	0.162E-01				
	150000.	0.403	0.115E-01				
	300000.	0.324	0.631E-02	*1.16	*0.558		
PERTURBER DENSITY = 1.E+17 cm^{-3}							
BeIII 1S-3P	10000.	0.332E-03	-0.282E-04	0.151E-04	-0.198E-04	0.149E-04	-0.169E-04
88.3 Å	20000.	0.254E-03	-0.194E-04	0.265E-04	-0.301E-04	0.260E-04	-0.255E-04
C = 0.73E+16	50000.	0.184E-03	-0.187E-04	0.431E-04	-0.415E-04	0.371E-04	-0.350E-04
	100000.	0.147E-03	-0.171E-04	0.569E-04	-0.495E-04	0.473E-04	-0.418E-04
	150000.	0.130E-03	-0.154E-04	0.664E-04	-0.541E-04	0.535E-04	-0.451E-04
	300000.	0.106E-03	-0.122E-04	0.801E-04	-0.622E-04	0.651E-04	-0.526E-04
BeIII 1S-4P	10000.	0.102E-02	-0.825E-04	*0.114E-03	-0.933E-04		
84.8 Å	20000.	0.821E-03	-0.844E-04	*0.155E-03	-0.133E-03	*0.134E-03	-0.108E-03
C = 0.28E+16	50000.	0.633E-03	-0.797E-04	*0.220E-03	-0.192E-03	*0.177E-03	-0.158E-03
	100000.	0.521E-03	-0.721E-04	*0.267E-03	-0.216E-03	*0.222E-03	-0.181E-03
	150000.	0.463E-03	-0.675E-04	*0.312E-03	-0.240E-03	*0.240E-03	-0.198E-03
	300000.	0.377E-03	-0.510E-04	*0.381E-03	-0.264E-03	*0.293E-03	-0.227E-03
BeIII 1S-5P	10000.	0.229E-02	-0.186E-03				
83.2 Å	20000.	0.194E-02	-0.212E-03				
C = 0.13E+16	50000.	0.157E-02	-0.192E-03				
	100000.	0.132E-02	-0.191E-03				
	150000.	0.119E-02	-0.187E-03				
	300000.	0.972E-03	-0.137E-03				
BeIII 2S-3P	10000.	0.210E-01	-0.145E-02	0.860E-03	-0.113E-02	0.847E-03	-0.964E-03
661.3 Å	20000.	0.159E-01	-0.121E-02	0.151E-02	-0.171E-02	0.148E-02	-0.145E-02
C = 0.41E+18	50000.	0.115E-01	-0.121E-02	0.245E-02	-0.236E-02	0.210E-02	-0.199E-02
	100000.	0.918E-02	-0.113E-02	0.322E-02	-0.281E-02	0.272E-02	-0.237E-02
	150000.	0.810E-02	-0.103E-02	0.376E-02	-0.305E-02	0.299E-02	-0.255E-02
	300000.	0.659E-02	-0.841E-03	0.462E-02	-0.357E-02	0.372E-02	-0.295E-02
BeIII 2S-4P	10000.	0.372E-01	-0.283E-02	*0.404E-02	-0.330E-02		
503.3 Å	20000.	0.298E-01	-0.304E-02	*0.546E-02	-0.470E-02	*0.475E-02	-0.383E-02
C = 0.97E+17	50000.	0.230E-01	-0.290E-02	*0.779E-02	-0.677E-02	*0.623E-02	-0.558E-02
	100000.	0.189E-01	-0.264E-02	*0.942E-02	-0.764E-02	*0.783E-02	-0.639E-02
	150000.	0.168E-01	-0.248E-02	*0.110E-01	-0.848E-02	*0.847E-02	-0.699E-02
	300000.	0.137E-01	-0.189E-02	*0.134E-01	-0.932E-02	*0.103E-01	-0.800E-02
BeIII 2S-5P	10000.	0.689E-01	-0.542E-02				
453.0 Å	20000.	0.582E-01	-0.631E-02				
C = 0.39E+17	50000.	0.470E-01	-0.575E-02				
	100000.	0.396E-01	-0.575E-02				
	150000.	0.355E-01	-0.562E-02				
	300000.	0.291E-01	-0.414E-02				

Table 1. (continued)

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
BeIII 3S-4P	10000.	0.617	-0.522E-01	*0.602E-01	-0.488E-01		
1916.5 Å	20000.	0.496	-0.551E-01	*0.819E-01	-0.696E-01	*0.703E-01	-0.569E-01
C = 0.14E+19	50000.	0.383	-0.529E-01	*0.115	-0.996E-01	*0.924E-01	-0.839E-01
	100000.	0.316	-0.483E-01	*0.139	-0.114	*0.114	-0.950E-01
	150000.	0.281	-0.457E-01	*0.163	-0.125	*0.127	-0.103
	300000.	0.230	-0.356E-01	*0.201	-0.137	*0.151	-0.118
BeIII 3S-5P	10000.	*0.642	-0.605E-01				
1347.4 Å	20000.	0.543	-0.613E-01				
C = 0.35E+18	50000.	0.440	-0.562E-01				
	100000.	0.371	-0.558E-01				
	150000.	0.333	-0.546E-01				
	300000.	0.273	-0.407E-01				
BeIII 4S-5P	10000.	*6.95	-1.03				
4167.4 Å	20000.	5.93	-0.932				
C = 0.33E+19	50000.	4.88	-0.773				
	100000.	4.15	-0.710				
	150000.	3.74	-0.677				
	300000.	3.07	-0.507				
BeIII 2P-5S	10000.	0.484E-01	0.157E-01	*0.539E-02	*0.412E-02		
491.5 Å	20000.	0.425E-01	0.132E-01	*0.715E-02	*0.612E-02		
C = 0.24E+18	50000.	0.364E-01	0.104E-01	*0.981E-02	*0.883E-02		
	100000.	0.320E-01	0.896E-02	*0.119E-01	*0.104E-01	*0.994E-02	*0.850E-02
	150000.	0.292E-01	0.780E-02	*0.131E-01	*0.112E-01	*0.106E-01	*0.915E-02
	300000.	0.242E-01	0.606E-02	*0.152E-01	*0.131E-01	*0.117E-01	*0.102E-01
BeIII 3P-4S	10000.	0.595	0.128	0.332E-01	0.364E-01	*0.329E-01	*0.302E-01
2196.2 Å	20000.	0.485	0.110	0.528E-01	0.514E-01	*0.470E-01	*0.422E-01
C = 0.45E+19	50000.	0.388	0.855E-01	0.753E-01	0.717E-01	*0.638E-01	*0.605E-01
	100000.	0.327	0.764E-01	0.931E-01	0.834E-01	*0.745E-01	*0.699E-01
	150000.	0.295	0.692E-01	0.107	0.909E-01	0.845E-01	0.740E-01
	300000.	0.244	0.527E-01	0.129	0.102	0.102	0.875E-01
BeIII 3P-5S	10000.	0.493	0.153	*0.498E-01	*0.375E-01		
1459.1 Å	20000.	0.427	0.128	*0.666E-01	*0.559E-01		
C = 0.20E+19	50000.	0.361	0.993E-01	*0.886E-01	*0.811E-01		
	100000.	0.316	0.838E-01	*0.111	*0.941E-01	*0.906E-01	*0.762E-01
	150000.	0.288	0.734E-01	*0.118	*0.102	*0.982E-01	*0.833E-01
	300000.	0.239	0.570E-01	*0.147	*0.118	*0.113	*0.948E-01
BeIII 4P-5S	10000.	0.442E-03	-0.265E-04	0.265E-04	-0.348E-04	0.261E-04	-0.300E-04
88.3 Å	20000.	0.332E-03	-0.293E-04	0.491E-04	-0.511E-04	0.425E-04	-0.426E-04
C = 0.73E+16	50000.	0.245E-03	-0.303E-04	0.720E-04	-0.707E-04	0.603E-04	-0.596E-04
	100000.	0.197E-03	-0.278E-04	0.936E-04	-0.838E-04	0.770E-04	-0.694E-04
	150000.	0.173E-03	-0.249E-04	0.106E-03	-0.915E-04	0.846E-04	-0.748E-04
	300000.	0.139E-03	-0.193E-04	0.133E-03	-0.102E-03	0.993E-04	-0.854E-04
BeIII 2P-5D	10000.	0.791E-01	0.336E-02				
489.5 Å	20000.	0.691E-01	0.426E-02				
C = 0.14E+16	50000.	0.561E-01	0.374E-02				
	100000.	0.467E-01	0.416E-02				
	150000.	0.415E-01	0.509E-02				
	300000.	0.334E-01	0.308E-02				
BeIII 3P-4D	10000.	0.688	0.331E-01				
2122.9 Å	20000.	0.576	0.400E-01				
C = 0.66E+17	50000.	0.452	0.406E-01				
	100000.	0.371	0.432E-01				
	150000.	0.329	0.459E-01				
	300000.	0.266	0.326E-01				
BeIII 3P-5D	10000.	*0.743	*0.355E-01				
1442.2 Å	20000.	0.645	0.430E-01				
C = 0.12E+17	50000.	0.522	0.377E-01				
	100000.	0.434	0.406E-01				
	150000.	0.386	0.477E-01				
	300000.	0.312	0.300E-01				

Table 1. (continued)

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
BeIII 4P-5D	10000.	*9.31	*0.551				
4576.7 Å	20000.	8.02	0.612				
C = 0.12E+18	50000.	6.49	0.563				
	100000.	5.41	0.566				
	150000.	4.81	0.636				
	300000.	3.89	0.417				
BeIII 3D-4P	10000.	0.668	-0.487E-01	*0.707E-01	-0.571E-01		
2065.1 Å	20000.	0.536	-0.557E-01	*0.957E-01	-0.812E-01		
C = 0.16E+19	50000.	0.413	-0.540E-01	*0.134	-0.116	*0.109	-0.984E-01
	100000.	0.340	-0.492E-01	*0.163	-0.133	*0.135	-0.111
	150000.	0.303	-0.464E-01	*0.194	-0.146	*0.148	-0.120
	300000.	0.247	-0.356E-01	0.237	-0.160	0.177	-0.138
BeIII 3D-5P	10000.	*0.697	-0.539E-01				
1419.2 Å	20000.	0.587	-0.642E-01				
C = 0.38E+18	50000.	0.474	-0.589E-01				
	100000.	0.400	-0.587E-01				
	150000.	0.358	-0.574E-01				
	300000.	0.294	-0.424E-01				
BeIII 4D-5P	10000.	*8.62	-0.596				
4459.5 Å	20000.	7.34	-0.726				
C = 0.29E+18	50000.	5.95	-0.679				
	100000.	5.00	-0.695				
	150000.	4.47	-0.700				
	300000.	3.64	-0.507				
BeIII 2S-4P	10000.	0.205E-01	0.845E-03	0.981E-03	0.887E-03	*0.106E-02	*0.765E-03
451.1 Å	20000.	0.169E-01	0.908E-03	0.155E-02	0.131E-02	*0.145E-02	*0.109E-02
C = 0.26E+18	50000.	0.136E-01	0.885E-03	0.213E-02	0.181E-02	0.191E-02	0.153E-02
	100000.	0.116E-01	0.853E-03	0.259E-02	0.214E-02	0.228E-02	0.178E-02
	150000.	0.105E-01	0.751E-03	0.290E-02	0.234E-02	0.245E-02	0.191E-02
	300000.	0.874E-02	0.595E-03	0.344E-02	0.261E-02	0.279E-02	0.218E-02
BeIII 2S-5P	10000.	0.358E-01	0.263E-02	*0.334E-02	*0.232E-02		
408.9 Å	20000.	0.322E-01	0.234E-02	*0.432E-02	*0.334E-02		
C = 0.11E+18	50000.	0.280E-01	0.236E-02	*0.565E-02	*0.479E-02	*0.503E-02	*0.401E-02
	100000.	0.247E-01	0.201E-02	*0.675E-02	*0.553E-02	*0.572E-02	*0.453E-02
	150000.	0.227E-01	0.184E-02	*0.755E-02	*0.589E-02	*0.606E-02	*0.491E-02
	300000.	0.191E-01	0.152E-02	*0.891E-02	*0.659E-02	*0.727E-02	*0.562E-02
BeIII 3S-4P	10000.	0.362	0.778E-02	0.139E-01	0.122E-01	*0.152E-01	*0.106E-01
1754.7 Å	20000.	0.296	0.790E-02	0.220E-01	0.182E-01	*0.208E-01	*0.151E-01
C = 0.39E+19	50000.	0.238	0.610E-02	0.299E-01	0.251E-01	0.275E-01	0.212E-01
	100000.	0.203	0.621E-02	0.374E-01	0.295E-01	0.315E-01	0.247E-01
	150000.	0.183	0.479E-02	0.409E-01	0.320E-01	0.358E-01	0.269E-01
	300000.	0.153	0.306E-02	0.508E-01	0.367E-01	0.407E-01	0.304E-01
BeIII 3S-5P	10000.	0.362	0.182E-01	*0.309E-01	*0.215E-01		
1252.1 Å	20000.	0.322	0.182E-01	*0.400E-01	*0.308E-01		
C = 0.10E+19	50000.	0.279	0.182E-01	*0.528E-01	*0.440E-01	*0.469E-01	*0.373E-01
	100000.	0.246	0.153E-01	*0.623E-01	*0.511E-01	*0.532E-01	*0.416E-01
	150000.	0.225	0.139E-01	*0.709E-01	*0.542E-01	*0.573E-01	*0.452E-01
	300000.	0.190	0.112E-01	*0.828E-01	*0.603E-01	*0.678E-01	0.519E-01
BeIII 4S-5P	10000.	4.00	0.722E-01	*0.268	*0.186		
3882.5 Å	20000.	3.59	0.403E-01	*0.344	*0.261		
C = 0.98E+19	50000.	3.14	0.493E-01	*0.461	*0.381	*0.405	*0.311
	100000.	2.78	0.250E-01	*0.562	*0.431	*0.471	*0.367
	150000.	2.55	0.175E-01	*0.598	*0.478	*0.512	*0.394
	300000.	2.16	0.169E-01	*0.764	*0.530	*0.583	*0.461
BeIII 2P-4S	10000.	0.201E-01	0.553E-02	0.923E-03	0.121E-02	0.907E-03	0.104E-02
521.0 Å	20000.	0.164E-01	0.482E-02	0.170E-02	0.178E-02	0.148E-02	0.148E-02
C = 0.78E+18	50000.	0.134E-01	0.376E-02	0.246E-02	0.246E-02	0.209E-02	0.207E-02
	100000.	0.114E-01	0.319E-02	0.312E-02	0.292E-02	0.264E-02	0.241E-02
	150000.	0.103E-01	0.295E-02	0.348E-02	0.318E-02	0.288E-02	0.260E-02
	300000.	0.862E-02	0.231E-02	0.417E-02	0.357E-02	0.331E-02	0.297E-02

Table 1. (continued)

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
BeIII 2P-5S	10000.	0.349E-01	0.133E-01	*0.342E-02	*0.288E-02		
462.4 Å	20000.	0.305E-01	0.112E-01	*0.462E-02	*0.410E-02	*0.397E-02	*0.336E-02
C = 0.31E+18	50000.	0.264E-01	0.854E-02	*0.635E-02	*0.587E-02	*0.528E-02	*0.497E-02
	100000.	0.234E-01	0.728E-02	*0.747E-02	*0.674E-02	*0.645E-02	*0.558E-02
	150000.	0.215E-01	0.637E-02	*0.872E-02	*0.734E-02	*0.700E-02	*0.605E-02
	300000.	0.181E-01	0.485E-02	*0.999E-02	*0.809E-02	*0.820E-02	*0.701E-02
BeIII 3P-4S	10000.	0.428	0.839E-01	0.147E-01	0.187E-01	0.148E-01	0.162E-01
2127.8 Å	20000.	0.351	0.703E-01	0.268E-01	0.278E-01	0.238E-01	0.231E-01
C = 0.13E+20	50000.	0.286	0.543E-01	0.384E-01	0.385E-01	0.334E-01	0.323E-01
	100000.	0.245	0.480E-01	0.492E-01	0.449E-01	0.416E-01	0.383E-01
	150000.	0.222	0.442E-01	0.550E-01	0.494E-01	0.473E-01	0.406E-01
	300000.	0.186	0.345E-01	0.682E-01	0.551E-01	0.542E-01	0.460E-01
BeIII 3P-5S	10000.	0.356	0.119	*0.310E-01	*0.262E-01		
1402.3 Å	20000.	0.311	0.100	*0.423E-01	*0.373E-01	*0.362E-01	*0.305E-01
C = 0.28E+19	50000.	0.268	0.756E-01	*0.584E-01	*0.534E-01	*0.477E-01	*0.450E-01
	100000.	0.238	0.648E-01	*0.685E-01	*0.609E-01	*0.587E-01	*0.509E-01
	150000.	0.219	0.566E-01	*0.793E-01	*0.671E-01	*0.644E-01	*0.552E-01
	300000.	0.185	0.431E-01	*0.927E-01	*0.733E-01	*0.751E-01	*0.632E-01
BeIII 4P-5S	10000.	5.07	1.18	*0.304	*0.258	*0.277	*0.202
4664.8 Å	20000.	4.46	0.979	*0.417	*0.364	*0.363	*0.298
C = 0.28E+20	50000.	3.90	0.730	*0.562	*0.519	*0.487	*0.435
	100000.	3.47	0.622	*0.702	*0.605	*0.557	*0.496
	150000.	3.20	0.553	*0.736	*0.652	*0.623	*0.550
	300000.	2.70	0.419	*0.929	*0.748	*0.686	*0.642
BeIII 2P-4D	10000.	0.314E-01	-0.589E-03				
510.0 Å	20000.	0.256E-01	-0.488E-03				
C = 0.15E+17	50000.	0.195E-01	-0.338E-03				
	100000.	0.159E-01	0.461E-04				
	150000.	0.141E-01	0.323E-03				
	300000.	0.113E-01	0.184E-03				
BeIII 2P-5D	10000.	0.635E-01	-0.280E-02				
458.0 Å	20000.	0.547E-01	-0.208E-02				
C = 0.70E+16	50000.	0.442E-01	-0.137E-02				
	100000.	0.370E-01	-0.175E-03				
	150000.	0.330E-01	0.723E-03				
	300000.	0.268E-01	0.260E-03				
BeIII 3P-4D	10000.	0.539	-0.168E-01				
1955.0 Å	20000.	0.439	-0.117E-01				
C = 0.22E+18	50000.	0.336	-0.877E-02				
	100000.	0.275	-0.291E-02				
	150000.	0.244	0.111E-02				
	300000.	0.198	-0.814E-05				
BeIII 3P-5D	10000.	0.599	-0.297E-01				
1362.4 Å	20000.	0.514	-0.209E-01				
C = 0.62E+17	50000.	0.415	-0.141E-01				
	100000.	0.347	-0.340E-02				
	150000.	0.310	0.460E-02				
	300000.	0.252	0.969E-03				
BeIII 4P-5D	10000.	*6.82	-0.362				
4250.3 Å	20000.	5.87	-0.272				
C = 0.60E+18	50000.	4.78	-0.205				
	100000.	4.03	-0.986E-01				
	150000.	3.61	-0.109E-01				
	300000.	2.95	-0.355E-01				
BeIII 3D-4P	10000.	0.503	0.231E-01	0.236E-01	0.211E-01	*0.254E-01	*0.181E-01
2137.0 Å	20000.	0.412	0.233E-01	0.365E-01	0.307E-01	*0.347E-01	*0.258E-01
C = 0.58E+19	50000.	0.330	0.224E-01	0.500E-01	0.428E-01	0.451E-01	0.363E-01
	100000.	0.280	0.217E-01	0.620E-01	0.505E-01	0.532E-01	0.415E-01
	150000.	0.254	0.190E-01	0.703E-01	0.547E-01	0.568E-01	0.452E-01
	300000.	0.212	0.150E-01	0.828E-01	0.615E-01	0.663E-01	0.520E-01

Table 1. (continued)

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
BeIII 3D-5P	10000.	0.459	0.310E-01	*0.416E-01	*0.288E-01		
1435.3 Å	20000.	0.411	0.301E-01	*0.537E-01	*0.414E-01		
C = 0.13E+19	50000.	0.356	0.302E-01	*0.708E-01	*0.599E-01	*0.623E-01	*0.498E-01
	100000.	0.314	0.259E-01	*0.842E-01	*0.689E-01	*0.716E-01	*0.563E-01
	150000.	0.287	0.236E-01	*0.937E-01	*0.731E-01	*0.768E-01	*0.619E-01
	300000.	0.242	0.194E-01	*0.111	*0.815E-01	*0.900E-01	*0.700E-01
BeIII 4D-5P	10000.	6.60	0.380				
4629.6 Å	20000.	5.82	0.344				
C = 0.13E+19	50000.	4.94	0.335				
	100000.	4.28	0.260				
	150000.	3.89	0.216				
	300000.	3.25	0.185				
BeIII 4F-5D	10000.	*6.99	-0.361				
4506.4 Å	20000.	6.03	-0.245				
C = 0.67E+18	50000.	4.88	-0.159				
	100000.	4.09	-0.294E-01				
	150000.	3.65	0.727E-01				
	300000.	2.97	0.152E-01				
PERTURBER DENSITY = 1.E+18 cm^{-3}							
BeIII 1S-3P	10000.	0.329E-02	-0.167E-03	*0.146E-03	-0.128E-03	*0.141E-03	-0.990E-04
88.3 Å	20000.	0.252E-02	-0.128E-03	*0.263E-03	-0.240E-03	*0.258E-03	-0.194E-03
C = 0.73E+17	50000.	0.183E-02	-0.143E-03	*0.435E-03	-0.372E-03	*0.373E-03	-0.307E-03
	100000.	0.147E-02	-0.135E-03	*0.568E-03	-0.474E-03	*0.476E-03	-0.399E-03
	150000.	0.130E-02	-0.125E-03	*0.664E-03	-0.537E-03	*0.535E-03	-0.447E-03
	300000.	0.106E-02	-0.110E-03	*0.801E-03	-0.619E-03	*0.651E-03	-0.523E-03
BeIII 1S-4P	10000.	*0.928E-02	*0.182E-04				
84.8 Å	20000.	*0.765E-02	-0.293E-03				
C = 0.28E+17	50000.	0.600E-02	-0.450E-03				
	100000.	0.498E-02	-0.423E-03				
	150000.	0.445E-02	-0.425E-03				
	300000.	0.364E-02	-0.400E-03				
BeIII 1S-5P	10000.						
83.2 Å	20000.	*0.159E-01	-0.318E-03				
C = 0.13E+17	50000.	*0.137E-01	-0.776E-03				
	100000.	0.118E-01	-0.825E-03				
	150000.	0.107E-01	-0.873E-03				
	300000.	0.890E-02	-0.903E-03				
BeIII 2S-3P	10000.	0.208	-0.807E-02	*0.834E-02	-0.724E-02	*0.801E-02	-0.562E-02
661.3 Å	20000.	0.158	-0.816E-02	*0.149E-01	-0.136E-01	*0.147E-01	-0.110E-01
C = 0.41E+19	50000.	0.114	-0.955E-02	*0.247E-01	-0.210E-01	*0.212E-01	-0.174E-01
	100000.	0.913E-01	-0.924E-02	*0.319E-01	-0.269E-01	*0.273E-01	-0.226E-01
	150000.	0.807E-01	-0.865E-02	*0.376E-01	-0.303E-01	*0.299E-01	-0.252E-01
	300000.	0.657E-01	-0.774E-02	*0.462E-01	-0.356E-01	*0.372E-01	-0.293E-01
BeIII 2S-4P	10000.	*0.339	*0.144E-02				
503.3 Å	20000.	*0.279	-0.108E-01				
C = 0.97E+18	50000.	0.218	-0.167E-01				
	100000.	0.181	-0.159E-01				
	150000.	0.161	-0.159E-01				
	300000.	0.132	-0.150E-01				
BeIII 2S-5P	10000.						
453.0 Å	20000.	*0.480	-0.953E-02				
C = 0.39E+18	50000.	*0.410	-0.237E-01				
	100000.	0.354	-0.253E-01				
	150000.	0.321	-0.267E-01				
	300000.	0.267	-0.275E-01				
BeIII 3S-4P	10000.	*5.70	-0.734E-01				
1916.5 Å	20000.	*4.68	-0.254				
C = 0.14E+20	50000.	3.67	-0.343				
	100000.	3.04	-0.324				
	150000.	2.72	-0.324				
	300000.	2.23	-0.297				

Table 1. (continued)

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
BeIII 3S-5P	10000.						
1347.4 Å	20000.	*4.53	-0.133				
C = 0.35E+19	50000.	*3.86	-0.259				
	100000.	3.34	-0.270				
	150000.	3.03	-0.282				
	300000.	2.52	-0.283				
BeIII 2P-5S	10000.	*0.470	*0.100				
491.5 Å	20000.	*0.417	*0.955E-01				
C = 0.24E+19	50000.	0.359	0.818E-01				
	100000.	0.317	0.713E-01				
	150000.	0.289	0.634E-01				
	300000.	0.240	0.547E-01				
BeIII 3P-4S	10000.	*5.92	*0.999				
2196.2 Å	20000.	4.83	0.907				
C = 0.45E+20	50000.	3.87	0.737				
	100000.	3.26	0.671				
	150000.	2.94	0.617				
	300000.	2.43	0.496	*1.29	*1.01		
BeIII 3P-5S	10000.						
1459.1 Å	20000.	*4.19	*0.932				
C = 0.20E+20	50000.	*3.56	*0.781				
	100000.	3.12	0.667				
	150000.	2.85	0.598				
	300000.	2.37	0.514				
BeIII 4P-5S	10000.	0.434E-02	-0.281E-04	*0.257E-03	-0.197E-03		
88.3 Å	20000.	0.328E-02	-0.140E-03	*0.488E-03	-0.379E-03		
C = 0.73E+17	50000.	0.243E-02	-0.207E-03	*0.725E-03	-0.613E-03		
	100000.	0.196E-02	-0.201E-03	*0.938E-03	-0.798E-03		
	150000.	0.172E-02	-0.186E-03	*0.106E-02	-0.906E-03	*0.846E-03	-0.739E-03
	300000.	0.138E-02	-0.168E-03	*0.133E-02	-0.102E-02	*0.995E-03	-0.848E-03
BeIII 2P-5D	10000.						
489.5 Å	20000.	*0.491	*0.106E-01				
C = 0.14E+17	50000.	*0.431	*0.166E-01				
	100000.	0.374	0.171E-01				
	150000.	0.339	0.183E-01				
	300000.	0.281	0.188E-01				
BeIII 3P-4D	10000.	*5.59	-0.104E-01				
2122.9 Å	20000.	*4.82	*0.158				
C = 0.66E+18	50000.	3.91	0.245				
	100000.	3.28	0.245				
	150000.	2.94	0.242				
	300000.	2.41	0.234				
BeIII 3P-5D	10000.						
1442.2 Å	20000.	*4.71	*0.134				
C = 0.12E+18	50000.	*4.09	*0.184				
	100000.	3.54	0.185				
	150000.	3.20	0.187				
	300000.	2.65	0.193				
BeIII 3D-4P	10000.	*6.12	*0.425E-01				
2065.1 Å	20000.	*5.03	-0.206				
C = 0.16E+20	50000.	3.93	-0.321				
	100000.	3.26	-0.305				
	150000.	2.92	-0.307				
	300000.	2.39	-0.287				
BeIII 3D-5P	10000.						
1419.2 Å	20000.	*4.87	-0.106				
C = 0.38E+19	50000.	*4.15	-0.251				
	100000.	3.58	-0.266				
	150000.	3.25	-0.280				
	300000.	2.70	-0.286				

Table 1. (continued)

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
BeIII 2S-4P	10000.	*0.204	*0.257E-02				
451.1 Å	20000.	0.168	0.510E-02				
C = 0.26E+19	50000.	0.136	0.643E-02	*0.211E-01	*0.158E-01		
	100000.	0.115	0.658E-02	*0.261E-01	*0.204E-01		
	150000.	0.104	0.596E-02	*0.290E-01	*0.232E-01		
	300000.	0.872E-01	0.534E-02	*0.344E-01	*0.259E-01	*0.280E-01	*0.216E-01
BeIII 2S-5P	10000.	*0.337	*0.353E-03				
408.9 Å	20000.	*0.309	*0.632E-02				
C = 0.11E+19	50000.	*0.273	*0.131E-01				
	100000.	0.242	0.113E-01				
	150000.	0.222	0.112E-01				
	300000.	0.188	0.122E-01				
BeIII 3S-4P	10000.	*3.60	-0.212E-02	*0.125	*0.706E-01		
1754.7 Å	20000.	2.95	0.256E-01	*0.214	*0.138		
C = 0.39E+20	50000.	2.38	0.285E-01	*0.298	*0.218		
	100000.	2.02	0.363E-01	*0.373	*0.280		
	150000.	1.83	0.269E-01	*0.409	*0.317		
	300000.	1.53	0.225E-01	*0.509	*0.365	*0.406	*0.302
BeIII 3S-5P	10000.						
1252.1 Å	20000.	*3.11	*0.253E-01				
C = 0.10E+20	50000.	*2.72	*0.850E-01				
	100000.	2.41	0.726E-01				
	150000.	2.21	0.722E-01				
	300000.	1.87	0.843E-01				
BeIII 2P-4S	10000.	*0.201	*0.475E-01	*0.894E-02	*0.685E-02		
521.0 Å	20000.	0.164	0.433E-01	*0.169E-01	*0.132E-01		
C = 0.78E+19	50000.	0.134	0.345E-01	*0.248E-01	*0.213E-01		
	100000.	0.114	0.294E-01	*0.313E-01	*0.278E-01		
	150000.	0.103	0.275E-01	*0.348E-01	*0.315E-01	*0.288E-01	*0.257E-01
	300000.	0.862E-01	0.223E-01	*0.417E-01	*0.355E-01	*0.331E-01	*0.295E-01
BeIII 2P-5S	10000.	*0.346	*0.101				
462.4 Å	20000.	*0.303	*0.911E-01				
C = 0.31E+19	50000.	0.263	0.724E-01				
	100000.	0.233	0.626E-01				
	150000.	0.214	0.554E-01				
	300000.	0.180	0.452E-01				
BeIII 3P-4S	10000.	*4.28	*0.719	*0.142	*0.107		
2127.8 Å	20000.	3.51	0.627	*0.267	*0.209		
C = 0.13E+21	50000.	2.86	0.496	*0.385	*0.333		
	100000.	2.45	0.442	*0.488	*0.429	*0.417	*0.358
	150000.	2.22	0.412	*0.550	*0.490	*0.473	*0.401
	300000.	1.86	0.331	*0.683	*0.548	*0.541	*0.457
BeIII 3P-5S	10000.	*3.54	*0.904				
1402.3 Å	20000.	*3.10	*0.811				
C = 0.28E+20	50000.	2.67	0.638				
	100000.	2.37	0.555				
	150000.	2.18	0.492				
	300000.	1.84	0.401				
BeIII 2P-4D	10000.	*0.256	-0.602E-02				
510.0 Å	20000.	0.215	-0.667E-02				
C = 0.15E+18	50000.	0.169	-0.544E-02				
	100000.	0.141	-0.393E-02				
	150000.	0.126	-0.314E-02				
	300000.	0.103	-0.151E-02				
BeIII 2P-5D	10000.						
458.0 Å	20000.	*0.416	-0.121E-01				
C = 0.70E+17	50000.	*0.358	-0.115E-01				
	100000.	0.311	-0.899E-02				
	150000.	0.282	-0.757E-02				
	300000.	0.234	-0.609E-02				

Table 1. (continued)

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
BeIII 3P-4D	10000.	*4.54	-0.158				
1955.0 Å	20000.	3.79	-0.137				
C = 0.22E+19	50000.	2.98	-0.114				
	100000.	2.49	-0.906E-01				
	150000.	2.23	-0.799E-01				
	300000.	1.83	-0.482E-01				
BeIII 3P-5D	10000.						
1362.4 Å	20000.	*3.98	-0.130				
C = 0.62E+18	50000.	*3.40	-0.120				
	100000.	2.94	-0.967E-01				
	150000.	2.67	-0.837E-01				
	300000.	2.22	-0.666E-01				
BeIII 3D-4P	10000.	*5.00	*0.879E-01				
2137.0 Å	20000.	4.11	0.138				
C = 0.58E+20	50000.	3.29	0.165	*0.498	*0.367		
	100000.	2.80	0.171	*0.617	*0.477		
	150000.	2.53	0.152	*0.703	*0.542		
	300000.	2.12	0.135	*0.829	*0.611	*0.663	*0.515
BeIII 3D-5P	10000.						
1435.3 Å	20000.	*3.95	*0.880E-01				
C = 0.13E+20	50000.	*3.47	*0.170				
	100000.	3.07	0.150				
	150000.	2.82	0.146				
	300000.	2.39	0.157				
PERTURBER DENSITY = 1.E+19 cm^{-3}							
BeIII 1S-3P	10000.	*0.285E-01	*0.908E-03				
88.3 Å	20000.	*0.228E-01	*0.463E-03				
C = 0.73E+18	50000.	0.170E-01	-0.394E-03				
	100000.	0.138E-01	-0.622E-03				
	150000.	0.123E-01	-0.622E-03				
	300000.	0.101E-01	-0.642E-03				
BeIII 1S-4P	10000.						
84.8 Å	20000.						
C = 0.28E+18	50000.	*0.485E-01	*0.341E-05				
	100000.	*0.419E-01	-0.993E-03				
	150000.	0.381E-01	-0.126E-02				
	300000.	0.319E-01	-0.162E-02				
BeIII 1S-5P	10000.						
83.2 Å	20000.						
C = 0.13E+18	50000.						
	100000.	*0.888E-01	-0.552E-03				
	150000.	*0.833E-01	-0.137E-02				
	300000.	*0.723E-01	-0.240E-02				
BeIII 2S-3P	10000.	*1.84	*0.664E-01				
661.3 Å	20000.	*1.45	*0.183E-01				
C = 0.41E+20	50000.	1.07	-0.359E-01				
	100000.	0.865	-0.505E-01				
	150000.	0.768	-0.501E-01				
	300000.	0.630	-0.511E-01				
BeIII 2S-4P	10000.						
503.3 Å	20000.						
C = 0.97E+19	50000.	*1.77	-0.791E-02				
	100000.	*1.53	-0.441E-01				
	150000.	1.39	-0.535E-01				
	300000.	1.16	-0.658E-01				
BeIII 2S-5P	10000.						
453.0 Å	20000.						
C = 0.39E+19	50000.						
	100000.	*2.67	-0.240E-01				
	150000.	*2.51	-0.480E-01				
	300000.	*2.17	-0.783E-01				

Table 1. (continued)

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
BeIII 2P-5S	10000.						
491.5 Å	20000.						
C = 0.24E+20	50000.						
	100000.	*2.69	*0.342				
	150000.	*2.50	*0.312				
	300000.	*2.13	*0.310				
BeIII 4P-5S	10000.	*0.333E-01	*0.469E-02				
88.3 Å	20000.	*0.276E-01	*0.224E-02				
C = 0.73E+18	50000.	0.214E-01	0.516E-04				
	100000.	0.176E-01	-0.555E-03				
	150000.	0.156E-01	-0.606E-03				
	300000.	0.127E-01	-0.747E-03				
BeIII 2P-5D	10000.						
489.5 Å	20000.						
C = 0.14E+18	50000.						
	100000.	*2.62	*0.729E-01				
	150000.	*2.47	*0.828E-01				
	300000.	*2.15	*0.888E-01				
BeIII 2S-4P	10000.						
451.1 Å	20000.						
C = 0.26E+20	50000.	*1.26	*0.384E-02				
	100000.	*1.09	*0.229E-01				
	150000.	0.992	0.225E-01				
	300000.	0.835	0.262E-01				
BeIII 2S-5P	10000.						
408.9 Å	20000.						
C = 0.11E+20	50000.						
	100000.	*2.04	*0.164E-01				
	150000.	*1.92	*0.213E-01				
	300000.	*1.67	*0.476E-01				
BeIII 2P-4S	10000.						
521.0 Å	20000.	*1.58	*0.246				
C = 0.78E+20	50000.	*1.31	*0.238				
	100000.	1.12	0.220				
	150000.	1.02	0.212				
	300000.	0.851	0.182				
BeIII 2P-5S	10000.						
462.4 Å	20000.						
C = 0.31E+20	50000.						
	100000.	*2.11	*0.364				
	150000.	*1.96	*0.331				
	300000.	1.68	0.296				
BeIII 2P-4D	10000.						
510.0 Å	20000.	*1.62	*0.393E-01				
C = 0.15E+19	50000.	*1.36	-0.160E-02				
	100000.	1.17	-0.581E-02				
	150000.	1.06	-0.663E-02				
	300000.	0.891	-0.663E-02				
BeIII 2P-5D	10000.						
458.0 Å	20000.						
C = 0.70E+18	50000.						
	100000.	*2.30	*0.107E-01				
	150000.	*2.16	*0.928E-02				
	300000.	*1.87	-0.963E-02				
PERTURBER DENSITY = 1.E+20 cm^{-3}							
BeIII 1S-3P	10000.						
88.3 Å	20000.						
C = 0.73E+19	50000.	*0.132	*0.742E-02				
	100000.	*0.113	*0.230E-02				
	150000.	*0.103	*0.827E-03				
	300000.	0.868E-01	-0.606E-03				

Table 1. (continued)

PERTURBERS ARE:		ELECTRONS		PROTONS		IONIZED HELIUM	
TRANSITION	T(K)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)	WIDTH (Å)	SHIFT (Å)
BeIII 1S-4P	10000.						
84.8 Å	20000.						
C = 0.28E+19	50000.						
	100000.						
	150000.						
	300000.	*0.243	*0.204E-02				
BeIII 2S-3P	10000.						
661.3 Å	20000.						
C = 0.41E+21	50000.	*8.58	*0.334				
	100000.	*7.24	*0.993E-02				
	150000.	*6.55	-0.764E-01				
	300000.	5.51	-0.163				
BeIII 2S-4P	10000.						
503.3 Å	20000.						
C = 0.97E+20	50000.						
	100000.						
	150000.						
	300000.	*8.95	-0.418E-02				
BeIII 4P-5S	10000.						
88.3 Å	20000.						
C = 0.73E+19	50000.	*0.155	*0.136E-01				
	100000.	*0.144	*0.377E-02				
	150000.	*0.134	*0.816E-03				
	300000.	0.115	-0.200E-02				
BeIII 2S-4P	10000.						
451.1 Å	20000.						
C = 0.26E+21	50000.						
	100000.						
	150000.						
	300000.	*6.85	*0.430E-01				
BeIII 2P-4S	10000.						
521.0 Å	20000.						
C = 0.78E+21	50000.						
	100000.						
	150000.	*8.30	*0.808				
	300000.	*7.20	*0.828				
BeIII 2P-4D	10000.						
510.0 Å	20000.						
C = 0.15E+20	50000.						
	100000.						
	150000.	*7.79	*0.269				
	300000.	*6.90	*0.208				
PERTURBER DENSITY = 1.E+21 cm^{-3}							
BeIII 1S-3P	10000.						
88.3 Å	20000.						
C = 0.73E+20	50000.						
	100000.						
	150000.						
	300000.	*0.641	*0.267E-01				
BeIII 4P-5S	10000.						
88.3 Å	20000.						
C = 0.73E+20	50000.						
	100000.						
	150000.						
	300000.	*0.649	*0.290E-01				

in Table 1, the collision volume (V) multiplied by the perturber density (N) is much less than one and the impact approximation is valid (Sahal-Bréchot, 1969ab). Values for NV > 0.5 are not given and values for $0.1 <$ NV ≤ 0.5 are denoted by an asterisk. When the impact approximation is not valid, the ion broadening contribution may be estimated by using quasistatic approach (Sahal-Bréchot 1991 or Griem 1974). In the region between where neither of these two approximations is valid, a unified type theory should be used. For example in Barnard, Cooper and Smith (1974), a simple analytical formula for such a case is given. The accuracy of the results obtained decreases when broadening by ion interactions becomes important.

The discussion of obtained results will be given in Dimitrijević *et al.* (2003).

Acknowledgements – This work is a part of the project "Influence of collisional processes on astrophysical plasma lineshapes", supported by Ministry of Science, Technologies and Development of Serbia.

REFERENCES

Barnard, A.J., Cooper, J., Smith, E.W.: 1974, *J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer*, **14**, 1025.

Dimitrijević, M. S., and Sahal-Bréchot, S.: 1984, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **31**, 301.

Dimitrijević, M.S., Sahal-Bréchot, S.: 1995a, *Physica Scripta*, **52**, 41.

Dimitrijević, M. S., and Sahal-Bréchot, S.: 1995b, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **109**, 551.

Dimitrijević, M. S., and Sahal-Bréchot, S.: 1996a, *Astron. Astrophys. Suppl. Series*, **119**, 369.

Dimitrijević, M. S., and Sahal-Bréchot, S.: 1996b, *Bull. Astron. de Belgrade*, **153**, 101.

Dimitrijević, M. S., Dačić, M., Cvetković, Z. and Sahal-Bréchot, S.: 1996b, *Bull. Astron. de Belgrade*, **153**, 101.

Dimitrijević, M.S., Sahal-Bréchot, S., Bommier, V.: 1991, *Astron. Astrophys. Suppl. Series* **89**, 581.

Fleurier, C., Sahal-Bréchot, S., Chapelle, J.: 1977, *J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer*, **17**, 595.

Griem, H.R.: 1974, Spectral Line Broadening by Plasmas, Academic Press, New York.

Jupén, C., Meigs, A., von Hellermann, M., Morsi, H. W., Beringer, M., Mannervik, S., Martinson, I.: 2001, *Physica Scripta*, **64**, 566.

Sahal-Bréchot, S.: 1969a, *Astron. Astrophys.*, **1**, 91.

Sahal-Bréchot, S.: 1969b, *Astron. Astrophys.*, **2**, 322.

Sahal-Bréchot, S.: 1974, *Astron. Astrophys.*, **35**, 321.

Sahal-Bréchot, S.: 1991, *Astron. Astrophys.* **245**, 322.

ТАБЕЛЕ ПАРАМЕТАРА ШТАРКОВОГ ШИРЕЊА СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА Be III

М. С. Димитријевић[1], М. Дачић[1], З. Цветковић[1] и S. Sahal-Bréchot[2]

[1] *Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд-74, Срби(ј)а, Југославија*

[2] *Laboratoire "Astrophysique, Atomes et Molécules"*
Département Atomes et Molécules en Astrophysique
Unité associée au C.N.R.S. No 812
Observatoire de Paris-Meudon, 92190 Meudon, France

УДК 52−355.3
Претходно саопштење

Користећи семикласичан прилаз, израчунате су ширине и помераји спектралних линија, проузроковани сударима са електронима, протонима и јонима хелијума, за 52 мултиплета Be III. Резултати су дати у функцији температуре и концентрације пертурбера.

Serb. Astron. J. № 165 (2002), 89 – 104 **UDC 929(497,11)"19/19"Z.:52(092)**
Professional paper

LIFE AND ACTIVITIES OF DANILO ZULEVIĆ (1937 – 1998)

M. S. Dimitrijević

Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade-74, Serbia Yugoslavia

(Received: June 10, 2002)

SUMMARY: The life and scientific and professional activities of Danilo Zulević (1937 − 1998), research fellow of the Belgrade Astronomical Observatory, are presented, followed by the Bibliography of his works, the list of bibliographical items wherein his name is mentioned and the list of his name's citations in the Science Citation Index.

Danilo J. Zulević was born on August 29, 1937 in Ivangrad (Montenegro), where he received his elementary and secondary education. His father Jovan was a worker and his mother Živka Ćorović a housewife. After finishing the real gymnasium in 1959, he studied Astronomy at the Faculty of Sciences of the Belgrade University from 1959 to 1963.

While still a third year student he started working at the Astronomical Observatory on October 1st, 1961, in the Double Star Group. The contract on the part-time service (No. 1068, September 26, 1961) reads: The Astronomical Observatory, the official work place being vacant, admits Zulević Danilo, high school graduate from Belgrade, as a part-time clerk for six months from 1.X. 1961 to 31.III. 1962. Zulević takes upon himself the obligation, during the contract term, to perform calculations in the Double Star Group. On April 1st, 1962, Zulević enters upon full time service as a technical assistant. On July 1st, 1962 he began taking part in the double stars observations as an assistant observer. On examining the quality of his observing data the Observatory Council, on the proposal of the Group's Chief, elected him independent observer on July 15, 1963. The same Council elected Zulević a professional collaborator on September 7, 1963. Immediatelly thereupon Zulević received the summons for military service, so his working engagement was thereby discontinued in September 1963. After returning from the military service he is again at the Observatory since November 1st, 1964 as a professional collaborator. On December 9, 1965 he was elected assistant, but he assumed that rank on January 1st, 1965. He was absent from his work place from 4. to 11. September 1965 by reason of his marriage. He was re-elected assistant on November 2, 1968, entering officially on the post on January 1st, 1969. From November 1st, 1969 he was on a specialis training at the Pulkovo Observatory, involving photography, reducing of the photo-plates and other problems relating to the double stars. After his one year stay at Pulkovo he resumed his work at the Observatory on November 2, 1970. On December 18, 1974, he defended his master's thesis at the Faculty of Sciences of the Belgrade University, entitled "A Contribution to the Statistical Investigation of the Effect of the Components' mass-ratio on the Dynamical Orbits Elements (P, a) of Visual Double Stars". On June 27, 1985 he was elected researcher-collaborator, being re-elected for this function in 1990.

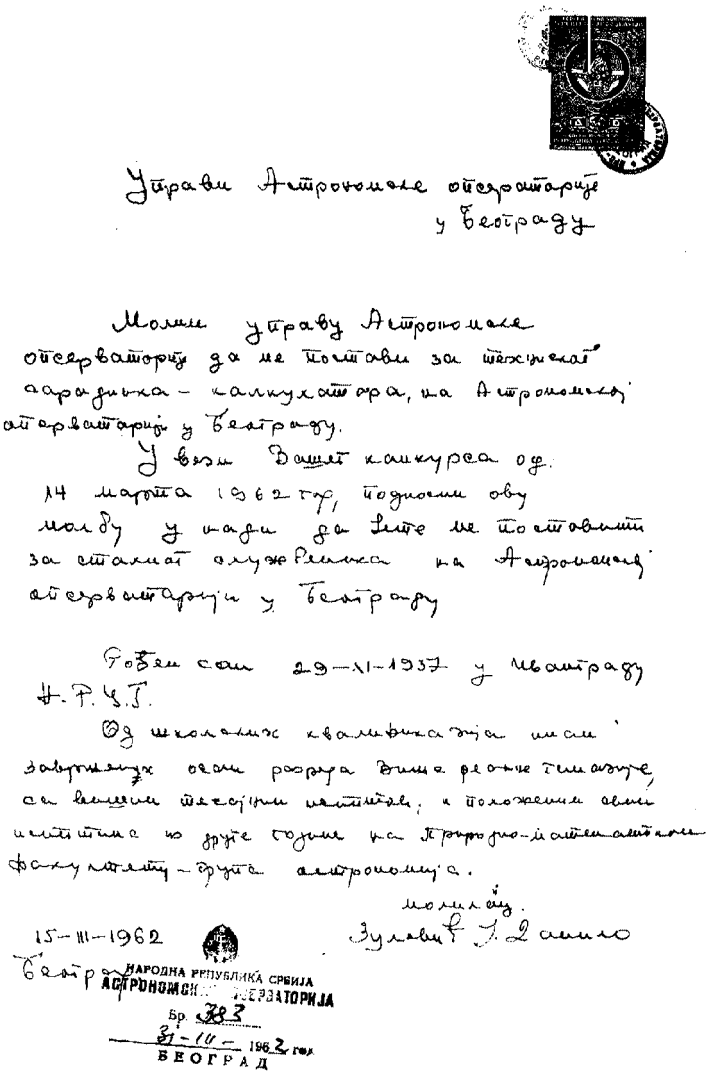
The Bibliography of Zulević's works, presented here, contains 82 items, published in the period 1965 – 2000. In the Science Citation Index there appeared up to 2000, 34 citations relating to 24 Zulević's papers. The field of his researchings was Stellar Astronomy, his particular interest being centered on double and multiple stars. From July 1st, 1962, when he started observing up to his retirement in 1998, he made observations with the Zeiss refractor 65/1065 cm using filar micrometer. In the Bull. Obs. Astron. Belgrade, 17 series of his measurings of double and multiple stars, containing 4069 single measurements, have been published. In addition, while staying at Pulkovo, he carried out a number of series of photographic double stars observations.

In 1963 he started a systematic work on deriving the orbital elements of double stars, using Thile-Innes–van den Bos method. In the IAU Commission 26 "Information Circular" he published 58 systems of the orbital elements for 53 binaries. These orbital elements, with corresponding discussion and analysis, have also been published in Bull. Obs. Astron. Belgrade, 6 orbital elements in them having not been published in the "IAU Information Circular".

In the course of observations, in 1984 he discovered a new double star system with coordinates $\alpha, \delta(1900)$ 19029N3346 (BD +33 3323 – 1.16 arc sec), which obtained the designation DZ1.

For a time he discharged the duty of Depyty Director of the Belgrade Observatory. By the decision 92/17 of January 27, 1982, he was assigned the post of Deputy Director since January 20, 1982. By the decision 599/2 of July 11, 1982 he was designated to the post of Deputy Director from July 13, until the election procedure and the final nomination of the Director has been concluded. He was temporary Editor-in-Chief of the Bulletin Astronomique de Belgrade (Nos. 132 and 133 in 1982 – 1983).

He died suddenly on July 14, 1998, barely two weeks since he retired.


Управи Астрономске опсерваторије
у Београду

Молим управу Астрономске опсерваторије да ме постави за техничког сарадника-калкулатора, на Астрономској опсерваторији у Београду.

У вези Вашег конкурса од 14 марта 1962 год, подносим ову молбу у нади да Ете ме поставити за стамног служ[illegible] на Астрономској опсерваторији у Београду

Рођен сам 29-XI-1937 у Ивангради Н.Р.Ц.Г.

Од школских квалификација имам завршених осам разреда Више реалне гимназије, са вишим тексјним испитом, и положеним свим испитима из друге године на Природно-математичком факултету – група астрономија.

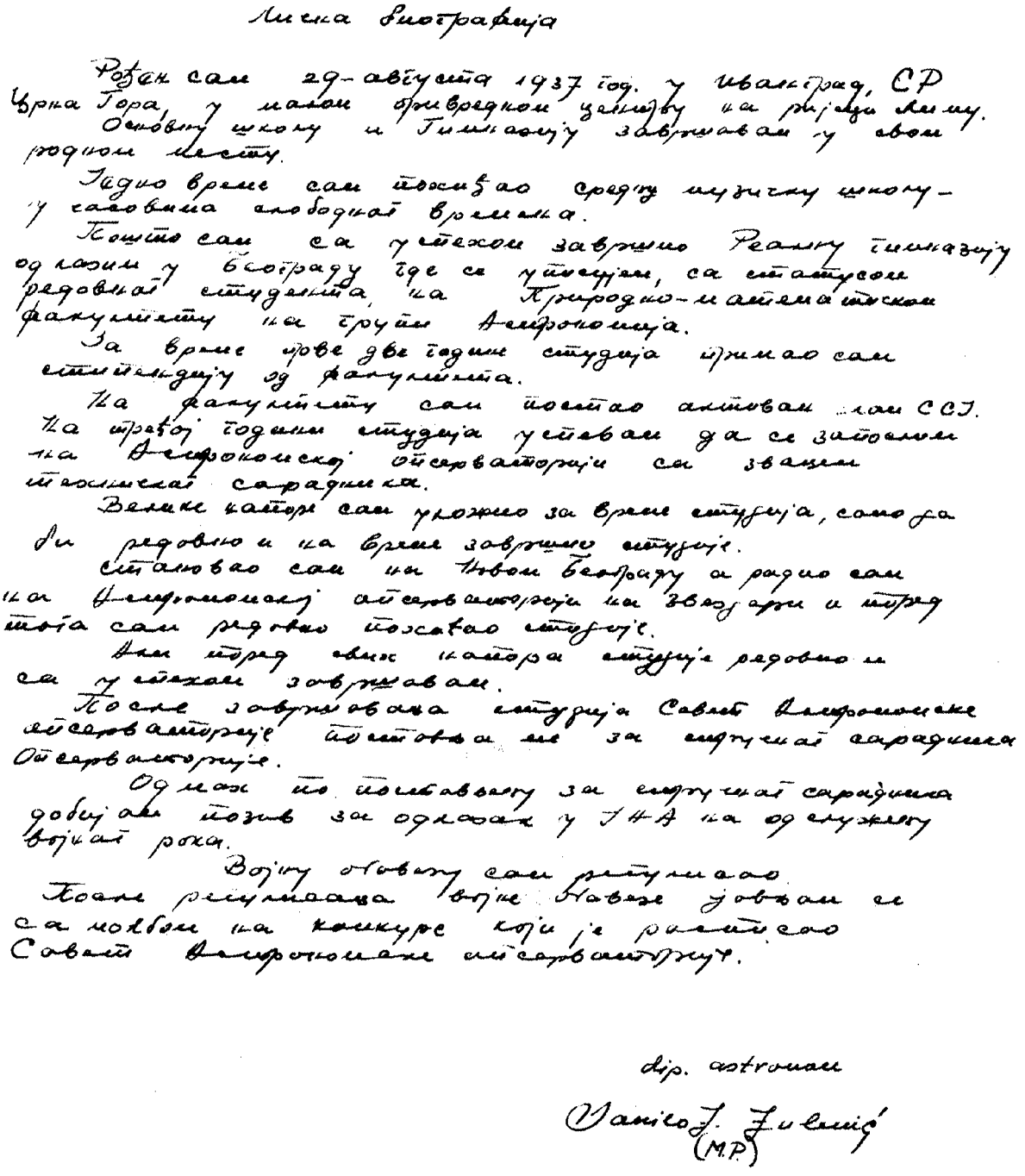
молилац.

15-III-1962 Зулевић Г. Данило

Београд

НАРОДНА РЕПУБЛИКА СРБИЈА
АСТРОНОМСКА ОПСЕРВАТОРИЈА
Бр. 383
31-III-1962 год
БЕОГРАД

Fig. 1. *Application of Danilo Zulević for the post on Belgrade Astronomical Observatory.*



Лична биографија

Рођен сам 29-августа 1937 год. у Иванград, СР Црна Гора, у малом привредном центру на ријеци Лиму.
Основну школу и Гимназију завршавам у свом родном месту.
Једно време сам похиђао средњу музичку школу — у часовима слободнаг времена.
Пошто сам са успехом завршио Реалну гимназију одлазим у Београду где се уписујем, са статусом редовнаг студента, на Природно-математичком факултету на групи Астрономија.
За време прве две године студија примао сам стипендију од факултета.
На факултету сам постао активан члан ССЈ.
На трећој години студија успевам да се запослим на Астрономској опсерваторији са звањем техничкаг сарадника.
Велике напоре сам уложио за време студија, само да би редовно и на време завршио студије.
Становао сам на Новом Београду а радио сам на Астрономској опсерваторији на Звездари и поред тога сам редовно похиђао студије.
Али поред свих напора студије редовно и са успехом завршавам.
После завршавања студија Савет Астрономске опсерваторије поставља ме за стручнаг сарадника Опсерваторије.
Одмах по постављењу за стручнаг сарадника добијам позив за одлазак у ЈНА на одслужењу војнаг рока.
Војну оговезу сам регулисао.
После регулисања војне оговезе јављам се са молбом на конкурс који је расписао Савет Астрономске опсерваторије.

dip. astronom

Danilo J. Zulević
(M.P.)

Fig. 2. *Personal Biography of Danilo Zulević.*

Acknowledgements – This work is a part of the project "History of Astronomy", supported by Ministry of Science, Technologies and Development of Serbia.

BIBLIOGRAPHY

BIBLIOGRAPHY OF SCIENTIFIC PAPERS

1967

1. Djurković, P. M., Popović, G. M., Zulević, D. J.: 1967, *MESURES MICROMÉTRIQUES D'ÉTOILES DOUBLES (18) FAITES AU RÉFRACTEUR ZEISS 65/1055 cm AU COURS DE 1961-1964*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Beograd, **XXVI**, No 1, 67.

1969

2. Djurković, P. M., Popović, G., Zulević, D.: 1969, *KVALITET SLIKE U FUNKCIJI METEOROLOŠKIH USLOVA U BEOGRADU*, Radovi prikazani na IV kongresu matematičara, fizičara i astronoma oktobra 1965 u Sarajevu, ed. P. M. Djurković, Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrad, **16**, 48.

3. Zulević, D. J.: 1969, *ORBITE DE QUATRE ETOILES DOUBLES VISUELLES*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Beograd, **XXVII**, No 1, 55.

4. Zulević, D. J.: 1969, *ORBITE DE L'ETOILE DOUBLE VISUELLE; ADS 2538 = AITKEN 980; Pos. (1950) 3h 24.3m + 60º 05', magn. 6.8-8.2, type spectral B 8*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Beograd, **XXVII**, No 1, 63.

5. Djurković, P. M., Popović, G. M., Zulević, D. J.: 1969, *MESURES MICROMÉTRIQUES D'ÉTOILES DOUBLES (19), SUR LE RÉFRACTEUR ZEISS 65/1055 cm AU COURS DE LA PERIODE DE 1965 À 1968*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **XXVII**, No 2, 143.

1970

6. Zulević, D. J.: 1970, *ORBITE DE DEUX ETOILES DOUBLES VISUELLES*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Beograd, **XXVIII**, No 124, 77.

7. Djurković, P. M., Popović, G. M., Zulević, D. J.: 1970, *MESURES MICROMÉTRIQUES D'ÉTOILES DOUBLES (Série 20) FAITES AU RÉFRACTEUR ZEISS 65/1055 cm AU COURS DE 1969 Á 1970*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **XXVI**, No **124**, 81.

1972

8. Popović, G. M., Zulević, D. J., Olević, D. M.: 1972/73, *MESURES MICROMÉTRIQUES DES ÉTOILES DOUBLES FAITES EN 1971 À L'OBSERVATOIRE DE BELGRADE (Série 21)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **125**, 37.

1973

9. Zulević, D., Kiselev, A. A.: 1973, *FOTOGRAFICHESKIE NABLYUDENIYA DVOJNYKH ZVEZD NA 26" REFRAKTORE V PULKOVE*, Izvestiya GAO v Pulkove, **192**, 167.

1976

10. Zulević, D. J.: 1976, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS (Series 24)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **127**, 20.

1977

11. Zulević, D. J.: 1977, *ORBITS OF TWO VISUAL BINARIES*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **128**, 28.

12. Zulević, D. J.: 1977, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS (Series 27)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **128**, 47.

1978

13. Zulević, D. J.: 1978, *PRILOG STATISTIČKOM ISPITIVANJU UTICAJA ODNOSA MASA KOMPONENATA NA DINAMIČKE PUTANJSKE ELEMENTE (e, P, a) KOD VIZUELNO - DVOJNIH ZVEZDA; STATISTICAL INVESTIGATION OF THE RELATION BETWEEN THE MASS RATIO AND THE DYNAMICAL ORBITAL ELEMENTS e, P, a OF THE VISUAL BINARIES*, Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrad, **25**, 1-65.

1979

14. Zulević, D. J.: 1979, *NOTE ON THE RELIABILITY OF COMPUTATION OF THE RELATIVE ORBITAL ELEMENTS OF THE VISUAL BINARIES WITH COMPONENTS OF EQUAL BRIGHTNESS*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **130**, 7.

15. Zulević, D. J.: 1979, *ORBITS OF TWO VISUAL BINARIES*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **130**, 13.

16. Zulević, D. J.: 1979, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS (Series 29)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **130**, 20.

1981

17. Zulević, D. J.: 1981, *ORBITS OF TWO VISUAL BINARIES*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **131**, 15.

18. Zulević, D. J.: 1981, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS (Series 32)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **131**, 27.

1982

19. Zulević, D. J.: 1982, *ORBITS OF FOUR VISUAL BINARIES*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **132**, 17.

20. Zulević, D. J.: 1982, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS (Series 33)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **132**, 25.

1983

21. Zulević, D. J.: 1983, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS (Series 36)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **133**, 38.

1984

22. Zulević, D. J.: 1984, *ORBITS OF TWO VISUAL BINARIES*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **134**, 58.

23. Zulević, D. J.: 1984, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS (Series 38)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **134**, 69.

1986

24. Zulević, D. J.: 1986, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS (Series 40)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **136**, 94.

1988

25. Zulević, D. J.: 1988, *MICROMETER MEASUREMENTS OF DOUBLE STARS (Series 42)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **138**, 63.

1989

26. Zulević, D. J.: 1989, *MICROMETER MEASUREMENTS OF TRIPLE STAR SYSTEMS (BELGRADE MICROMETER MEASUREMENTS OF DOUBLE AND MULTIPLE STARS - Series No 43)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **140**, 83.

27. Zulević, D. J.: 1989, *MICROMETER MEASUREMENTS OF DOUBLE STARS (Series 44)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **140**, 99.

28. Popović, G. M., Zulević, D. J.: 1989, *GRUPA ZA DVOJNE ZVEZDE*, Sto godina Astronomske opservatorije u Beogradu, Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **36**, 51.

1991

29. Zulević, D. J.: 1991, *MICROMETER MEASUREMENTS OF DOUBLE STARS (Series 46)*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **144**, 47.

30. Zulević, D. J.: 1991, *ORBITAL ELEMENTS OF TWO DOUBLE STARS*, Bulletin Astronomique de Belgrade, **145**, 103.

1992

31. Zulević, D. J.: 1992, *NEW ORBITS OF BINARY STARS ADS 1473 AND ADS 1992*, Bulletin Astronomique de Belgrade, **146**, 53.

32. Zulević, D. J.: 1992, *REVISED ORBITAL ELEMENTS OF BINARY STAR ADS 13777*, Bulletin Astronomique de Belgrade, **146**, 57.

33. Zulević, D. J.: 1992, *ORBITS OF TWO INTERFEROMETRIC AND ONE VISUAL BINARY STARS*, Bulletin Astronomique de Belgrade, **146**, 61.

1993

34. Zulević, D. J.: 1993, *NEW ORBIT OF BINARY STAR WDS 21044S1951, FIN 328*, Bulletin Astronomique de Belgrade, **147**, 63.

35. Popović, G. M., Zulević, D. J.: 1993, *MICROMETER MEASUREMENTS OF DOUBLE STARS - POP PAIRS (Series 47)*, Bulletin Astronomique de Belgrade, **147**, 45.

36. Olević, D., Popović, G. M., Zulević, D. J., Ćatović, Z.: 1993, *NEW ORBITAL ELEMENTS OF FOUR VISUAL BINARIES*, Bulletin Astronomique de Belgrade, **148**, 49.

1994

37. Olević, D., Popović, G. M., Zulević, D. J., Ćatović, Z.: 1994, *NEW ORBITAL ELEMENTS OF FIVE VISUAL BINARIES*, Bulletin Astronomique de Belgrade, **149**, 95.

38. Zulević, D. J.: 1994, *ORBIT OF BINARY STAR ADS 16904, A 643*, Bulletin Astronomique de Belgrade, **150**, 117.

1995

39. Zulević, D. J.: 1995, *REVISED ORBITS OF TWO BINARY STARS WDS 06098S2246 = RST 3442 AND WDS 08285S0230 = ADS 6828 = A 551*, Bulletin Astronomique de Belgrade, **151**, 127.

1996

40. Zulević, D. J.: 1996, *NEW ORBITAL ELEMENTS OF FIVE VISUAL BINARIES*, Bulletin Astronomique de Belgrade, **153**, 79.

1997

41. Zulević, D. J.: 1997, *ORBITAL ELEMENTS OF FIVE VISUAL BINARIES*, Bulletin Astronomique de Belgrade, **155**, 109.

2000

42. Zulević, D. J., Popović, G. M., Pavlović, R.: 2000, *MICROMETER MEASUREMENTS OF DOUBLE STARS (Series 52)*, Serbian Astronomical Journal, **161**, 25.

CIRCULARS

1965

43. Zulević, D.: 1965, *ORBITES NOUVELLES (ADS 87999 Hu 572)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 35, 1.

44. Zulević, D.: 1965, *ORBITES NOUVELLES (ADS 16914 Hu 1325)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 36, 1.

1966

45. Zulević, D.: 1966, *ORBITES NOUVELLES (ADS 6989 Hu 120)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 40, 1.

1967

46. Zulević, D.: 1967, *ORBITES NOUVELLES (ADS 8943 A 1095)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 41, 1.

1968

47. Zulević, D.: 1968, *ORBITES NOUVELLES (ADS 2538 A 980)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 44, 1.

1969

48. Zulević, D.: 1969, *ORBITES NOUVELLES (ADS 896 AG 14)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 49, 1.

1971

49. Zulević, D.: 1971, *ORBITES NOUVELLES (ADS 7341 A 2477)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 53, 1.

50. Zulević, D.: 1971, *ORBITES NOUVELLES (ADS 363 A 431; ADS 450 A 111; ADS 4929 AB beta 895)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 55, 1.

1972

51. Zulević, D.: 1972, *ORBITES NOUVELLES (ADS 673 beta 495; ADS 999 beta 1100; ADS 8884 A 2489)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 56, 1.

52. Zulević, D.: 1972, *ORBITES NOUVELLES (ADS 3041 A 2801)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 57, 1.

1973

53. Zulević, D.: 1973, *ORBITES NOUVELLES (ADS 5720 A 2462; ADS 7054 A 1584; ADS 9831 A 2080)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 60, 1.

1975

54. Zulević, D.: 1975, *ORBITES NOUVELLES (ADS 8705 A 1092; ADS 11584 OSigma 363; ADS 12631 A 162)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 66, 1.

55. Zulević, D.: 1975, *ORBITES NOUVELLES (ADS 11643)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 67, 1.

1976

56. Zulević, D.: 1976, *ORBITES NOUVELLES (ADS 7744 OSigma 216; ADS 11247 A 578)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 69, 1.

1977

57. Zulević, D.: 1977, *ORBITES NOUVELLES (ADS 16951 A 1242 - IDS 23380N1117; ADS 17020 AB OSigma 507 AB - IDS 23438N6420)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 72, 1.

1979

58. Zulević, D.: 1979, *ORBITES NOUVELLES (ADS 16131 Ho 479 - IDS 22334N0147)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 78, 2.

1980

59. Zulević, D.: 1980, *ORBITES NOUVELLES (ADS 1548 A 819 - IDS 01513N3032; ADS 8145 AB A 2776 AB - IDS 11179N0441; ADS 10085 Hu 1173 - IDS 16263N3406; ADS 16368 Ho 479 - IDS 22507N5100)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 81, 1.

1981

60. Zulević, D.: 1981, *ORBITES NOUVELLES (ADS 1371 beta 453 - IDS 01384N5637; ADS 7758 Sigma 1429 - IDS 10195N2468; ADS 11989 HN 126 - IDS 18584S2141; ADS 16877 OSigma 500 - IDS 23326N4353)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 85, 1.

1983

61. Zulević, D.: 1983, *ORBITES NOUVELLES (ADS 4 A 428 - IDS 23575S0903)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 93, 1.

1984

62. Zulević, D.: 1984, *ORBITES NOUVELLES (ADS 2446 OSigma 53 - IDS 03113N3816)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 93, 1.

1985

63. Zulević, D.: 1985, *ETOILES DOUBLES NOUVELLES (DZ 1)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 96, 4.

1986

64. Zulević, D.: 1986, *ORBITES NOUVELLES (ADS 8242 Ku 39 - IDS 11319N4801; ADS 10459 beta 628 - IDS 17146N3246)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 98, 1.

65. Zulević, D.: 1986, *ORBITES NOUVELLES (ADS 10385 Hu 169 - IDS 17057S1622)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 99, 1.

1987

66. Zulević, D.: 1987, *ORBITES NOUVELLES (See 318 - IDS 16594S3829)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 102, 1.

1988

67. Zulević, D.: 1988, *ORBITES NOUVELLES (ADS 15988 Sigma 2912 - IDS 22249N0355)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 106, 1.

1989

68. Zulević, D.: 1989, *ORBITES NOUVELLES (ADS 12631 A 162 - IDS 19351N2328)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 107, 1.

1990

69. Zulević, D.: 1990, *ORBITES NOUVELLES (ADS 6582 A 1971 - IDS 08061S0046)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 111, 1.

70. Zulević, D.: 1990, *ORBITES NOUVELLES (ADS 9425 OSigma 288 - IDS 145534N1543)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 112, 1.

1991

71. Zulević, D.: 1991, *ORBITES NOUVELLES (ADS 8145 A 2776 - IDS 11231N0408, ADS 10085 Hu 1173 - IDS 16300N3354)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 114, 1.

1992

72. Zulević, D.: 1992, *ORBITES NOUVELLES (ADS 1473 Ho 311 - IDS 01512N2439; ADS 1992 A 1278 - IDS 02383N4604)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 117, 1.

73. Zulević, D.: 1992, *ORBITES NOUVELLES (ADS 2538 A 980 - IDS 0323N6015; McA 73 - IDS 2253551137)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 118, 1.

1993

74. Zulević, D.: 1993, *ORBITES NOUVELLES (STARIK - IDS 17088N6543; Phi 328 - IDS 21044S1951)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 119, 1.

1995

75. Zulević, D.: 1995, *NEW ORBITS (RST 3442 - WDS 06098S2246; ADS 6828 A 551 - WDS 08285S0230)*, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 125, 1.

76. Zulević, D.: 1995, *NEW ORBITS (RST 3442 - WDS 06098S2246; ADS 6828 A 551 - WDS 08285S0230)*, International Astronomical Union, Commision 26 for double stars, Information Circular, No 125, 1.

77. Zulević, D.: 1995, *NEW ORBITS (RST 3442 - WDS 06098S2246; ADS 6828 A 551 - WDS 08285S0230)*, International Astronomical Union, Commision 26 for double stars, Information Circular, No 125, 1.

78. Zulević, D.: 1995, *NEW ORBITS (ADS 9682 - WDS 15307N3810)*, International Astronomical Union, Commision 26 for double stars, Information Circular, No 127, 1.

1996

79. Zulević, D.: 1996, *NEW ORBITS (ADS 243 - WDS 00182N7256; ADS 5689 - WDS 07011N1146)*, International Astronomical Union, Commision 26 for double stars, Information Circular, No 128, 1.

80. Zulević, D.: 1996, *NEW ORBITS (ADS 1548 - WDS 01570N3101)*, International Astronomical Union, Commision 26 for double stars, Information Circular, No 129, 1.

1997

81. Zulević, D.: 1997, *NEW ORBITS (ADS 416 - WDS 00308N4732; ADS 6862 - WDS 08315S1934)*, International Astronomical Union, Commision 26 for double stars, Information Circular, No 131, 1.

82. Zulević, D.: 1997, *NEW ORBITS (ADS 805 - WDS 00583N2124)*, International Astronomical Union, Commision 26 for double stars, Information Circular, No 132, 1.

BIBLIOGRAPHY OF BIBLIOGRAPHIC ITEMS WHERE D. J. ZULEVIĆ IS MENTIONED

1. Djurković, P. M.: 1968, *O ORGANIZACIJI I RAZVOJU RADOVA SLUŽBE DVOJNIH ZVEZDA NA ASTRONOMSKOJ OPSERVATORIJI U BEOGRADU*, Simpozijum astronoma Jugoslavije povodom 75. godišnjice osnivanja Astronomske opservatorije u Beogradu (1887 - 1962), ed. P. M. Djurković, Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrad, **12**, 89.

2. Djurković, P. M.: 1969, *RAPPORT SUR L'ACTIVITE DE L'OBSERVATOIRE ASTRONOMIQUE DE BEOGRAD DE 1966 A 1969*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Beograd, **XXVII**, No 2, 143.

3. Popović, G. M.: 1974, *THE FIRST GENERAL CATALOGUE OF DOUBLE-STAR OBSERVATIONS MADE IN BELGRADE 1951-1971*, Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrad, **19**.

4. ***: 1975, *SPISAK UČESNIKA*, Proceedings of the National conference of Yugoslav astronomers - 1973, Belgrade, Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrad, **20**, 9.

5. ***: 1979, *SPISAK UČESNIKA III NACIONALNE KONFERENCIJE JUGOSLOVENSKIH ASTRONOMA - LIST OF PARTICIPANTS*, Proceedings of the III National conference of Yugoslav astronomers, Belgrade, 1977, Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrad, **26**, 233.

6. Teleki, Dj.: 1985, *BIBLIOGRAPHY OF PAPERS OF THE BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY RESEARCH ASSOCIATES PUBLISHED IN THE PERIOD 1980-1983*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **135**, 64.

7. Teleki, Dj.: 1987, *BIBLIOGRAPHY OF PAPERS OF THE BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY RESEARCH ASSOCIATES PUBLISHED IN THE PERIOD 1984-1986*, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **137**, 91.

8. Ivanišević, G., Djokić, N.: 1989, *BIBLIOGRAFIJA IZDANJA ASTRONOMSKE OPSERVATORIJE U BEOGRADU*, Sto godina Astronomske opservatorije u Beogradu, Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, **36**, 333.

9. Jeličić Milan: 1991, *STO GODINA ASTRONOMSKE OPSERVATORIJE U BEOGRADU: PUBLIKACIJA ASTRONOMSKE OPSERVATORIJE U BEOGRADU - SVESKA BR. 36, BEOGRAD, 1989*, Vasiona, **XXXIX**, No 1, 20.

10. Atanacković - Vukmanović, O., Dimitrijević, M. S., eds.: 1992, *ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN BELGRADE; ACTIVITIES AND ABSTRACTS OF PAPERS; 1980 - 1990*, Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrad, **43**.

11. ***: 1995, *PAPERS PUBLISHED IN 1999*, International Astronomical Union, Commision 26 for double stars, Information Circular, No 125, 4.

12. Dimitrijević, M. S., Popović, L. Č., eds.: 1996, *ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN BELGRADE; ACTIVITIES AND ABSTRACTS OF PAPERS; 1991 - 1995*, Publications of the Astronomical observatory of Belgrade, **51**.

13. Dimitrijević, M. S.: 1996, *SERBIAN ASTRONOMERS IN SCIENCE CITATION INDEX IN 1961 - 1995 PERIOD*, Proceedings of the XI National Conference of Yugoslav Astronomers; Belgrade, October 9-11, 1996, eds. M. Vukićević - Karabin, Z. Knežević Publications of the Astronomical observatory of Belgrade, **54**, 217.

14. Dimitrijević, M. S.: 1996, *BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN 1995*, Publications of the Astronomical observatory of Belgrade, **52**.

15. Dimitrijević, M. S.: 1997, *BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN 1996*, Publications of the Astronomical observatory of Belgrade, **55**.

16. Dimitrijević, M. S.: 1997, *110 GODINA ASTRONOMSKE OPSERVATORIJE*, Development of astronomy among Serbs, eds. M. S. Dimitrijević, J. Milogradov - Turin, L. Č. Popović, Publications of the Astronomical observatory of Belgrade, **56**, 9.

17. Milogradov - Turin, J.: 1997, *JEDAN PRILOG ISTORIJI KATEDRE ZA ASTRONOMIJU UNIVERZITETA U BEOGRADU*, Development of astronomy among Serbs, eds. M. S. Dimitrijević, J. Milogradov - Turin, L. Č. Popović, Publications of the Astronomical observatory of Belgrade, **56**, 65.

18. Popović, G. M.: 1997, *NAUČNI I STRUČNI RAD PERA M. DJURKOVIĆA*, Development of astronomy among Serbs, eds. M. S. Dimitrijević, J. Milogradov - Turin, L. Č. Popović, Publications of the Astronomical observatory of Belgrade, **56**, 141.

19. Dimitrijević, M. S.: 1998, *BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN 1997*, Publications of the Astronomical observatory of Belgrade, **59**.

20. Dimitrijević, M. S.: 1998, *BELGRADE ASTRONOMICAL OBSERVATORY*, Proceedings of the 4th Yugoslav-Romanian Astronomical Meeting (4th YuRoAM), eds. M. S. Dimitrijević, L. Č. Popović, Publications of the Astronomical observatory of Belgrade, **60**, 162.

21. Popović, G. M.: 1998, *IN MEMORIAM: Dr D. J. ZULEVIĆ (1937-1998)* , International Astronomical Union, Commision 26 for double stars, Information Circular, No 136, 3.

22. Popović, G. M.: 1998, *DANILO J. ZULEVIĆ (1937-1998)* , (with photo of D. J. Zulević), Serbian Astronomical Journal, **158**, 1.

23. Dimitrijević, M. S.: 1999, *SERBIAN ASTRONOMERS IN SCIENCE CITATION INDEX IN 1946 - 1998 PERIOD*, Proceedings of the XII National Conference of Yugoslav Astronomers AND INTERNATIONAL WORKSHOP ON THE DEVELOPMENT OF ASTRONOMICAL DATABASES; November 19 - 21, 1999, Belgrade, L. Č. Popović, M. Dačić, Publications of the Astronomical observatory of Belgrade, **65**, 161.

24. *REFERAT ZA IZBOR U ZVANJE ISTRAŽIVAČ SARADNIK*, Bilten referata za izbor u zvanja i reizbor na odgovarajuća radna mesta, Br 7, 5 decembar 1990.

CITATIONS OF D. J. ZULEVIĆ IN SCIENCE CITATION INDEX
Up to the 1. January 2001

1. **Djurković, P. M., Popović, G. M., Zulević, D. J.: 1969,** *MESURES MICROMÉTRIQUES D'ÉTOILES DOUBLES (19), SUR LE RÉFRACTEUR ZEISS 65/1055 cm AU COURS DE LA PERIODE DE 1965 À 1968*, **Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, XXVII, No 2, 143.**

1969

1. Zhukov, L. V., Muzalevs. Y. S.: 1969, *A CORRELATION SPECTRAL ANALYSIS OF PERIODICITIES IN SOLAR ACTIVITY*, Sov. Astron. R. **13**, 473.

———

2. **Zulević, D. J.: 1969,** *ORBITE DE QUATRE ETOILES DOUBLES VISUELLES***, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, 27, 55.**

1973

1. Heintz, W. D.: 1973, *ORBITS OF 10 VISUAL BINARIES*, Astronomical Journal, **78**, 307.

2000

2. Mason, B. D., Hartkopf, W. I., Holdenried, E. R., Rafferty, T. J., Wycoff, G. L., Hennessy, G. S., Hall, D. M., Urban, S. E., Corbin, T. E.: 2000, *SPECKLE INTERFEROMETRY AT THE US NAVAL OBSERVATORY. VI.*, Astronomical Journal, **120**, 1120.

———

3. **Zulević, D. J.: 1969, ORBITE DE L'ETOILE DOUBLE VISUELLE, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, 27, 63.**

1994

1. Baize, P.: 1994, *ORBITAL ELEMENTS OF 12 BINARY STARS*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, *106*, 267.

———

4. **Zulević, D. J.; 1970,** *ORBITE DE DEUX TOILES DOUBLES VISUELLES***, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, 18, 77.**

1981

1. Heintz, W. D.: 1981, *ORBITS OF 15 VISUAL BINARIES*, Astrophysical Journal Supplement Series, **45**, 559.

———

5. **Zulević, D. J.: 1971,** *ORBITES NOUVELLES (ADS363; ADS450; ADS4929AB)***, IAU Commision 26, Information Circular, 55, 1.**

1998

1. Worley, C. E., Mason, B. D.: 1998, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS*, Astronomical Journal, **116**, 917.

———

6. **Zulević, D. J.: 1972,** *ORBITES NOUVELLES (ADS673; ADS999; ADS8884)***, IAU Commision 26, Information Circular, 56, 1.**

1987

1. Duquennoy, A.: 1987, *A STUDY OF MULTIPLE STELLAR-SYSTEMS WITH CORAVEL. 1.*, Astronomy and Astrophysics, *178*, 114.

———

7. **Zulević, D.: 1975,** *ORBITES NOUVELLES (ADS 8705 A 1092; ADS 11584 OSigma 363; ADS 12631 A 162)***, Union Astronomique Internationale, Commission des étoiles doubles, Circulaire d'information No 66, 1.**

1991

1. Baize, P.: 1991, *ORBITAL ELEMENTS OF 17 DOUBLE STARS*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **87**, 49.

1998

2. Alzner, A.: 1998, *ORBITAL ELEMENTS OF 9 VISUAL DOUBLE STARS*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **132**, 253.

———

8. **Zulević, D. J.: 1979,** *ORBITES NOUVELLES (ADS16131)***, IAU Commision 26, Information Circular, 78, 1.**

1989

1. Baize, P., Petit, M.: 1989, *ORBITAL DOUBLE STARS WITH VARIABLE COMPONENTS*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **77**, 497.

———

9. **Zulević, D. J.; 1981,** *ORBITS OF FIVE VISUAL BINARIES***, Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, 131, 15.**

1997

1. Heintz, W. D.: 1997, *ORBITS OF 40 VISUAL BINARIES*, Astrophysical Journal Supplement Series, **111**, 335.

———

10. **Zulević, D. J.: 1981,** *ORBITES NOUVELLES (ADS1371; ADS7758; ADS11989; ADS16877)***, IAU Commision 26, Information Circular, 85, 1.**

1998

1. Worley, C. E., Mason, B. D.: 1998, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS*, Astronomical Journal, **116**, 917.

———

11. **Zulević, D. J.: 1986,** *ORBITES NOUVELLES (ADS8242 KU 39; ADS10459 Beta 628)***, IAU Commision 26, Information Circular, 98, 1.**

1989

1. Baize, P., Petit, M.: 1989, *ORBITAL DOUBLE STARS WITH VARIABLE COMPONENTS*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **77**, 497.

1998

2. Worley, C. E., Mason, B. D.: 1998, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS*, Astronomical Journal, **116**, 917.

———

12. **Zulević, D. J.: 1988,** *ORBITES NOUVELLES (ADS15988 Sigma 2912)***, IAU Commision 26, Information Circular, 106, 1.**

1991

1. Docobo, J. A., Ling, J. F., Prieto, C., Lanchares, V.: 1991, *MICROMETER MEASUREMENTS OF VISUAL DOUBLE STARS MADE AT NICE*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **91**, 229.

1998

2. Worley, C. E., Mason, B. D.: 1998, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS*, Astronomical Journal, **116**, 917.

2000

3. ten Brummelaar, T., Mason, B. D., Mc Alister, H. A., Roberts, L. C., Turner, N. H., Hartkopf, W. I., Bagnuolo, W. G.: 2000, *BINARY STAR DIFFERENTIAL PHOTOMETRY USING THE ADAPTIVE OPTICS SYSTEM AT MOUNT WILSON OBSERVATORY*, Astronomical Journal, **119**, 2403.

———

13. **Zulević, D. J.: 1989,** *ORBITES NOUVELLES (ADS12631 A 162)***, IAU Commision 26, Information Circular, 107, 1.**

1991

1. Docobo, J. A., Ling, J. F., Prieto, C., Lanchares, V.: 1991, *MICROMETER MEASUREMENTS OF VISUAL DOUBLE STARS MADE AT NICE*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **91**, 229.

———

14. **Zulević, D. J.: 1990,** *ORBITES NOUVELLES (ADS9425)***, IAU Commision 26, Information Circular, 112, 1.**

1993

1. Docobo, J. A., Prieto, C.: 1993, *MICROMETER MEASUREMENTS OF VISUAL DOUBLE STARS MADE AT THE SPANISH OBSERVATORIES AT CALAR-ALTO AND FABRA*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **100**, 641.

1994

2. Hartkopf, W. I., McAlister, H. A., Mason, B. D., Barry, D. J., Turner, N. H., Fu, H. H.: 1994, *ICCD SPECKLE OBSERVATIONS OF BINARY STARS .11. MEASUREMENTS DURING 1991-1993 FROM THE KITT PEAK 4-M TELESCOPE*, Astronomical Journal, **108**, 2299.

1999

3. Aristidi, E., Prieur, J. L., Scardia, M., Koechlin, L., Avila, R., Carbillet, M., Lopez, B., Rabbia, Y., Nisenson, P., Gezari, D.: 1999, *SPECKLE OBSERVATIONS OF DOUBLE AND MULTIPLE STARS AT PIC DU MIDI. MEASUREMENTS DURING 1995 AND 1997 AND NEW ORBITS*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **134**, 545.

———

15. **Zulević, D. J.: 1991,** *ORBITES NOUVELLES*, **IAU Commision 26, Information Circular, 114, 1.**

1994

1. Hartkopf, W. I., McAlister, H. A., Mason, B. D., Barry, D. J., Turner, N. H., Fu, H. H.: 1994, *ICCD SPECKLE OBSERVATIONS OF BINARY STARS .11. MEASUREMENTS DURING 1991-1993 FROM THE KITT PEAK 4-M TELESCOPE*, Astronomical Journal, **108**, 2299.

———

16. **Zulević, D. J.: 1992,** *ORBITES NOUVELLES WDS 01512N2439, WDS 02383N4564*, **IAU Commision 26, Information Circular, 117, 1.**

1994

1. Hartkopf, W. I., McAlister, H. A., Mason, B. D., Barry, D. J., Turner, N. H., Fu, H. H.: 1994, *ICCD SPECKLE OBSERVATIONS OF BINARY STARS .11. MEASUREMENTS DURING 1991-1993 FROM THE KITT PEAK 4-M TELESCOPE*, Astronomical Journal, **108**, 2299.

———

17. **Zulević, D. J.: 1992,** *ORBITES NOUVELLES WDS 03283N6015, WDS 22253561137*, **IAU Commision 26, Information Circular, 118, 1.**

1994

1. Baize, P.: 1994, *ORBITAL ELEMENTS OF 12 BINARY STARS*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **106**, 267.

———

18. **Zulević, D. J.; 1992,** *ORBITS OF TWO INTERFEROMETRIC AND ONE VISUAL BINARY STARS*, **Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Belgrade, 146, 61.**

1998

1. Martin, C., Mignard, F., Hartkopf, W. I., Mc Alister, H. A.: 1998, *MASS DETERMINATION OF ASTROMETRIC BINARIES WITH HIPPARCOS III - NEW RESULTS FOR 28 SYSTEMS*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **133**, 149.

———

19. **Olević, D., Popović, G. M., Zulević, D. J., Ćatović, Z.: 1993,** *NEW ORBITAL ELEMENTS OF FOUR VISUAL BINARIES*, **Bulletin Astronomique de Belgrade, 148, 49.**

1998

1. Worley, C. E., Mason, B. D.: 1998, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS*, Astronomical Journal, **116**, 917.

2000

2. Ling, J. F., Prieto, C.: 2000, *MICROMETER MEASURES OF DOUBLE STARS MADE AT THE COTE D'AZUR AND CALAR ALTO OBSERVATORIES*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **143**, 335.

3. Mason, B. D., Hartkopf, W. I., Holdenried, E. R., Rafferty, T. J., Wycoff, G. L., Hennessy, G. S., Hall, D. M., Urban, S. E., Corbin, T. E.: 2000, *SPECKLE INTERFEROMETRY AT THE US NAVAL OBSERVATORY. VI.*, Astronomical Journal, **120**, 1120.

———

20. **Zulević, D. J.: 1993,** *ORBITES NOUVELLES WDS 17088N6543, WDS 21044S1951*, **IAU Commision 26, Information Circular, 119, 1.**

1994

1. Hartkopf, W. I., McAlister, H. A., Mason, B. D., Barry, D. J., Turner, N. H., Fu, H. H.: 1994, *ICCD SPECKLE OBSERVATIONS OF BINARY STARS .11. MEASUREMENTS DURING 1991-1993 FROM THE KITT PEAK 4-M TELESCOPE*, Astronomical Journal, **108**, 2299.

———

21. **Zulević, D. J.: 1993,** *NEW ORBIT OF BINARY STAR WDS 21044S1951=FIN 328*, **Bulletin Astronomique de Belgrade, 147, 63.**

1999

1. Mason, B. D., Douglass, G. G., Hartkopf, W. I.: 1999, *BINARY STAR ORBITS FROM SPECKLE INTERFEROMETRY. I. IMPROVED ORBITAL ELEMENTS OF 22 VISUAL SYSTEMS*, Astronomical Journal, **117**, 1023.

———

22. **Olević, D., Popović, G. M., Zulević, D. J., Ćatović, Z.: 1994,** *NEW ORBITAL ELEMENTS OF FIVE VISUAL BINARIES***, Bulletin Astronomique de Belgrade, 149, 95.**

1998

1. Alzner, A.: 1998, *ORBITAL ELEMENTS OF 9 VISUAL DOUBLE STARS*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, **132**, 253.

———

23. **Zulević, D. J.: 1994,***ORBIT OF BINARY STAR ADS 16904, A 643***, Bulletin Astronomique de Belgrade, 150, 117.**

1998

1. Schoeller, M., Balega, I. I., Balega, Y. Y., Hofmann, K. H., Reinheimer, T., Weigelt, G.: 1998, *DIFFRACTION-LIMITED SPECKLE MASKING INTERFEROMETRY OF BINARY STARS WITH THE SAO 6-M TELESCOPE*, Astronomy Letters A, Journal of Astronomy and Space Astrophysics, **24**, 283.

1999

2. Balega, I. I., Balega, Y. Y., Hofmann, K. H., Tokovinin, A. A., Weigelt, G.: 1999, *PARAMETERS OF FOUR MULTIPLE SYSTEMS FROM SPECKLE INTERFEROMETRY*, Astronomy Letters A, Journal of Astronomy and Space Astrophysics, **25**, 797.

———

24. **Zulević, D. J.: 1996,** *NEW ORBITAL ELEMENTS OF FIVE VISUAL BINARIES***, Bulletin Astronomique de Belgrade, 153, 79.**

2000

1. Hartkopf, W. I., Mason, B. D., Mc Alister, H. A., Roberts, L. C., Turner, N. H., ten Brummelaar, T. A., Prieto, C. M., Ling, J. F., Franz, O. G.: 2000, *ICCD SPECKLE OBSERVATIONS OF BINARY STARS. XXIII MEASURING DURING 1982-1997 FROM SIX TELESCOPES, WITH 14 NEW ORBITS*, Astronomical Journal, **119**, 3084.

ЖИВОТ И НАУЧНА АКТИВНОСТ ДАНИЛА ЗУЛЕВИЋА (1937 – 1998)

М. С. Димитријевић

Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160 Београд-74, Србија, Југославија

УДК 929(497,11)"19/19"З.:52(092)
Стручни рад

У раду су приказани живот и научна активност Данила Зулевића (1937 – 1998), сарадника Астрономске опсерваторије у Београду. Такође су дати библиографија његових радова, листа референци у којима се он помиње и листа његових цитата у Science Citation Index – у.

ELSEVIER

Spectrochimica Acta Part B 62 (2007) 169 – 176

SPECTROCHIMICA ACTA PART B

www.elsevier.com/locate/sab

Using the van der Waals broadening of the spectral atomic lines to measure the gas temperature of an argon microwave plasma at atmospheric pressure

C. Yubero [a], M.S. Dimitrijević [b], M.C. García [a], M.D. Calzada [a,*]

[a] *Grupo de Espectroscopía de Plasmas, Edificio A. Einstein (C-2), Campus de Rabanales, Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba, Spain*
[b] *Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade, Serbia*

Received 13 November 2006; accepted 17 February 2007
Available online 24 February 2007

Abstract

The ro-vibrational emission spectra of the molecular species are usually used to measure the gas temperature of a discharge at atmospheric pressure. However, under some experimental conditions, it is difficult to detect them. In order to overcome this difficulty and obtain the temperature, there are methods based on the relation between the gas temperature and the van der Waals broadening of argon atomic spectral lines with a Stark contribution negligible. In this work, we propose a method based on this relation but for lines with a Stark broadening comparable with the van der Waals one.
© 2007 Elsevier B.V. All rights reserved.

Keywords: Plasma spectroscopy; Microwave discharges; Atmospheric pressure; Gas temperature; Atomic spectral lines

1. Introduction

In the last 10 years, applications of microwave-induced discharges (MWDs) have increased in different scientific and technological fields (gas detoxification, surface treatment, chemical analysis, etc.) [1–6]. In order to comprehend the possible advantages of this kind of plasmas for applied purposes such as analytical determination or contaminant gas destruction, it is necessary to know the factors that mainly determine the ability of the discharge to induce some microscopic processes (kinetic discharge). This ability depends on the available energy in the plasma, mainly in the form of kinetic energy of the electrons and the discharge heavy particles (such as atoms and ions), measurable by means of the electron temperature T_e and gas temperature T_g. On the other hand, it is important to know the value of the electron density (n_e), since the electrons transfer the energy from the electromagnetic field to the plasma by collisions with the rest of the particles that constitute it. Optical emission spectroscopy is widely used as a plasma diagnostic means, since it is easy to implement and does not require an expensive equipment. Plasma parameters (T_e, T_g and n_e) can be readily determined from the intensity, broadening and shift of the spectral lines [7,8].

The gas temperature in plasmas is usually measured from the analysis of the rotational spectrum for molecular species present in the discharge, such as the OH species [9,10], N_2^+ [11], CN [12] or C_2 [13]. These species stem from the water traces present as impurities in the carrier gas (OH) or when the plasma is in contact with the air impurities (N_2^+, CN and C_2). However, for microwave plasmas, it is not always easy to detect the spectra of the molecular species. In such cases, the gas temperature can be determined from the Doppler and van der Waals broadenings of emitted atomic spectral lines, which are related to the plasma gas temperature.

There are many authors who analyzed the possibility of using van der Waals broadening of the neutral-argon lines to determine the gas temperature [10,14,15], using for this intention atomic lines with a low effective quantum number of the transition upper level, so that the Stark broadening contribution was negligible. In this work, we propose the use of atomic lines with a high effective quantum number to measure the gas temperature from their van der Waals broadening in an argon surface-wave-sustained discharge (SWD) at atmospheric pressure. For such

* Corresponding author. Tel.: +34 957 211026; fax: +34 957 218627.
E-mail address: fa1cazal@uco.es (M.D. Calzada).
URL: http://www.uco.es/grupos/gep (M.D. Calzada).

0584-8547/$ - see front matter © 2007 Elsevier B.V. All rights reserved.
doi:10.1016/j.sab.2007.02.008

lines, used in the proposed method, the Stark broadening is comparable with the van der Waals one.

In order to validate this method, the values of the gas temperature inferred from the atomic lines with those ones obtained from the analysis of the OH molecular specie spectrum, were compared.

2. Broadening of argon atomic spectral lines

In plasmas generated at pressures higher than 100 Torr the profile of the spectral lines can be fitted to a Voigt function, characterized by its full-width at half-maximum (FWHM) w_V, resulting from the convolution of a Gaussian function (w_G) with a Lorentzian function (w_L) [16]. Under such pressure conditions, the whole line broadening is mainly governed by collisional processes perturbing emitters (atoms and molecules). The Lorentzian part of the spectral profiles is due to the dipolar interaction between excited atoms and the induced dipole from the neutral perturbers (the van der Waals effect, w_W), and to the collisions of the emitter atom with the surrounding charged particles (the Stark effect, w_S). On the other hand, there are two more effects that origin the profile Gaussian part: (i) the Doppler broadening (w_D) appearing when the emitter atoms have a continuous velocity distribution depending on their temperature, and (ii) the Instrumental broadening (w_I) which only depends on the device used for the plasma radiation registration. Other effects influencing on the broadening of the lines emitted by plasma (such as self-absorption, Zeeman effect of fine structure of the lines) were negligible under our experimental conditions. Effectively, the influence of self-absorption was negligible because the characteristic length of the plasma along the observation direction was less than 1 mm [17] and both Zeeman [18] and fine structure effects [19] can be neglected in the case of lines emitted by SWD at atmospheric pressure [10,11].

2.1. Van der Waals broadening

The Hindmarsh expression [20], resulting from the Lindholm–Foley theory (see e.g. [21]) based on the impact approximation of the classical Fourier integral theory, is the most frequently used to calculate the van der Waals broadening. This expression can be written as:

$$\gamma = N\bar{v}\sigma_b(\bar{v}) = 2\pi N\bar{v}\int_0^\infty \rho[1-\cos\eta(\rho)]\mathrm{d}\rho \quad (\mathrm{rad/s}) \tag{1}$$

where N is the density of the argon atoms in the ground state, $\bar{v}$ is the average velocity of the perturbing particles given by Eq. (2), $\sigma_b(\bar{v})$ is the effective section and $\eta(\rho)$, given by Eq. (3), is the phase shift produced by a collision, between the radiating and the perturbing atom, with an impact parameter equal to ρ.

$$\bar{v} = \left(kT_g/\pi\mu\right)^{1/2} \tag{2}$$

$$\eta(\rho) = \frac{2}{\hbar\bar{v}}\int_\rho^\infty \frac{r\Delta V(r)}{(r^2-\rho^2)^{1/2}}\mathrm{d}R \tag{3}$$

In Eq. (2), μ is the reduced emitter–perturber mass, T_g is the gas temperature and k is the Boltzmann constant; in Eq. (3), $\hbar$ is the Planck constant and $\Delta V(r)$ is the interaction potential. Hindmarsh et al. [20] took the Lennard–Jones expression for the interaction energy of two atoms at a distance r as:

$$\Delta V \approx \frac{C_{12}}{r^{12}} - \frac{C_6}{r^6} \tag{4}$$

For this potential, the phase shift $\eta(\rho)$ can be obtained in the form:

$$\eta(\rho) = \frac{63\pi}{256\bar{v}}\frac{C'_{12}}{\rho^{11}} - \frac{3\pi}{8}\frac{1}{\bar{v}}\frac{C'_6}{\rho^5} = \beta x^{-11} - x^{-5} \tag{5}$$

with:

$$x = \rho\left(\frac{3\pi}{8}\frac{1}{\bar{v}}|C'_6|\right)^{-\frac{1}{5}} \tag{6}$$

$$\beta = 0.536\bar{v}^{6/5}C'_{12}/|C'^{11/5}_6| \tag{7}$$

where $C_{12}=\hbar C'_{12}$ and $C_6=\hbar C'_6$.

So, γ can be expressed as:

$$\gamma = 4\pi(3\pi/8)^{2/5}\bar{v}^{3/5}|C'_6|^{2/5}B(\beta)N \tag{8}$$

with:

$$B(\beta) = \int_0^\infty x\sin^2\frac{1}{2}(\beta x^{-11} - x^{-5})\mathrm{d}x \tag{9}$$

But, in the plasmas studied in this work, the collisions among neutral particles are mainly influenced by the van der Waals force, with an interaction potential of:

$$\Delta V \approx -\frac{C'_6}{r^6} \tag{10}$$

The C'_6 coefficient in Eq. (10), may be expressed as:

$$C_6 = e^2\alpha a_0^2 <\bar{R}^2> \tag{11}$$

a_0 being the Bohr radius, α the atomic polarizability of the argon neutral perturber (equal to 16.54×10^{-25} cm^{-3}) and $<\bar{R}^2>=<\bar{R}^2_U>-<\bar{R}^2_L>$ is the difference of the square radius of the emitting atom in the upper and lower levels. In the Coulomb approximation, this value can be calculated by applying:

$$<\bar{R}^2_i> = \frac{1}{2}n^{*2}\left[5n^{*2}+1-3l(l+1)\right] \tag{12}$$

with i = U and L

for $<\bar{R}^2_U>$ and $<\bar{R}^2_L>$, where l is the electron orbital quantum number. In this expression, n^{*2} is obtained from the hydrogenic approximation as

$$n^{*2} = \frac{E_H}{E_{IP}-E_j} \tag{13}$$

Here, E_{IP} is the ionization energy of the argon atom, E_H is the ionization energy of hydrogen atom and E_j is the excitation energy of the considered energy level of argon atom.

Thus, for the plasmas studied it is possible to simplify the Hindmarsh expressions (Eqs. (4)–(7)) for a Lennard–Jones potential, considering $C'_{12}=0$ and the corresponding van der Waals broadening in rad/s becomes:

$$2\gamma \approx 1.54\left(\alpha<\bar{R}^2>\right)^{2/5}\left(\frac{T_g}{\mu}\right)^{3/10} N \tag{14}$$

where N can be obtained from the equation of the ideal gas.

Taking into account that:

$$w_W = \frac{\lambda^2 10^{-9}}{2\pi c} 2\gamma \tag{15}$$

the van der Waals broadening (full-width at half-intensity maximum) in cm can be expressed as:

$$w_W = 8.18\times 10^{-26}\lambda^2\left(\alpha<\bar{R}^2>\right)^{2/5}\left(\frac{T_g}{\mu}\right)^{3/10} N \tag{16}$$

with λ in nm, α in cm^{-3} and N in cm^{-3}.

This expression has been used by other authors such as the ones appearing in the review of Konjević [22] and the study of Ranson and Chapelle [23] for the determination of n_e from the van der Waals broadening of atomic lines.

2.2. Stark broadening

The total Stark broadening for a spectral line is produced by the collisions between the emitter and the charged particles surrounding it (electrons and ions). This total broadening may be obtained from the electron impact and ion quasistatic width, which has the expression (see e.g. [6] or [8]).

$$w_S(n_e,T_e) \cong 2w_e(T_e)\left[1 + gA(T_e)n_e^{1/4}10^{-4}\right]n_e 10^{-16} \tag{17}$$

The w_e parameter is the half-width at half-intensity maximum due to collisions with electrons, A is the ion broadening parameter and represents the fraction broadening due to ions (assuming the perturbing ions to be singly ionized), being both parameters at electron density equal to 10^{16} cm^{-3} and $g=1.75(1-0.75R)$ with R Debye shielding parameter. Studies of Stark broadening for atomic and singly charged ion lines were carried out by Griem and co-workers [24,25].

New calculations for neutral atom lines were extended by other authors, such as Dimitrijević and Konjević [26,27] and Christova et al. [28] from Sahal–Bréchol theory [29]. It was shown that if the impact approximation for both ionic and electronic contributions to the Stark broadening of the atomic lines is valid the Eq. (17) can be written as

$$w_S(n_e,T_e) \cong 2[w_e(T_e) + w_i(T_e)]n_e 10^{-16} \tag{18}$$

observing a linear dependence on electron density ($w_S \propto n_e$), and both parameters, w_e and w_i, given at electron density equal to 10^{16} cm^{-3}.

In both expressions (17) and (18), the linear dependence of the Stark broadening on the electron density can be considered. Effectively, in the expression (17) the ion contribution $[gA(T_e)n_e^{1/4}10^{-4}]$ is negligible and on the other hand, in Eq. (18) this linear dependence is always done.

2.3. Doppler and Instrumental broadenings

The emitter atoms have a continuous velocity distribution which depends on their temperature. This velocity distribution can be approximated by a Maxwellian function when the plasma is in local thermodynamic equilibrium (LTE). This effect provides a Gaussian profile of the line with a broadening characterized by the width:

$$w_D = 7.16\times 10^{-7}\lambda\left(\frac{T_g}{M}\right)^{1/2} \tag{19}$$

where T_g is the gas temperature (in K), M is the atomic mass of the emitter (in amu) and λ is the wavelength (in nm).

Moreover, the experimental device induces another broadening on the line profile, which only depends on the width of the slits of the monochromator and the dispersion of its diffraction system. In the case studied in this work, due to the experimental device used in the recording of the spectral line, the instrumental profile can be considered to be closer to a Gaussian function with an instrumental width equal to 0.0280 ± 0.0003 nm corresponding to a slit of 50 μm.

3. Experimental setup

The plasma column was created in a quartz tube with one of its ends opened to the air. The inner and outer diameter dimensions of the discharge tube were 1 and 4 mm, respectively. The inner diameter value was chosen so that the plasma could occupy almost the whole cross section of the discharge tube; in this way, the effect of radial contraction appearing in plasmas generated at a pressure of over 10 Torr [30] was prevented.

The microwave (2.45 GHz) power used for the creation and maintenance of the plasma was supplied in a continuous mode by a GMP 12 kT/t SAIREM generator. This power was coupled to the plasma by means of a *surfaguide* exciting device [31] (see Fig. 1). A stub system was also used in order to optimize the impedance matching between the discharge and the surfaguide, ensuring that the reflected power was less than 5% of the incident power. In this way, the electromagnetic field sustaining the discharge was provided by a traveling surface wave linked to the plasma–dielectric interface. The power flux of this surface wave, and hence the electron density decreases longitudinally as the wave propagates away from the launcher (surfaguide) transferring its energy to the plasma to an axial position. In this position, the electron density will be equal to the critical value, n_c, determining the end of the plasma [32].

The gas supporting the discharge was argon with a purity of about 99.999% at a flow of 0.25 slm (standard liter per minute)

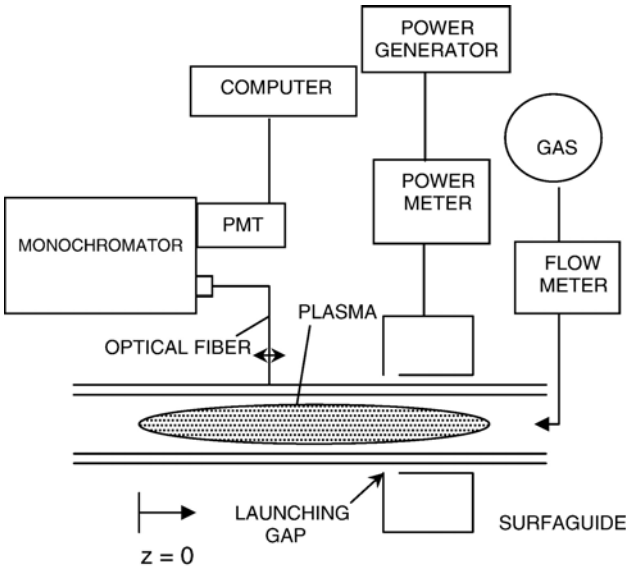


Fig. 1. Experimental setup.

controlled by an IB 31 HI-TEC flow controller. Water was present in the plasma as impurity and its molecules were likely dissociated producing the OH molecular species and H atoms, whose spectra were used to measure the gas temperature and the electron density, respectively.

The optical system used for the spectroscopic measurements consisted of a Jobin-Yvon Horiba 1000 M monochromator (Czerny-Turner type), with 1 m of focal distance and a holographic diffraction grating of 2 400 lines/mm. A Hamamatsu R928P photomultiplier with a spectral output interval of 200–750 mm was used as the detector.

The radiation emitted by the plasma was picked up across the column by an vertical optical fiber and guided to the entrance slit of the monochromator. In these experiments, slits of 50 μm width were used and the spectra were taken at positions $z=4$, 6, 8, 10 and 12 cm measured from the end of the plasma column.

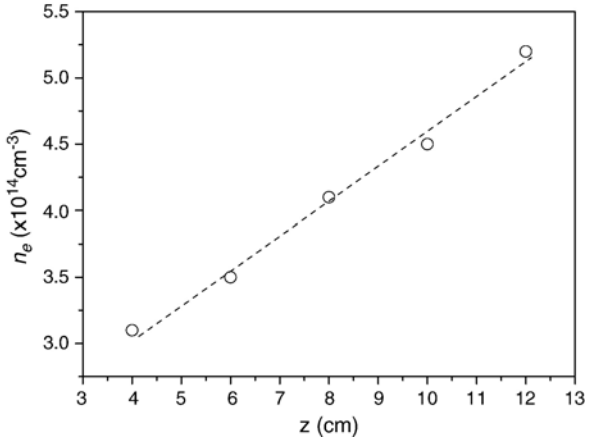


Fig. 2. The axial profile of the electron density obtained along the plasma column from H_β line.

Table 1
Values of the gas temperature along the plasma column obtained from the rovibrational spectra of the OH species

z (cm)	T_g (K)
4	1390±105
6	1490±110
8	1330±110
10	1300±120
12	1520±110

The argon-emitted lines which were deconvoluted by using a commercial process of deconvolution (Microcal Origin®), based on the Leverberg–Marquardt nonlinear algorithm for minimum squares.

4. Results and discussion

4.1. Axial distribution of electron density and gas temperature

The Stark broadening of the H_β line of atomic Hydrogen Balmer series is the most popular approach to determine the electron density in plasmas for several reasons. First, because this is a line suffering practically non self-absorption; second, the Stark broadening of this line is very strong; and third, this line is slightly affected by the ion dynamics effects. Thus, the density values obtained from this line are used as reference values to check the ones given by the use of other lines or other diagnosis methods for this plasma parameter. There are different expressions connecting the Stark broadening of H_β line to the electron density. In the present work, we have used the tables given by Gigosos–Cardeñoso (GC model) [33] obtained from a model that takes into account the ion dynamic effects on the spectral line profiles. Fig. 2 shows the axial profile of the electron density obtained along the plasma column. These values increase linearly from 3.1×10^{14} cm^{-3} to 5.2×10^{14} cm^{-3} at the positions $z=4$ cm and $z=12$ cm, respectively. This effect, typical in argon SWD at both low and high pressures, has been already studied by other authors [32,34].

The band corresponding to the $A^2\Sigma^+\rightarrow X^2\Pi$ transition for the OH molecular species is frequently used to determine the

Table 2
Spectral lines and their parameters used in this work

λ (nm)	E_p (eV)	g_p	A_{pq} (10^8 s^{-1})	Transition
714.70	13.2790	3	0.00650	4p′→4s
696.54	13.3239	3	0.06700	4p′→4s
430.01	14.5018	5	0.00394	5p→4s
425.93	14.7338	1	0.04150	5p′→4s′
641.63	14.8345	5	0.01210	6s→4p
675.3	14.7383	5	0.02010	4d→4p
603.21	15.1261	9	0.02460	5d→4p
549.58	15.3265	9	0.01760	6d→4p
522.12	15.4451	9	0.00920	7d→4p

E_p is the excitation energy of the upper level in the transition, g_p is the statistic weight of the transition upper level and A_{pq} is the Einstein coefficient.

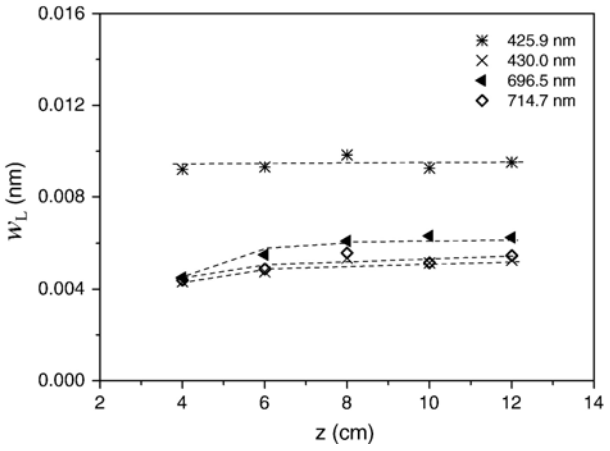


Fig. 3. Dependence of the Lorentzian width for the np→4s transitions on the axial position.

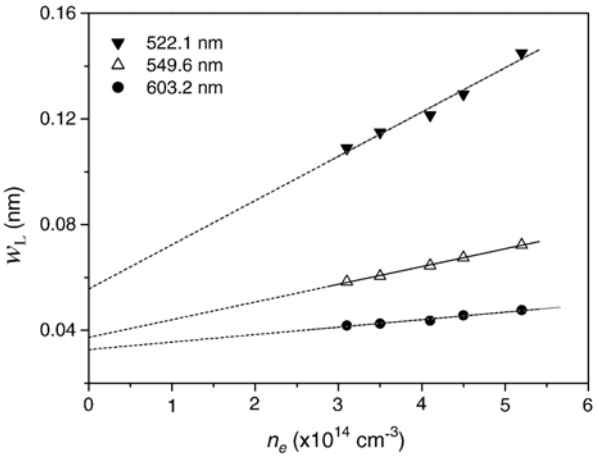


Fig. 5. The Lorentzian widths of the 522.1, 549.6 and 603.2 nm lines versus the electron density values along the plasma column.

gas temperature [9,10], in particular the Q_1 branch between 306 and 320 nm. The temperature value is obtained, at each axial position, from the relation:

$$\log\left(\frac{I\lambda}{A}\right) = -\frac{0.625}{T_g}E(\mathrm{cm}^{-1}) + Cte \qquad (20)$$

where I is the line intensity maximum, λ is the wavelength (nm), A is the spontaneous transition probability and E is the rotational-state energy.

The values of gas temperature obtained from this method are shown in Table 1. We observe that the gas temperature is almost constant along the plasma column at a value of 1380±120 K. It can be because the linear absorbed power density (W/cm) is observed to decrease slowly along the plasma column at atmospheric pressure [35]. Moreover, the constant gas temperature value along the plasma column has also been reported by several authors under similar experimental conditions [34,36].

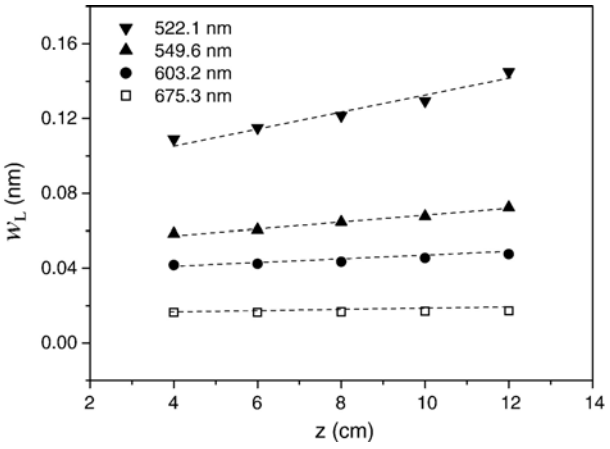


Fig. 4. Dependence of the Lorentzian width for the nd→4p transitions on the axial position.

4.2. Gas temperature from the van der Waals broadening

Table 2 shows the lines and their characteristic parameters used to obtain the gas temperature. Axial variation of the Lorentzian broadening values for these lines with the z-position (electron density) is presented in Figs. 3 and 4). In these figures, we distinguished two groups of lines: (i) np→4s lines with n=4 and 5 (Fig. 3) and (ii) nd→4p lines with n=4, 5 and 6 (Fig. 4). In Figs. 3 and 4, it can be observed that all np→4s lines have a Lorentzian width not depending on the axial position, unlike some nd→4p lines.

Under our experimental conditions, the Lorentzian width is due to the Stark and the van der Waals broadenings, w_S and w_W, respectively. Considering that the Stark broadening can be approximated to a Lorentzian function, the total Lorentzian width of a spectral line can be written as follows:

$$w_L(T_e,T_g,n_e) = w_S(T_e,n_e) + w_W(T_g) \qquad (21)$$

In an argon surface-wave plasma at atmospheric pressure, the axial profile of T_g can be considered constant [37] and so, the van der Waals broadening too. Moreover, the Stark broadening has a negligible dependence on T_e in the interval 5000–6500 K for this plasma type [37]. Taking into account

Table 3
Values of the T_g from the origin ordinate (van der Waals broadening) obtained from the dependence of the Lorentzian width of the spectral lines on electron density

Ar I lines (nm)	Origin ordinate (nm)	T_g (K)
603.2	0.032±0.002	1070±110
549.6	0.037±0.002	1100±100
522.1	0.055±0.004	800±100 (with asymmetry)
	0.040±0.003 (new value)	1260±150 (without asymmetry)

For the 522.1 nm line, values with and without asymmetry are shown.

these considerations, the expression (21) can be approximated as:

$$w_L(T_e,T_g,n_e) \approx w_L(T_g,n_e) = w_S(n_e) + w_W(T_g) \quad (22)$$

Consequently, it is possible to conclude that the line for which its Lorentzian broadening depends on z-position is sensitive to the electron density variation, so its Stark broadening is not negligible. This is, particularly, the case of the 522.1, 549.6 and 603.2 nm lines.

Fig. 5 presents the Lorentzian width of the 522.1, 549.6 and 603.2 nm lines versus the electron density values along the plasma column. For this n_e-interval, one can see that for each spectral line a linear fit is obtained which seems to show a good approximation to the impact theory for electrons and ions (Eq. (18)). The origin ordinate corresponds to the Lorentzian width for zero electron density. The value for each line is provided in Table 3 and it can be considered approximately equal to the van der Waals broadening and is used here to calculate the plasma gas temperature.

For an argon plasma, the reduced mass, μ, of the emitter–perturber pair (Ar–Ar) is approximately equal to 20 amu and the α value can be taken from Konjević [22]. In this way, for the

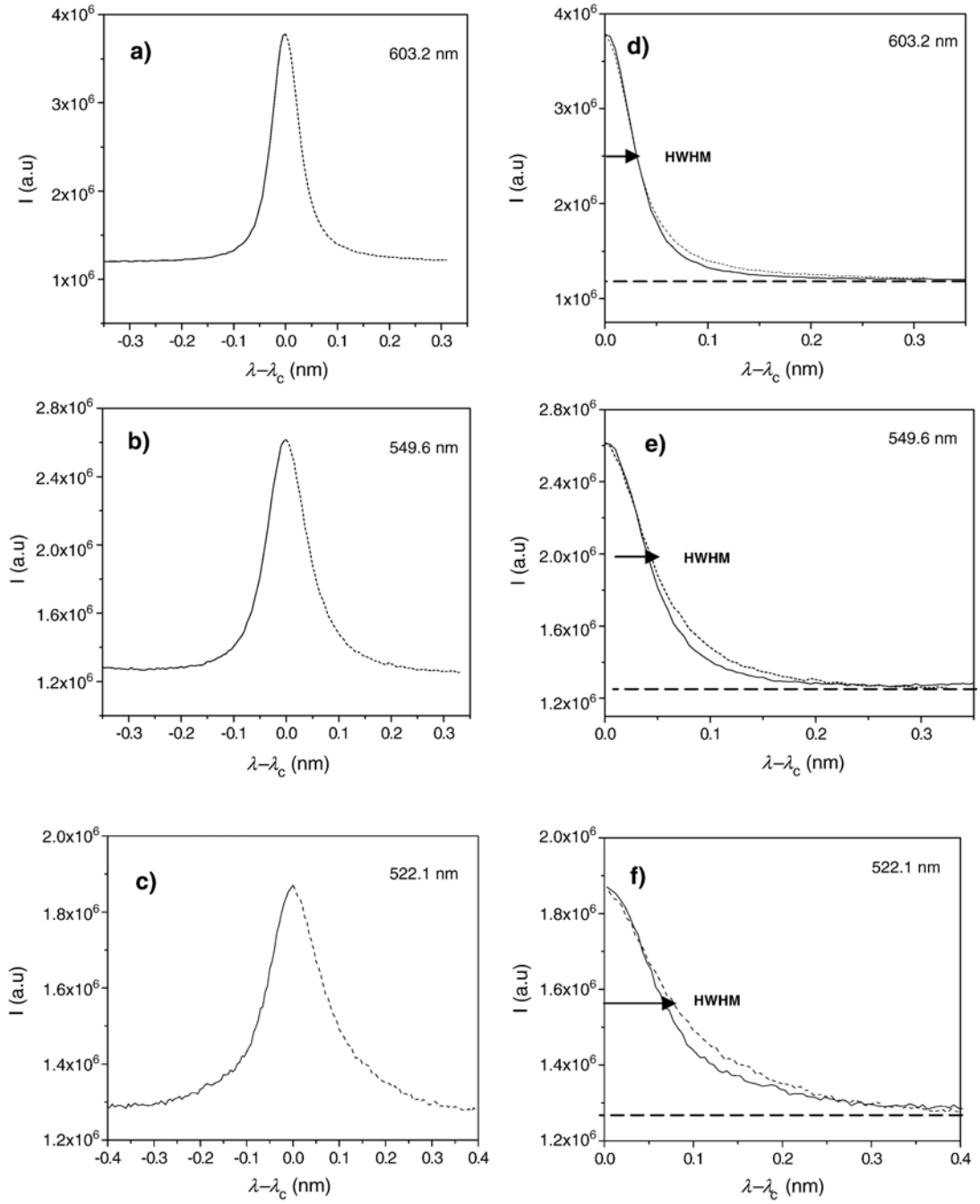


Fig. 6. The experimental profiles (a) 603.2 nm, (b) 549.6 nm and (c) 522.1 nm and the asymmetry of these profiles (d) 603.2 nm, (e) 549.6 nm and (f) 522.1 nm.

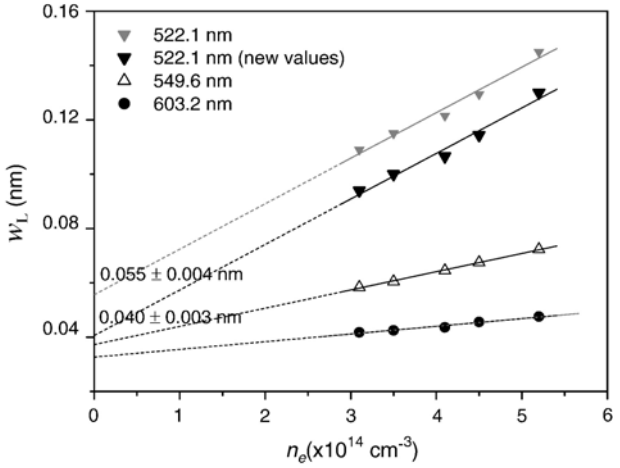


Fig. 7. The Lorentzian widths of the 522.1 (new values), 549.6 and 603.2 nm lines versus the electron density values along the plasma column.

lines in Fig. 5, Eq. (16) can be written in terms of the gas temperature as [38]

$$w_W(522.1) = \frac{5.895}{T_g^{0.7}} \text{ (nm)} \quad (23)$$

$$w_W(549.6) = \frac{4.923}{T_g^{0.7}} \text{ (nm)} \quad (24)$$

$$w_W(603.2) = \frac{4.217}{T_g^{0.7}} \text{ (nm)} \quad (25)$$

The gas temperature values obtained using these expressions are shown in the Table 3. The values obtained from the 549.6 nm (6d→4p) and 603.2 nm (5d→4p) lines are in reasonable agreement with the ones obtained from OH molecular species (Table 1). However, the 522.1 nm line (7d→4p) provides an underestimated value of gas temperature.

In order to know the cause of this discrepancy, the line profiles of the 603.2, 549.6 and 522.1 nm have been analyzed. Fig. 6a–c show the experimental spectra for these lines and Fig. 6d–f show the asymmetry of these profiles. For the 522.1 nm line, the profile asymmetry adds a quantity of 0.013–0.015 nm to the total broadening of the line. If this quantity is eliminated, a new value for the origin ordinate (van der Waals broadening) is obtained (Fig. 7). From this new value for the 522.1 nm line, the gas temperature is equal to 1260±150 K (Table 3) being in good agreement with the ones obtained form the ro-vibrational spectra of the OH molecular species.

These results show that the ion broadening of the lines originated from highest energy levels considered here should be treated within the quasistatic approximation (what introduce an asymmetry). The role of the ions is less important for these lines and, if the line asymmetry is eliminated, it is possible to use them for the method proposed.

Other authors have also used the van der Waals broadening of the atomic spectral lines to measure the value of this plasma parameter. In particular, Christova et al. [10] have neglected the contribution of the Stark broadening to the total Lorentzian width of the 603.2 nm, for an argon plasma under similar operative conditions to the ones carried out in this work. Thus, the Lorentzian width was approximately considered equal to the van der Waals broadening, giving a gas temperature value of 1600 K. Djurović et al. [39] have calculated the Stark contribution to the Lorentzian width at different conditions of n_e and T_e for the line 425.9 nm (5p→4s). By extrapolating their results to the experimental conditions existing in the plasma studied in the present work, the van der Waals broadening of the abovementioned line is about 90% of the total Lorentzian width, and the gas temperature obtained from its width is equal to 1380±50 K.

Considering our results and the comparison with other authors, we can conclude that the method proposed in this work, offers a possibility to estimate the gas temperature from the van der Waals broadening of argon atomic lines.

Acknowledgments

The authors are grateful to Professor Marco A. Gigosos for his comments. The authors wish to thank both the Spanish Dirección General de Investigación (Secretaría de Estado de Política Científica y Tecnológica) contract Nos. FTN2002-02595 and ENE2005-00314 and the European community (FEDER funds) for their financial support. They also thank the support of the Ministry of Science and Environment Protection of Serbia through the project 146001 (Influence of collisional processes on astrophysical plasma line shapes).

References

[1] N. Philip, B. Saoudi, M.C. Crevier, M. Moisan, J. Barbeau, J. Pelletier, The respective roles of UV photons and oxygen atoms in plasma sterilization at reduced gas pressure: the case of N-2–O-2 mixtures, IEEE Trans. Plasma Sci. 30 (2002) 1429–1436.
[2] M. Moisan, J. Barbeau, M.C. Crevier, J. Pelletier, N. Philips, B. Saoudi, Plasma sterilization. Methods and mechanisms, Pure Appl. Chem. 74 (2002) 349–358.
[3] J. Feugeas, B. Gomez, A. Craievich, Ion nitriding of stainless steels. Real time surface characterization by synchrotron X-ray diffraction, Surf. Coat. Technol. 154 (2–3) (2002) 167–175.
[4] M.M. Marques, J. Pina, A.M. Dias, J.L. Lebrun, J. Feugeas, X-ray diffraction characterization of ion-implanted austenitic stainless steel, Surf. Coat. Technol. 195 (1) (2005) 8–16.
[5] Y. Kabouzi, M. Moisan, J.C. Rostaing, C. Trassy, D. Guérin, D. Kéoroak, Z. Zakrzewski, Abatement of perfluorinated compounds using microwave plasmas at atmospheric pressure, J. Appl. Phys. 93 (2003) 9483–9496.
[6] J.C. Rostaing, F. Bryselbout, M. Moisan, J.C. Parent, An efficient method for purifying noble gases using high frequency electric field discharges, C.R. Acad. Sci. Paris Sér. IV Phys. Astrophys. 1 (1) (2000) 99–105.
[7] W.L. Wiese, Spectroscopic diagnostics of low-temperature plasmas – techniques and required data, Spectrochim. Acta Part B 46 (1991) 831–841.
[8] R. Konjević, N. Konjević, On the use of non-hydrogenic spectral line profiles for electron density diagnostics of inductively coupled plasmas, Spectrochim. Acta Part B 52 (1997) 2077–2084.
[9] J.A.M. van der Mullen, Excitation equilibria in plasmas; a classification, Phys. Rep. 191 (1990) 109–220.
[10] M. Christova, E. Castaños-Martínez, M.D. Calzada, Y. Kabouzi, J.M. Luque, M. Moisan, Electron density and gas temperature from line broadening in an argon surface-wave-sustained discharge at atmospheric pressure, Appl. Spectrosc. 58 (2004) 1032–1037.

[11] M.C. García, C. Yubero, M.D. Calzada, M.P. Martínez-Jiménez, Spectroscopic characterization of two different microwave (2.45 GHz) induced argon plasmas at atmospheric pressure, Appl. Spectrosc. 59 (2005) 519–528.
[12] B.A. Cruden, M.V.V.S. Rao, S.P. Sharma, M. Meyyappan, Neutral gas temperature estimates in an inductively coupled CF4 plasma by fitting diatomic emission spectra, J. Appl. Phys. 91 (11) (2002) 8955–8964.
[13] G. Lombardi, F. Bénédic, F. Mohasseb, K. Hassouni, A. Gicquel, Determination of gas temperature and C-2 absolute density in Ar/H-2/CH_4 microwave discharges used for nanocrystalline diamond deposition from the C-2 Mulliken system, Plasma Sources Sci. Technol. 13 (2004) 375–386.
[14] L. Christova, M. Christova, V. Gagov, I. Koleva, A. Shivarova, J. Tech. Phys. XL (1) (1999) 411 (Warzawa).
[15] M. Christova, V. Gagov, I. Koleva, Analysis of the profiles of the argon 696.5 nm spectral line excited in non-stationary wave-guided discharges, Spectrochim. Acta Part B 55 (2000) 815–822.
[16] J.M. Luque, M.D. Calzada, M. Sáez, Experimental research into the influence of ion dynamics when measuring the electron density from the Stark broadening of the H-alpha and H-beta lines, J. Phys. B: At., Mol. Opt. Phys. 36 (2003) 1573–1584.
[17] J. Hernández, F. Torres, S. Mar, M.A. Gigosos, The Balmer alpha-profile corrected for strong self-absorption, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer 33 (1985) 35–38.
[18] S. Günter, A. Könies, Diagnostics of dense plasmas from the profile of hydrogen spectral lines in the presence of a magnetic field, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer 62 (1998) 425 – 431.
[19] W. Olchawa, R. Olchawa, B. Grabowski, Stark broadening of hydrogen spectral lines with fine structure effects, Eur. Phys. J., D At. Mol. Opt. Phys. 28 (2004) 119–124.
[20] W.R. Hindmarsh, A.D. Petford, G. Smith, Lectures at the Winter College on Atoms, Molecules an Lasers, Trieste, IAEA, Vienna, 1973, p. 133.
[21] M. Findeisen, T. Grycuk, A. Brielski, J. Szudy, On the role of Maxwellian averaging in the interpretation of pressure broadening and shift of spectral-lines, J. Phys. B: At., Mol. Phys. 20 (1987) 5997 – 6003.
[22] N. Konjević, Plasma broadening and shifting of non-hydrogenic spectral lines; present status and applications, Phys. Rep. 316 (1999) 339–401.
[23] P. Ranson, J. Chapelle, Spectroscopic study of argon plasma-jet outside local thermodynamic-equilibrium, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer 14 (1974) 1–18.
[24] H.R. Griem, M. Baranger, A.C. Kolb, G. Oertel, Stark broadening of neutral helium lines in a plasma, Phys. Rev. 125 (1962) 177–185.
[25] H.R. Griem, Stark broadening of isolated spectral lines from heavy elements in a plasma, Phys. Rev. 128 (1962) 515–531.
[26] M.S. Dimitrijević, N. Konjević, Stark broadenings of isolatec spectral-lines of heavy-elements in plasmas, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer 30 (1983) 45–54.
[27] M.S. Dimitrijević, A programme to provide Stark broadening data for stellar and laboratory plasma investigations, Zh. Prikl. Spektrosk. 63 (1996) 810–815.
[28] M. Christova, M.S. Dimitrijević, S. Sahal-Bréchot, Mem. Soc. Astron. Ital. (Suppl 7) (2005) 238.
[29] S. Sahal-Bréchot, Théorie de l'élargissement et du déplacement des raies spectrales sous l'efect des chocs avec les électrons et les ions dand l'approximation des impacts, Astron. Astrophys. 1 (1959) 91–123.
[30] Y. Kabouzi, M.D. Calzada, M. Moisan, K.C. Tran, C. Trassy, Radial contraction of microwave-sustained plasma columns at atmospheric pressure, J. Appl. Phys. 91 (2002) 1008–1019.
[31] M. Moisan, E. Etermandi, J.C. Rostaing, Fr. Pat. Specif. 2 (1998) 762.
[32] C. Boisse-Laporte, Ph.D. doctoral thesis, Université de Paris-Sud, Orsay, France (1986).
[33] M.A. Gigosos, V. Cardeñoso, New plasma diagnosis tables of hydrogen Stark broadening including ion dynamics, J. Phys. B: At., Mol. Opt. Phys. 29 (1996) 4795–4838.
[34] M.D. Calzada, M. Moisan, A. Gamero, A. Sola, Experimental investigation and characterization of the departure from local thermodynamic equilibrium along a surface-wave-sustained discharge at atmospheric pressure, J. Apply. Phys. 80 (1996) 46–55.
[35] M. Moisan, R. Pantel, J. Hubert, Propagation of a surface-wave sustaining a plasma-column at atmospheric-pressure, Contrib. Plasma Phys. 30 (1990) 293–314.
[36] M.C. Garcia, A. Rodero, A. Sola, A. Gamero, Spectroscopic study of a stationary surface-wave sustained argon plasma column at atmospheric pressure, Spectrochim. Acta Part B 55 (2000) 1733–1745.
[37] M.D. Calzada Canalejo, Doctoral thesis, Universidad de Servilla (1994).
[38] C. Yubero, M.D. Calzada, M.C. Garcia, Using the stark broadening of the H alpha, H beta and H gamma lines for the measurement of electron density and temperature in a plasma at atmospheric pressure, J. Phys. Soc. Jpn. 74 (2004) 2249–2254.
[39] S. Djurović, Z. Mijatović, R. Kobilarov, N. Konjević, Stark width and shift temperature dependence of the Ar I 425.9 nm line, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer 57 (1996) 695–701.

Spectrochimica Acta Part B 64 (2009) 167–172

Contents lists available at ScienceDirect

Spectrochimica Acta Part B

journal homepage: www.elsevier.com/locate/sab

Using the van der Waals broadening of spectral atomic lines to measure the gas temperature of an argon–helium microwave plasma at atmospheric pressure

J. Muñoz [a], M.S. Dimitrijević [a,b], C. Yubero [a], M.D. Calzada [a,*]

[a] Grupo de Espectroscopía de Plasmas. Edificio A. Einstein, (C-2), Campus de Rabanales. Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba, Spain
[b] Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade, Serbia

ARTICLE INFO

Article history:
Received 9 June 2008
Accepted 24 November 2008
Available online 30 November 2008

Keywords:
Plasma spectroscopy
Microwave discharges
Atmospheric pressure
Gas mixtures
Gas temperature
Atomic spectral lines
van der Waals broadening

ABSTRACT

The applications of plasmas generated with gas mixtures have become increasingly common in different scientific and technological fields. In order to understand the advantages of these discharges, for instance in chemical analysis, it is necessary to know the gas temperature (T_g, kinetic energy of the heavy particles) since it has a great influence on the atomization reactions of the molecules located in the discharge, along with the dependence of the reaction rate on this parameter. The ro-vibrational emission spectra of the molecular species are usually used to measure the gas temperature of a discharge at atmospheric pressure although under some experimental conditions, these are difficult to detect. In such cases, the gas temperature can be determined from the van der Waals broadening of the emitted atomic spectral lines related to this parameter. The method proposed is based on the van der Waals broadening taking into account two perturbers.
© 2008 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

In the last few years, there has been an increase in the applications of plasmas generated with gas mixtures in different scientific and technological fields. Thus, in metal surface nitriding, several authors have used mixtures such as Ar–N_2 [1,2] and He–N_2 [3]; N_2–O_2 [4–6], Ar–O_2 [7], He–O_2 [8], N_2–N_2O [9] and He–N_2 [10] mixtures have been employed in medical instrument sterilization; and He is added to Ar in order to increase excitation and ionization efficiency in chemical analysis [11–15].

In the field of sample analysis by atomic emission spectroscopy, microwave induced plasmas (MIPs) [16] and especially surface-wave sustained discharges (SWDs) [17–19] show some advantages as excitation sources, and several mechanisms have been proposed for the excitation and ionization of elements in plasmas. The metastable and excited states of helium have higher energies (≥19.8 eV) than Ar ones (≥11.5 eV) for populating, by collisions, the levels of free atoms and ions in the samples introduced into the plasma. Therefore, the energy transferred when the He species take part in these collisions is higher than in the case of Ar species. However, to create and maintain helium plasma at atmospheric pressure, high microwave power (>1 kW) is required. Thus, the use of Ar–He mixture as plasma gas could be considered as an alternative to pure He plasmas.

Several authors [12,20–30] have carried out studies on discharges created with Ar–He mixtures as plasma gas. These authors found differing behaviours for the discharges depending on the experimental devices used and operative conditions, although most of them have been carried out at low pressure. So it is really necessary to understand discharges using gas mixtures at atmospheric pressure.

In order to understand the advantages of these discharges in chemical analysis, it is necessary to know the gas temperature (T_g, kinetic energy of the heavy particles) since it has a large influence on the atomization reactions of the molecules in the discharge, along with the dependence of the speed of these reactions (reaction rate) on this parameter. Nevertheless, when more than one kind of gas is present in a discharge, there is an increase in the complexity of both experimental measures of plasma parameters as well as theoretical discharge modelling.

Gas temperature is usually measured from the analysis of the ro-vibrational spectrum for molecular species present in the discharge, such as the OH species [31], N_2^+ [32], CN [33] or C_2 [34]. However, sometimes these species are not easy to detect, as in the case of the Ar–He microwave plasma studied in this work. It is well known that a 12 cm long microwave Ar plasma column can be sustained using 200 W. Nonetheless, for a pure He discharge of about 5 cm it is necessary to apply up to 1400 W. In this last case, the quartz tube containing the discharge undergoes a great deal of damage and has to be cooled to ensure its integrity by using air or a dielectric liquid. Dielectric liquid offers a better cooling performance as opposed to air but some liquids induce absorption in the ultraviolet part of the spectrum where some bands of the molecular species appear, particularly the OH radical. In

* Corresponding author.
E-mail address: fa1cazal@uco.es (M.D. Calzada).
URL: http://www.uco.es/grupos/gep (M.D. Calzada).

0584-8547/$ – see front matter © 2008 Elsevier B.V. All rights reserved.
doi:10.1016/j.sab.2008.11.006

such cases, the gas temperature can be determined from the Doppler and van der Waals broadenings of emitted atomic spectral lines, which are related to this parameter. Many authors have analyzed the possibility of using the van der Waals broadening of the neutral-argon lines to determine gas temperature in a pure argon plasma [32,35–37] and in Ar–He and Ar–Ne plasma [38–40]. In the latter works, the Ar–Ar, Ar–He and Ar–Ne interactions were studied at low pressure, but not at atmospheric pressure.

Van der Waals broadening is defined as the broadening provoked by the dipolar interaction between excited atoms and the induced dipole from the neutral perturbers, argon atoms in the case of a pure Ar plasma and argon and helium atoms as neutral perturbers in an Ar–He plasma.

Recently, in [37] was proposed a method to determine the gas temperature of a discharge at atmospheric pressure from the van der Waals broadening of spectral lines having also a comparable Stark broadening contribution to the total line width. The proposed method is applied to the pure argon plasma and the 603.2, 599.6 and 522.1 nm argon lines are found to be suitable for the gas temperature measurements.

Here we continue our work on the investigation of possibilities to use the van der Waals broadening of argon atomic lines for the gas temperature measurements in plasmas at atmospheric pressure by studying the influence of the addition of helium in an argon, i.e. an Ar–He plasma. We will compare the results of gas temperature determination to those obtained from the analysis of the OH molecular specie spectra.

2. Van der waals broadening of the atomic lines

The van der Waals broadening is produced by the dipolar interaction between an excited atom (the emitter) and the dipole induced by it over a neutral perturbing atom in the ground state.

This broadening originates a Lorentzian profile whose full width at half maximum (FWHM), w_w, may be obtained applying the Lindholm–Foley theory (see e.g. [41]) based on the impact approximation of the classical Fourier integral theory [42]. In [37] are given all theoretical details and the derivation of the expression for the w_w, (see Eq. (16) in [37]) as well as the specific expressions for the Ar I 522.1, 549.6 and 603.2 nm lines (see Eqs. (23–25) in [37]). Here will be presented the analogous expressions for the Ar–He plasma. We will start from the corresponding expression for w_w ([42], see also e.g. Eq. (16) in [37]):

$$w_W = 8.18\times10^{-26}\lambda^2\left(\alpha<\overline{R}^2>\right)^{2/5}\left(\frac{T_g}{\mu}\right)^{3/10}N \tag{1}$$

where μ is the reduced mass of the colliding atoms, α is the atomic polarizability of the neutral perturber (equal to 16.54×10^{-25} cm^3 for argon and 2×10^{-25} cm^3 for helium [43]), λ is the wavelength in nm, T_g (K) is the gas temperature, N (cm^{-3}) is the number density of atoms (argon and helium atoms) in the ground state and $<\overline{R}^2>=<\overline{R}_U^2>-<\overline{R}_L^2>$ is the difference of the square radius of the emitting atom in the upper and lower levels (expressed in units of Bohr radius a_0). In the Coulomb approximation, this value can be calculated by applying:

$$<\overline{R}_i^2> = \frac{1}{2}n^{*2}\left[5n^{*2}+1-3l(l+1)\right] \text{ with } i = U \text{ and } L \tag{2}$$

for $<\overline{R}_U^2>$ and $<\overline{R}_L^2>$, where l is the electron orbital quantum number. In this expression, n^{*2} is obtained from the hydrogenic approximation as

$$n^{*2} = \frac{E_H}{E_{IP}-E_j} \tag{3}$$

Here, E_{IP} is the ionization energy of the argon atom, E_H the ionization energy of the hydrogen atom and E_j the excitation energy of the energy level of argon atom in question.

In the case of our discharge constituted by argon and helium, the van der Waals broadening is provoked by the argon and helium atoms. Since only binary collisions are taken into account, one can consider that the contributions of Ar–Ar and Ar–He collisions to the line broadening are independent. Because the corresponding profiles are Lorentzian, the width of the total Lorentzian is the sum of the widths of particular ones. So, the expression (1) can be written as follows:

$$w_W = 8.18\times10^{-26}\lambda^2\left(<\overline{R}^2>\right)^{2/5}(T_g)^{3/10} \times\left[(\alpha_{Ar})^{2/5}\left(\frac{1}{\mu_{Ar-Ar}}\right)^{3/10}N_{Ar}+(\alpha_{He})^{2/5}\left(\frac{1}{\mu_{Ar-He}}\right)^{3/10}N_{He}\right] \tag{4}$$

The density of atoms (N_{Ar} and N_{He}) can be substituted by the ideal gas equation taking into account the volume fraction (χ_{Ar} for argon and χ_{He} for helium, in per cent) of the constituting gases

$$N_{Ar} = \chi_{Ar}\frac{P}{kT_g} \qquad N_{He} = \chi_{He}\frac{P}{kT_g} \tag{5}$$

where k is the Boltzmann constant and P is the atmospheric pressure (1 atm). Substituting this expression in the Eq. (4), it is possible to rewrite the van der Waals broadening of the atomic lines as:

$$w_W = 8.18\times10^{-26}\lambda^2<\overline{R}^2>^{2/5}\frac{P}{kT_g^{0.7}}\left(\frac{\chi_{Ar}\alpha_{Ar}^{0.4}}{\mu_{Ar-Ar}^{0.3}}+\frac{\chi_{He}\alpha_{He}^{0.4}}{\mu_{Ar-He}^{0.3}}\right) \tag{6}$$

3. Experimental procedure

Fig. 1 shows a schematic block diagram of the plasma source and the optical detection and data acquisition systems for emission spectroscopy measurements.

Microwave power was provided to the plasma by a SAIREM 12 kT/t microwave generator of 2000 W maximum power in continuous mode, equipped with a water cooled circulator to avoid power reflection damage. The power was coupled to the plasma by a *surfaguide* device [44] and two impedance matching means of the wave launcher make the power reflected from the applicator back to the generator lower than 5% of the incident power.

The discharge was contained in quartz tubes of 3 and 4 mm inner and outer radii, respectively. Since the quartz tubes containing the discharge suffer a great deal of damage for power over 300 W [45], the discharge tube was coaxially surrounded by another quartz tube of 8.5 mm internal radius in order to avoid this problem. This external tube made up a jacket through which a dielectric liquid (1-Tetradece)

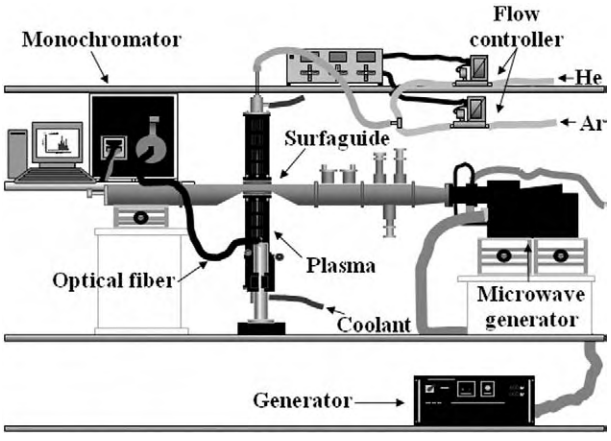


Fig. 1. Experimental setup.

or air circulated. In our experiments, the plasma column is extended to both sides of the wave launcher and direct and inverse columns appear [46]. The direct column is considered to be that where the gas flux and the propagation of the wave take place in the same sense, contrary to what happens in the inverse.

Several gas mixtures of high purity (99.999%) Ar and He were used as plasma gases keeping the same total flow equal to 1 slm (standard litre per minute). The flows for Ar, He and mixtures were controlled by HI-TEC flow controllers (IB 31) with differing maximum flow limits (0.25 and 5 slm). Several He concentrations were used, ranging 0–30% (air cooling) and 0–50% (liquid cooling).

An optical fiber was used to pick up the light emitted from the discharge at $z = 1.5$ cm from the plasma end and, also, to drive it to the entrance slit of a Czerny–Turner monochromator of 1 m focal length (Jobin-Yvon Horiba 1000 M) previously calibrated and equipped with a 2400 grooves/mm holographic grating. A Hamamatsu R928P photomultiplier (spectral interval of 200–750 nm) was used as detector for ArI and H_β lines; symphony CCD was the detector used for OH radical spectra. In each measure, spectrums from OH radicals (306–312 nm) were taken, as well as those of some ArI lines. Moreover, the H_β line from the Balmer series was registered for electron density measurement. Both OH radicals and hydrogen atoms were present as impurities in the plasma gas.

4. Results and discussion

4.1. Experiments with air as coolant

4.1.1. Electron density and gas temperature

As in [37] the electron density was determined from the Stark broadening of the H_β. The tables given by Gigosos–Cardeñoso (GC model) [47], which include the ion dynamics effects on the spectral line profiles, were used to find the connection between the Stark broadening and electron density. Fig. 2 shows the values of electron density (the standard deviation is equal to 10%) obtained in $z = 1.5$ cm from the GC model for the different Ar–He mixtures.

The gas temperature is determined, at each axial position, using OH ro-vibrational band Q_1 (the method is described in detail in [48]) and the relation:

$$\log\left(\frac{I\lambda}{A}\right) = -\frac{0.625}{T_g}E(\mathrm{cm}^{-1}) + C \qquad (7)$$

where I is the line intensity, λ is the wavelength (nm), A is the spontaneous transition probability and E the rotational state energy (Table 1).

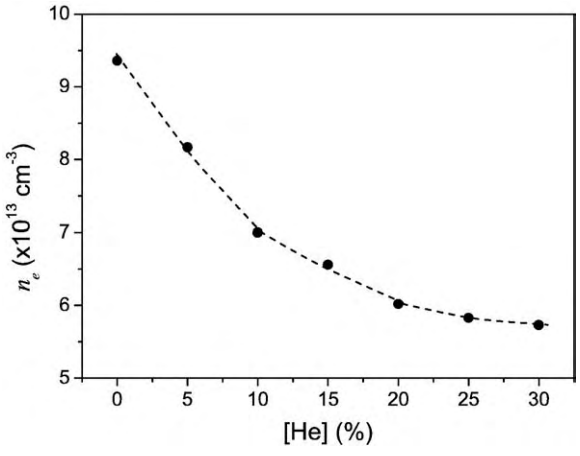


Fig. 2. Variation of electron density in the He concentration of the discharge obtained from H_β line. The standard deviation is equal to 10%.

Table 1
Spectroscopic parameters for T_g calculation of the OH ro-vibrational band

Order	λ(nm)	A (10^8 s)	E(cm^{-1})
Q_1^4	308.3	33.7	32.779
Q_1^5	308.5	42.2	32.948
Q_1^6	308.7	50.6	33.150
Q_1^8	309.2	67.5	33.652
Q_1^9	309.5	75.8	33.952
Q_1^{10}	309.8	84.1	34.283

The values of gas temperature obtained from this method for the different Ar–He mixtures considered in this work are shown in Table 2. The error was less than 15% considered as the standard deviation.

We note that this method (Boltzmann plot) is not applicable here to Ar and He lines. Namely, the Boltzmann plot for Ar or He lines corresponds to the density distribution of excited atoms and gives the so-called "excitation temperature". This temperature is not a kinetic temperature and it is related to the energy involved in the excitation–deexcitation processes in plasma, including different excited levels of the atomic system.

However, the gas temperature is a kinetic temperature, which is related to the kinetic temperature of the heavy particles of the discharge (atoms and ions). In this plasma type, the excitation and gas temperatures have different values because this discharge is not in local thermodynamic equilibrium (LTE) (for more details see Ref. [49]).

4.1.2. Gas temperature from the van der Waals broadening of the atomic lines

In plasmas generated at pressures higher than 100 Torr, the profile of the spectral lines can be fitted to a Voigt function, characterized by its width, w_V, resulting from the convolution of a Gaussian function (w_G) with a Lorentzian function (w_L) [50]. Under such pressure conditions, the whole line broadening is mainly governed by collisional processes with perturbing emitters (atoms and molecules). The Lorentzian part of the spectral profiles is due to the dipolar interaction between excited atoms and the induced dipole from the neutral perturbers (the van der Waals effect, w_W), and to the collisions between the emitter atom and the surrounding charged particles (the Stark effect, w_S). On the other hand, there are two more effects that originate the Gaussian profile part: i) the Doppler broadening (w_D), appearing when the emitter atoms have a continuous velocity distribution depending on their temperature, and ii) the Instrumental broadening (w_I) which only depends on the device used for the registration of plasma radiation. It was measured here by using a He–Ne laser (632.80 nm), and the corresponding width was equal to 0.0208 ± 0.0003 nm for a slit width of 50 μm. The Gaussian width obtained from the deconvolution of the 603.2 nm line profile by using Origin was equal to 0.0165 ± 0.0006 nm, the main contribution to the Gaussian width corresponded to the instrumental broadening.

A commercial process of deconvolution (Microcal Origin®), based on the Leverberg-Marquardt non-linear algorithm for minimum squares, has been used for deconvoluting the profiles of the lines emitted by argon atoms. This algorithm separates the Lorentzian and Gaussian contributions to the total width of the spectral lines.

Table 2
Gas temperature values calculated from the OH ro-vibrational band for several He concentrations

[He] (%)	T_g (K)
0	1255
5	1484
10	1500
15	1567
20	1566
25	1578
30	1557

The error estimated was less than 15% (standard deviation).

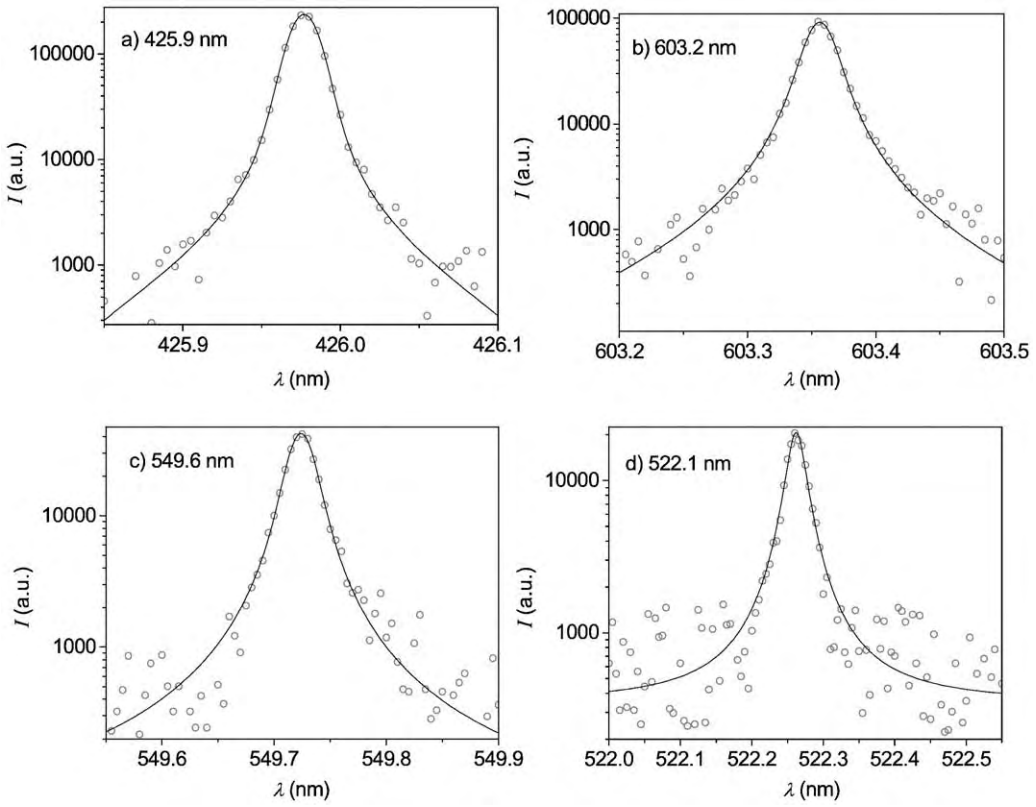


Fig. 3. Profiles of the a) 425.9 nm, b) 603.2 nm, c) 549.6 nm and d) 522.1 nm lines in the most extreme conditions when air was used as the cooling gas (30% of He in the mixture).

Theoretically, any spectral line could be used for the determination of the plasma gas temperature from its van der Waals broadening. However, especially the lines within the visible wavelength range are useful and it is particularly of interest to consider the suitability of such lines for the gas temperature determination.

At the beginning, the lines considered for this study were 425.9, 603.2, 549.6 and 522.1 nm because the van der Waals broadenings of the last three lines had been used in a previous work [37] to measure the gas temperature in a pure argon plasma. The broadening of 425.9 nm line was also considered by other authors like Djurović et al. [51].

The intensity of argon atomic lines undergoes a significant decrease when He is added to the plasma [45]. Thus, an analysis of the profiles of these lines was carried out in more extreme conditions when air was used as the cooling gas, which corresponded to 30% of He in the mixture (Fig. 3 a–d). In these figures, it can be observed that an increase at the upper level of transition gives place to an increase in the dispersion fit to a Voigt function of 549.6 nm ($n=6$) and 522.1 nm ($n=7$) line profiles. Thus, only the 425.9 nm and 603.2 nm lines were finally considered for the present study.

Under our experimental conditions, the Lorentzian width of a spectral line is the sum of the Stark and the van der Waals broadening if the Stark one is approximated to a Lorentzian function. Since for 603.2 nm, 549.6 nm, and 522.1 nm lines the corresponding energy levels are not dipole-coupled to the ground state ($3\,s^2 3p^6\ ^1S_0$), there is no resonant broadening contribution. The lower term of the 425.9 nm line ($3\,s^2 3p^5(^2P^o{}_{1/2})4\,s\ ^2[1/2]^o{}_1$) has a dipole-allowed transition to the ground term. We calculated the resonant width of this line using Eq. (15) in Ref. [52] and the oscillator strength for the corresponding transition to the ground term from the NIST Atomic Spectra Database (http://physics.nist.gov/PhysRefData/ASD/lines_form.html). Since it is an order of magnitude smaller than the corresponding van der Waals width, we will neglect it in further considerations. In order to analyze the contributions of both broadenings to the total Lorentzian width of the lines considered, a comparison between their Stark broadenings and Lorentzian widths was carried out. The Stark broadening of these lines was estimated using the expression given by [53] for the electron density, calculated for different Ar–He mixtures from the H_β line (Section 4.1.1).

Table 3 shows the values of the 603.2 nm Lorentzian width and the Stark broadening for the studied Ar–He mixtures. One observes that w_S is of one order less than w_L. So, the assumption that w_L is mainly due to the van der Waals effect does not induce a significant error in the calculation of the gas temperature. Since the contribution of Stark broadening to the Lorentzian width is small, we have not applied here the method for gas temperature determination proposed in Ref. [37]. Moreover, in Ar–Ar plasma study in Ref. [37], for the line 603.2 nm the smallest Stark broadening contribution among the Ar lines used for the gas temperature determination (522.1, 549.6, 603.2 nm) was found. Since helium has larger ionization potential than argon, with the addition of He the electron density decreases [45] and also the Stark broadening which is linearly proportional to it (see e.g. [52] or [53]). Consequently, in the Ar–He plasma Stark broadening will be even smaller for 603.2 nm line than in the Ar–Ar plasma considered in [37]. A similar result was obtained for 425.9 nm.

Table 3
Lorentzian widths and Stark broadenings of the 603.2 nm line for several He concentrations

[He] (%)	w_L ($\times 10^{-2}$ nm)	w_S ($\times 10^{-2}$ nm)
0	2.915	0.154
5	2.632	0.134
10	2.363	0.110
15	2.091	0.108
20	1.999	0.099
25	1.964	0.096
30	1.949	0.094

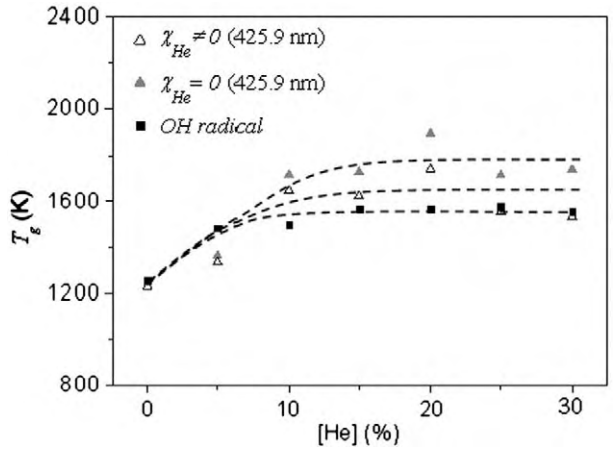


Fig. 4. Gas temperature calculated using the (0–0) 309 nm ro-vibrational band of the OH radical and the 425.9 nm atomic argon line taking into account (hollow triangle) and neglecting (full triangle) the contribution of He to the van der Waals broadening (air as coolant).

The van der Waals broadening from Eq. (6) can be rewritten for these lines in the case of an Ar–He mixed gas discharge as:

$$w_W(425.9\text{nm}) = \chi_{Ar}\frac{1.479}{T_g^{0.7}} + \chi_{He}\frac{1.059}{T_g^{0.7}} \quad (8)$$

$$w_W(603.2\text{nm}) = \chi_{Ar}\frac{4.217}{T_g^{0.7}} + \chi_{He}\frac{3.019}{T_g^{0.7}} \quad (9)$$

The gas temperature values obtained using these expressions are shown in Fig. 4 (for 425.9 nm) and in Fig. 5 (for 603.2 nm). In these figures, the gas temperature values have been compared with those obtained considering $\chi_{He}=0$ and with those obtained from the OH molecular specie. We note that the first point in the Fig. 5 corresponds to the conditions in Ref. [37].

Observing these figures, it can be seen that the T_g values obtained from the OH radical have only a small variation when more than 5% He is added to the mixture and, from this percentage on, the temperature remains almost constant at 1500 K. Moreover, the temperature obtained from the broadening of the atomic lines shows a variation from 0% to 20% of He in the mixture, according to the result obtained for the electron density (Fig. 2), indicating that the OH radical is not sensitive to the changes in plasma kinetics when the He percentage in the plasma gas increases. Comparing Figs. 4 and 5, a larger dispersion is observed in T_g values from the 425.9 nm line with respect to the 603.2 nm line because of its smaller Lorentzian width, which results in a higher error in the deconvolution process. So, the 603.2 nm line should be considered to be more appropriate for the purpose of obtaining the gas temperature from its van der Waals broadening.

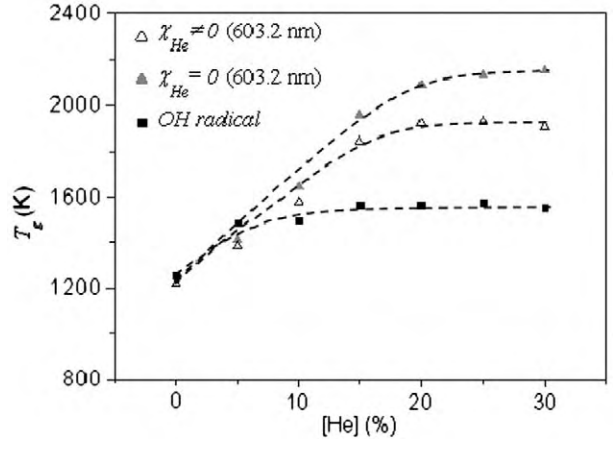


Fig. 5. Gas temperature calculated using the (0–0) 309 nm ro-vibrational band of the OH radical and the 603.2 nm atomic argon line taking into account (hollow triangle) and neglecting (full triangle) the contribution of He to the van der Waals broadening (air as coolant).

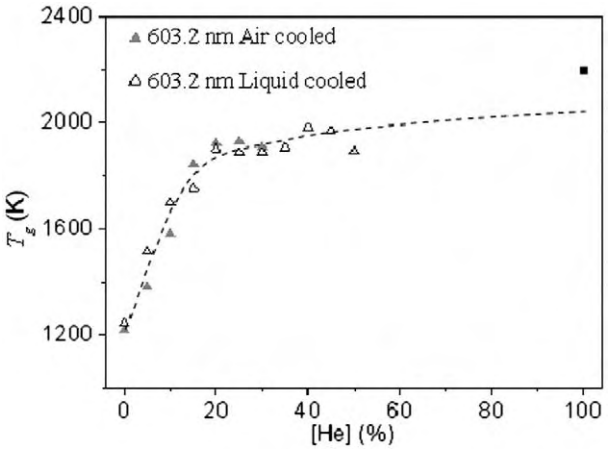


Fig. 6. Gas temperature using the 603.2 nm atomic argon line with air as the coolant (hollow triangle) and with liquid as the coolant (full triangle).

From Figs. 4 and 5 it could also be deduced that it is necessary to take into account the contribution of the collisions of He atoms with the atom emitters in the van der Waals expression because the T_g values are different when this contribution is taken into consideration. However, when He is added to the discharge, the plasma kinetics changes as can be observed from the decrease in electron density and the intensities of Ar atomic lines [45]. Thus, the contribution of He atoms to the van der Waals broadening of the atomic lines cannot be neglected.

4.2. Experiments with dielectric (1-Tetradece) as coolant

The gas temperature measurement in a plasma generated with Ar–He mixtures for He percentages over 30% was carried out using the van der Waals broadening of the atomic lines, following the method proposed in the previous section.

In order to verify how little the method was influenced by the cooling gas or liquid used, the gas temperature was also calculated for the interval between 0% and 30% of He in the mixture. In Fig. 6, the T_g values obtained from the 603.2 nm line are shown. The same values for this temperature can be observed whether air or dielectric liquid was used for the cooling of the discharge tube. An extrapolation to 100% of He has been also carried out. Then the T_g value for a pure He discharge is obtained, this value being approximately equal to 2200 K, which is consistent with that obtained in [54].

5. Conclusions

A method based on the van der Waals broadening of Ar atomic lines is proposed for the measurement of gas temperature in Ar–He microwave plasma at atmospheric pressure. The novelty of the present study has been to take into account the contribution of the helium atom collisions on the van der Waals broadening of the Ar atomic lines in Ar–He mixtures. Different atomic lines of argon have been utilized but only the 603.2 nm line can be considered appropriate for this purpose.

The method for the gas temperature determination in pure argon plasma from the van der Waals broadening of Ar I 522.1, 549.6 and 603.2 nm lines [37] is not suitable for Ar–He plasma at atmospheric pressure, considered in this work. The method proposed here, which

does not use the variation of Lorentz width along plasma column, and the line Ar I 603.2 nm provide such possibility.

In this way, different Ar–He mixtures with He proportions ranging from 0 to 50% have been used as plasma gas. Gas temperature values from the Ar atomic lines have been compared to those obtained from the ro-vibrational spectra of the OH radical. The results have shown that the OH radical is not a thermometric species sensitive to the changes in the plasma kinetics when He is added to Ar gas.

Acknowledgements

This work was subsidised by the Ministry of Science and Technology (Spain) within the framework of the project no. ENE2005-00314, and by the Ministry of Science of Serbia through project 146001.

References

[1] A. Ricard, J. Tétreault, J. Hubert, Nitrogen atom recombination in high pressure Ar–N_2 flowing post-discharge, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 24 (1991) 1115–1123.
[2] G. Callede, J. Deschamps, J.L. Godart, A. Ricard, Active nitrogen atoms in an atmospheric pressure flowing Ar–N_2 microwave discharge, J. Phys. D: Appl. Phys. 24 (1991) 909–914.
[3] M.A. Naveed, A. Qayyum, S. Ali, M. Zakaullah, Effects of helium gas mixing on the production of active species in nitrogen plasma, Phys. Lett. A 359 (2006) 499–503.
[4] N. Philip, B. Saoudi, M. Crevier, M. Moisan, J. Barbeau, J. Pelletier, The respective roles of UV photons and oxygen atoms in plasma sterilization at reduced gas pressure: the case of N_2–O_2 mixtures, IEEE Trans. Plasma Sci. 30 (2002) 1429–1436.
[5] M. Moisan, J. Barbeau, J. Pelletier, Plasma sterilization — methods and mechanisms, Le vide, Sci. Tech. Appl. 299 (2001) 15–28.
[6] M. Moisan, J. Barbeau, M.C. Crevier, J. Pelletier, N. Philip, B. Saoudi, Plasma sterilization. Methods and mechanisms, Pure Appl. Chem. 74 (2002) 349–358.
[7] A. Sharma, A. Pruden, Z.Q. Yu, G.J. Collings, Bacterial inactivation in open air by the afterglow plume emitted from a grounded hollow slot electrode, Environ. Sci. Technol. 39 (2005) 339–344.
[8] H.W. Herrmann, I. Henins, J. Park, G.S. Selwyn, Decontamination of chemical and biological warfare agents using an Atmospheric Pressure Plasma Jet, Phys. Plasmas 6 (1999) 2284–2289.
[9] M. Loaroussi, Nonthermal decontamination of biological media by atmospheric-pressure plasmas: review, analysis, and prospects, IEEE Trans. Plasma Sci. 30 (2002) 1409–1415.
[10] K. Becker, A. Koutsospyros, S.M. Yin, C. Christodoulatos, N. Abramzon, JC. Joauqin, G. Brelles-Marino, Environmental and biological applications of microplasmas, Plasma Phys. Control. Fusion. B 47 (2005) 513–523.
[11] A. Montaser, in: A. Montaser, D.W. Golightly (Eds.), Inductively Coupled Plasmas in Analytical Atomic Spectrometry, 2nd ed., VCH, New York, 1992.
[12] K. Wagatsuma, Emission characteristics of mixed gas plasmas in low-pressure glow discharges, Spectrochim. Acta B 56 (2001) 465–486.
[13] F. Sun, R.E. Sturgeon, Furnace atomization plasma emission spectrometry with He/Ar mixed gas plasmas, Spectrochim. Acta B 54 (1999) 2121–2141.
[14] E.H. Evans, J.J. Giglio, T.M. Castillano, J.A. Caruso, Inductively Coupled Plasma Sources for Mass Spectrometry, Royal Society of Chemistry, Cambridge, 1995.
[15] C. Engelhard, C. George, Y. Chan, G. Gamez, W. Buscher, G.M. Hieftje, Plasma diagnostic on a low-flow plasma for inductively coupled plasma optical emission spectrometry, Spectrochim. Acta B 63 (2008) 619–629.
[16] C.M. Ferreira, M. Moisan, Microwave Discharges: Fundamentals and Applications, Plenum, New York, 1993.
[17] M.D. Calzada, M.C. Quintero, A. Gamero, J. Cotrino, E. Sanchez-Uría, A. Sanz Medel, Determination of bromide by low-power surfatron microwave induced plasma after bromine continuous generation, Talanta 39 (1992) 341–347.
[18] E.H. Evans, J.A. Caruso, R.D. Satzger, Evaluation of a tantalum-tip electrothermal vaporization sample introduction device for microwave-induced plasma mass-spectrometry and atomic emission-spectrometry, Appl. Spectrosc. 45 (1991) 1478–1484.
[19] K.C. Tran, U. Lauzon, R. Sing, H. Hubert, Non-metal atomic emission spectrometry in helium surface-wave sustained plasmas at 40 and 2450 MHz, J. Anal. At. Spectrom. 13 (1998) 507–513.
[20] K. Wagatsuma, K. Hirokawa, Emission spectroscopic studies of Grimm-type glow-discharge plasma with argon helium gas-mixtures, Spectrochim. Acta B 42 (1987) 523–531.
[21] S.J. Christopher, M.L. Harstein, R.K. Marcus, M. Belkin, J.A. Caruso, Characterization of helium/argon working gas systems in a radiofrequency glow discharge atomic emission source. Part I: Optical emission, sputtering and electrical characteristics, Spectrochim. Acta B 53 (1998) 1181–1196.
[22] M. Belkin, J.A. Caruso, S.J. Christopher, R.K. Marcus, Characterization of helium/argon working gas systems in a radiofrequency glow discharge atomic emission source. Part II: Langmuir probe and emission intensity studies for Al, Cu and Macor samples, Spectrochim. Acta B 53 (1998) 1197–1208.
[23] N.M. Sesi, A. Mackenzie, E. Shanks, P. Young, G.M. Hieftje, Fundamental studies of mixed-gas inductively-coupled plasmas, Spectrochim. Acta B 49 (1994) 1259–1282.
[24] P. Brassem, F.J.M.J. Maessen, L. De Galan, Excitation conditions in a mixed-gas low-pressure microwave induced plasma, Spectrochim. Acta B 31 (1976) 537–545.
[25] S. Saada, E. Bloyet, C. Dervisevic, C. Laporte, Etude d'une decharge microonde dans les melanges Argon/Helium, Internal report, 1983.
[26] J. Berndt, K.M. Makasheva, H. Schlülter, A. Shivarova, Wave-sustained discharges in helium-argon gas mixtures, J. Appl. Phys. 92 (2002) 6461–6470.
[27] R. Álvarez, A. Rodero, M.C. Quintero, S.J. Rubio, Radial study of atomic and ionic argon species in the helium-argon microwave plasma produced by the axial injection torch, Acta Phys. Slovaca 54 (2004) 105–113.
[28] J. Aubreton, M.F. Elchinger, V. Rat, P. Fauchais, Two-temperature transport coefficients in argon-helium thermal plasmas, J. Phys. D: Appl. Phys. 37 (2004) 34–41.
[29] A.B. Murphy, Thermal plasmas in gas mixtures, J. Phys. D: Appl. Phys. 34 (2001) R151–R173.
[30] I. Koleva, A. Shivarova, K. Makasheva, H. Schlüter, On line-ratio analysis for helium-argon microwave discharges, J. Appl. Phys. 97 (2005) 043302.
[31] M. Christova, E. Castaños-Martínez, M.D. Calzada, Y. Kabouzi, J.M. Luque, M. Moisan, Electron density and gas temperature from line broadening in an argon surface-wave-sustained discharge at atmospheric pressure, Appl. Spectrosc. 58 (2004) 1032–1037.
[32] M.C. García, C. Yubero, M.D. Calzada, M.P. Martínez-Jiménez, Spectroscopic characterization of two different microwave (2.45 GHz) induced argon plasmas at atmospheric pressure, Appl. Spectrosc. 59 (2005) 519–528.
[33] B.A. Cruden, M.V.V.S. Rao, S.P. Sharma, M. Meyyappan, Neutral gas temperature estimates in an inductively coupled CF4 plasma by fitting diatomic emission spectra, J. Appl. Phys. 91 (2002) 8955–8964.
[34] G. Lombardi, F. Bénédic, F. Mohasseb, K. Hassouni, A. Gicquel, Determination of gas temperature and C-2 absolute density in Ar/H-2/CH4 microwave discharges used for nanocrystalline diamond deposition from the C-2 Mulliken system, Plasma Sources Sci. Technol. 13 (2004) 375–386.
[35] L. Christova, M. Christova, V. Gagov, I. Koleva, A. Shivarova, Procedure for spectroscopy diagnostics of nonstationary discharges at elevated pressure, J. Tech. Phys. (Warsaw) 40 (1) (1999) 411–416.
[36] M. Christova, V. Gagov, I. Koleva, Analysis of the profiles of the argon 696.5 nm spectral line excited in non-stationary wave-guided discharges, Spectrochim. Acta B 55 (2000) 815–822.
[37] C. Yubero, M.S. Dimitrijević, M.C. García, M.D. Calzada, Using the van der Waals broadening of the spectral atomic lines to measure the gas temperature of an argon microwave plasma at atmospheric pressure, Spectrochim. Acta B 62 (2007) 169–176.
[38] J. Wawrzynski, J. Wolnikowski, Pressure effects on some Argon spectral-lines belonging to the $3p^5 4p–3p^5$ nd (n=5–7) transitions, Phys. Scr. 22 (1986) 113–116.
[39] A. Bielski, J. Pospieszny, J. Szudy, R.S. Trawinski, J. Wolnikowski, Low-pressure broadening and shift of $3p^5 4s$-$3p^5$ np (n=4, 5, 6) argon spectral lines perturbed by He, Ne, Ar, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 23 (1990) 2003–2012.
[40] J. Wolnikowski, A. Bielski, R.X. Trawinski, J. Szudy, Interpretation of low-pressure broadening and shift in the Argon spectrum, Phys. Scr. 47 (1993) 186–191.
[41] M. Findeisen, T. Grycuk, A. Brielski, J. Szudy, On the role of Maxwellian averaging in the interpretation of pressure broadening and shift of spectral-lines, J. Phys. B: At. Mol. Phys. 20 (1987) 5997–6003.
[42] W.R. Hindmarsh, A.D. Petford, G. Smith, Lectures at the Winter College on Atoms, Molecules an Lasers, Trieste, IAEA, Vienna, 1973, p. 133.
[43] C.W. Allen, Astrophysical Quantities, 3rd edAthlone Press, New York, 1973.
[44] M. Moisan, E. Etermandi, J.C. Rostaing, Fr. Pat. Specif. 2 (1998) 762.
[45] J. Muñoz, M.D. Calzada, Experimental research on surface wave Ar–He discharges at atmospheric pressure, J. Phys. D: Appl. Phys. 41 (2008) 135203 (1–9).
[46] J. Martínez-Aguilar, E. Castaños-Martínez, M.C. García, M.D. Calzada, Influence of the gas flow rate on the column length and the electron density in an argon surface wave sustained discharge at atmospheric pressure, ICPIG Conference Proceeding 2007, Institute of Plasma Physics AS CR, v.v.i., Prague, 2007, p. 111.
[47] M.A. Gigosos, V. Cardeñoso, New plasma diagnosis tables of hydrogen Stark broadening including ion dynamics, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 29 (1996) 4795–4838.
[48] J. Mermet, Inductively coupled plasma emission spectroscopy, in: P.W.J.M. Boumans (Ed.), Part II: Applications and Fundamentals, Wiley-Interscience, New York, 1987, Chap. 10.
[49] M.D. Calzada, M. Moisan, A. Gamero, A. Sola, Experimental investigation and characterization of the departure from local thermodynamic equilibrium along a surface-wave-sustained discharge at atmospheric pressure, J. Appl. Phys. 80 (1996) 46–55.
[50] J.M. Luque, M.D. Calzada, M. Sáez, Experimental research into the influence of ion dynamics when measuring the electron density from the Stark broadening of the H-alpha and H-beta lines, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 36 (2003) 1573–1584.
[51] S. Djurović, Z. Mijatović, R. Kobilarov, N. Konjević, Stark width and shift temperature dependence of the Ar I 425.9 nm line, JQSRT 57 (1996) 695–701.
[52] N. Konjević, Plasma broadening and shifting of non-hydrogenic spectral lines; present status and applications, Phys. Rep. 316 (1999) 339–401.
[53] H.R. Griem, Spectral Line Broadening by Plasmas, Academic Press, London, 1974.
[54] Y. Kabouzi, M.D. Calzada, M. Moisan, K.C. Tran, C. Trassy, Radial contraction of microwave-sustained plasma columns at atmospheric pressure, J Appl. Phys. 91 (2002) 1008–1019.

STARK BROADENING OF HEAVY ION SOLAR LINES

Milan S. Dimitrijević
Institute of Applied Physics, P.O.Box 58,
11071 Beograd, Yugoslavia

Investigation of the Stark broadening of atomic and ionic lines is important for the estimation of the physical conditions in the stellar atmospherae. Stark broadening data are also required for determination of the abundances of elements and for evaluations of the radiative transfer through stellar interior. In the latter case, data for a great number of lines are often needed. Recently, a modified version of the Stark broadening theory is published (Dimitrijević and Konjević, 1980), usefull especially for such, large scale calculations with a good average accuracy. This approach has been tested before for a large number of ionic lines (Dimitrijević and Konjević, 1980; 1981) of lighter elements and numerical results compare well with experimental data (Dimitrijević and Konjević, 1980). Here, this theory is applied to the most intensive lines of Ti II and Mn II, observed in the solar spectrum (Moore et al., 1966), in order to test the applicability of the approach to the case of more complex transitions and heavier elements.

According to Dimitrijević and Konjević (1980), electron impact line width (FWHM) can be calculated from the following expression:

$$W_{SEM} = 2(2\pi\hbar/3m)^2(6m/\pi kT)^{1/2} \sum_{j,j'=i,f,i',f'} \left[\vec{R}^2_{\ell_j,\ell_j+1}\ \tilde{g}(E/\Delta E_{\ell_j,\ell_j+1}) + \right.$$

$$\left. + \vec{R}^2_{\ell_j,\ell_j-1}\ \tilde{g}(E/\Delta E_{\ell_j,\ell_j-1}) + \sum_{j'} (\vec{R}^2_{jj'})_{\Delta n\neq 0}\ \tilde{g}(3kTn_j^3/4Z^2E_H)\right] \qquad (1)$$

$$\tilde{g}(x) = 0.7 - 1.1/Z + g(x) \qquad (2)$$

$$\vec{R}^2_{\ell,\ell'} = (3n/2Z)^2\left[\max(\ell,\ell')/(2\ell+1)\right]\left[n^2 - \max^2(\ell,\ell')\right]\phi^2 \qquad (3)$$

$$\sum_{j'} (\vec{R}^2_{jj'})_{\Delta n\neq 0} = (3n_j/2Z)^2\ (n_j^2 + 3\ell_j^2 + 3\ell_j + 11)/9 \qquad (4)$$

W. Fricke and G. Teleki (eds.), Sun and Planetary System, 101–102.
Copyright © 1982 by D. Reidel Publishing Company.

Ion	Transition (mult.no.) wavelength Å	T(K)	W_{SEM} (Å)	W_{SE} (Å)	W_{SC} (Å)
Ti II	$a^4F\text{-}z^4G^0$	2500	0.279	0.262	
	(1)	5000	0.198	0.186	
	3364.8 Å	10000	0.140	0.131	
		20000	0.0988	0.0928	
Ti II	$a^4F\text{-}z^4D^0$	2500	0.238	0.230	0.228
	(5)	5000	0.168	0.163	0.164
	3079.4 Å	10000	0.119	0.115	0.125
		20000	0.0840	0.0815	0.0996
Mn II	$a^5D\text{-}z^5P^0$	2500	0.246	0.166	0.266
	(3)	5000	0.174	0.117	0.190
	3464.0 Å	10000	0.123	0.0830	0.144
		20000	0.0870	0.0587	0.114

$N_e = 10^{17}$ cm^{-3}

Here, i and f designate initial and final energy levels, n is the effective principal quantum number, (Z-1) is the ionic charge and ϕ is tabulated by Oertel and Shomo (1968). In present calculations, ϕ is also multiplied with corresponding coefficients of fractional parentage (Shore and Menzel, 1965).

Results for two Ti II and one Mn II multiplets are given in the table. Calculations were also performed according to Griem's (1968) semiempirical (W_{SE}) and semiclassical (W_{SC}) theory (Jones et al., 1971) and obtained results are presented in the table.

The agreement between simple modified semiempirical approach and more sophisticated semiclassical calculations is very encouraging and indicates that this simple method can be used for estimation of electron width for heavier elements.

REFERENCES

Dimitrijević, M.S., and Konjević, N.: 1980, JQSRT 24, pp. 451-459
Dimitrijević, M.S., and Konjević, N.: 1981, in "Spectral line shapes", ed. B.Wende, W de Gruyter, Berlin-New York, pp. 211-239
Griem, H.R.: 1968, Phys.Rev. 165, pp. 258-266
Jones, W.W., Benett, S.M., and Griem, H.R.: Univ. of Maryland Techn. Rep. No 1971-128, College Park, Maryland
Moore, C.E., Minnaert, M.G.J., and Houtgast, J.: 1966, The Solar Spectrum 2935Å to 8770Å, NBS Monograph 61, U.S. Govt.Print. Office, Washington D.C.
Oertel, G.K., and Shomo, L.P.: Astrophys. J. Suppl. Series 1968, 16, pp. 175-191
Shore, B.W., and Menzel, D.H.: 1965, Astrophys. J. Suppl. Series 12, pp. 187-214

INFLUENCE OF COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES ON ASTROPHYSICAL SPECTRA *

Milan S. Dimitrijević

Astronomical Observatory, Volgina 7, 11000 Belgrade, Serbia, Yugoslavia

Abstract

The importance of the influence of collisions with charged particles on spectral line shapes (Stark broadening) in various astrophysical problems as e.g. stellar opacities calculations, stellar atmospheres modelling, abundance determinations and diagnostic of different plasmas has been discussed.

Also, a review of semiclassical calculations of Stark broadening parameters and the comparison of different semiclassical procedures is discussed, as well as the agreement with critically selected experimental data and more sophysticated, close coupling calculations. Approximate methods for the calculation of Stark broadening parameters, usefull especially in such astrophysical problems where large scale calculations and analyses must be performed and where only a good average accuracy is expected, have been discussed as well.

1. Introduction

As the typical information in astronomy is obtained by analyzing the radiation, the understanding of astrophysical spectral line shapes is of great importance. It is difficult to state in general terms which transitions are of interest in astrophysics, since the atmospheric composition of a star is not known a priori, and many interesting groups of stars exist with very peculiar abundances as compared to the Sun. Consequently, stellar spectroscopy depends on very extensive list of elements and line transitions with their atomic and line broadening parameters.

The interest for a very extensive list of line broadening data is additionally stimulated by the developement of space astronomy where an extensive amount of spectroscopic information over large spectral regions of all kind of celestial objects has been and will be collected, stimulating the spectral–line–shape research. For our knowledge of stellar spectral lines, of particular importance is the Space Telescope (ST), a 2.4 m telescope launched on 1990. Due to the spectral observations from space, performed by the ST and other instruments in space, the interest not only for abundant, but also for trace elements data increases.

*Presented at the *Seminar on Current Issues of Astronomical and Planetary Environmental Concern*, 5-6 April 1998 Thessaloniki, Hellas (Greece), *Editor :* N. K. Spyrou.

Not only in astrophysics, but also in physics and plasma technology, a number of problems depend on very extensive list of elements and line transitions with their atomic and line broadening parameters. One may mention as examples calculation of stellar opacities, stellar atmospheres modelling and investigations, abundance determinations, interpretation and modelling of stellar spectra, laboratory plasma diagnostic, research and modelling, radiative transfer calculations and investigation of laser produced plasmas and plasmas created in fusion research.

In order to provide the corresponding atomic data for stellar envelope opacities calculations, the international "Opacity project" (Seaton, 1987a), providing essentially data on energy levels and oscillator strengths for a large number of atoms and ions, and a number of photoionisation cross sections and Stark broadening data as well, has been formed in 1984. After the end of this project the subsequent "Iron Project" (Hummer et al, 1993) will provide data on electron impact excitation cross sections for atoms and ions along isoelectronic sequences. In order to complete as much as possible such data needed for astrophysical and laboratory plasma research and stellar opacities calculations an effort is making to provide Stark broadening data for a large set of atoms and ions (Dimitrijević, 1996).

The most sophysticated theoretical method for the calculation of a Stark broadened line profile is of course the quantum mechanical strong coupling approach. However, due to its complexity and numerical difficulties, only a small number of such calculations exist. In a lot of cases such as *e.g.* complex spectra, heavy elements or transitions between more excited energy levels, the more sophysticated quantum mechanical approach is very difficult or even practically impossible to use and, in such cases, the semiclassical approach remains the most efficient method for Stark broadening calculations.

For a number of years, we apply the semiclassical - perturbation formalism (Sahal - Bréchot, 1969ab) for the calculation of Stark broadening parameters, for transitions of all atoms and ions when this method is applicable, when a sufficiently complete set of reliable atomic data exist and the good accuracy of obtained results is expected. The criteria for the selection of respective transitions will be explained latter.

When a sufficiently complete set of reliable atomic data needed for the application of the full semiclassical - perturbation approach does not exist, we apply the modified semiempirical method (Dimitrijević and Konjević, 1980, 1981a, 1987; Dimitrijević and Kršljanin, 1986, Dimitrijević, 1988ab), in order to provide an as much as possible complete set of needed Stark broadening parameter data.

2. Stark Broadening in Astrophysics

Broadening due to interaction between emitter and charged particles (Stark broadening) is dominant in several cases of astrophysical interest. For $T_{\rm eff} > 10^4$K, hydrogen, the main constituent of a stellar atmosphera is mainly ionized, and among collisional broadening mechanisms for spectral lines, the dominant is the Stark effect. This is the case for white dwarfs and hot stars of O, B and A0 type. Even in cooler star atmospheres as *e.g.* Solar one, Stark broadening may be important. For example, the influence of Stark broadening within a spectral series increases with the increase of the principal quantum number of the upper level (Dimitrijević

and Sahal-Bréchot 1984a,b; 1985a) and consequently, Stark broadening contribution may become significant even in the Solar spectrum (Vince and Dimitrijević 1985; Vince et al 1985a,b).

Another case where the Stark broadening is the dominant pressure broadening mechanism are radio recombination lines from interstellar clouds of ionized and neutral hydrogen, where principal quantum number n may have a value of several hundreds. In such atoms, the optical electron is far from the nucleus and very sensitive to the weak electric field fluctuations. The Stark broadening is the main collisional broadening mechanism in this case.

For example Stark broadening has been detected in the radio frequency recombination lines emitted by the emission nebula W51 (Lang and Willson, 1978), and used for the electron density determination.

Stark broadening is also needed for the stellar plasma modeling, spectrum synthesis and the understanding of qualitative effects that one can see on spectrograms. An example is the Stark shift in the spectra of white dwarfs which made difficulties in the interpretation of the Einstein shift, determined by using helium lines (Wiese and Kelleher, 1971).

As another example one can mention the Solar limb effect. Careful measurements of the Fraunhofer lines show a small but systematic red shift across the Solar disk (as compared with their wavelength at the center) reaching a maximum on the limb. Appart from radial hypothesis for explanation of this effect (see e.g. Hart, 1974) there are attempts to explain it partially or completely as a consequence of collisions between the absorbing atoms and surrounding particles (see e.g. Hart, 1974 or Vince et al. 1985b).

Observed spectral lines may be used for determining the electron temperatures and the density in astrophysical sources. Especialy high member Balmer series lines may be used as a powerful diagnostic tool in studying stellar atmospheres. For example, in Feldman and Doschek (1977), profiles of Balmer series members with the principal quantum number n between 16 and 32 (strongly influenced by Stark effect) have been used to determine the electron density and the temperature over an active Solar region. In cooler stars, such as the Sun, the line intensity is a good measure of the effective temperature. In atmospheres of O and B stars, and also of some white dwarfs and A0 type stars hydrogen is mainly ionized and the main collisional broadening mechanism is Stark broadening. In such a case, the atmospheric pressure P is proportional to the electron density N at a fixed temperature. From the hydrostatic equation we can now deduce the surface gravity g. Total pressure P is proportional to g^k (the coefficient k is different for different particles).

Reliable Stark broadening data are also needed for the determination of chemical abundances of elements from equivalent widths (W) of absorption lines. If the line is very weak, the problem is quite straightforward, since W (in wavelength units) is proportional to the abundance ratio of the element to hydrogen, multiplied by the oscillator strength of the transition

$$(W/\lambda)_{weak} = X = \frac{N_M}{N_H} f\lambda \int \phi(\tau) d\tau$$

where $\phi(\tau)$ is a contribution function depending on the structure of the stellar

atmosphere and the relevant states of excitation and ionization and τ is the optical depth in the continuum. If the line is not weak, the situation is much more complicated. The relationship between X and (W/λ) is described by the curve of growth, whose shape depends on the amount of line broadening due to both Doppler and pressure effects. The curve has three main branches:

$$\text{Linear (unsaturated): } (W/\lambda) = X$$

$$\text{Flat (saturated): } (W/\lambda) = 3v_D/c$$

$$\text{Damping branch: } (W/\lambda) = (\lambda X \gamma/\pi c)^{1/2}$$

Here, γ is the damping (pressure broadening) parameter and v_D the velocity corresponding to the given Doppler width.

Pressure broadening data are also required for the estimation of the radiative transfer through the stellar plasmas, especially in subphotospheric layers as well as for opacity calculations. In such a case data for especially large numbers of lines are needed. An illustrative example might be the article on the calculation of opacities for classical cepheid models (Iglesias et al. 1990), where 11,996.532 spectral lines have been taken into account(45 lines of H, 45 of He, 638 of C, 54 of N, 2390 of O, 16030 of Ne, 50170 of Na, 105700 of Mg, 145200 of Al, 133700 of Si, 12560 of Ar and 11,530.000 of Fe), and where Stark broadening is important.

Taking the above said into account one can conclude that spectral line shapes enter the analysis of a stellar spectrum essentially in two ways:

a) Selected lines from which we may derive information about stellar parameters require reliable line shape theory (the semiclassical or quantum mechanical one) and the data of high accuracy for the contribution of the main broadening mechanism.

b) For the bulk of ($> 10^6$) lines, as well as for smaller contributions to the main broadening mechanisms, broadening parameters of only modest accuracy are sufficient. Such lines only add together to the total absorption coefficient, which determines the atmospheric stratification, and we need only the good average accuracy while the accuracy for a particular line is not so important. Consequently, approximate theories or estimations using regularities and systematic trends may be very useful for such cases.

3. The Semiclassical - Perturbation Approach

Within the semiclassical - perturbation approach, Stark full width (W) at the intensity half maximum (FWHM) and shift (d) of an isolated spectral line, may be expressed as (Sahal-Bréchot, 1969ab; Dimitrijević, Sahal-Bréchot, Bommier, 1991a)

$$W = N \int v f(v) dv \Big(\sum_{i' \neq i} \sigma_{ii'}(v) + \sum_{f' \neq f} \sigma_{ff'}(v) + \sigma_{el}\Big) + W_R$$

$$d = N \int v f(v) dv \int_{R_3}^{R_D} 2\pi \rho d\rho \sin 2\phi_p \qquad (1)$$

where N is the electron density, $f(v)$ the Maxwellian velocity distribution function for electrons, ρ denotes the impact parameter of the incoming electron, i and f denote the initial and final atomic energy levels, and i', f' their corresponding perturber levels, while W_R gives the contribution of the Feshbach resonances (see *e.g.* Dimitrijević, Sahal-Bréchot, Bommier, 1991a). The inelastic cross section $\sigma_{j,j'}(v)$ can be expressed by an integral over the impact parameter of the transition probability $P_{jj'}(\rho, v)$ as

$$\sum_{i' \neq i} \sigma_{jj'}(v) = \frac{1}{2}\pi R^2 + \int_{R_1}^{R_D} \sum_{j \neq j'} P_{jj'}(\rho, v), j = i, f \tag{2}$$

and the elastic cross section is given by

$$\sigma_{el} = 2\pi R_2^2 + \int_{R_2}^{R_D} 8\pi\rho d\rho \sin^2\delta$$

$$\delta = (\phi_p^2 + \phi_q^2)^{1/2}. \tag{3}$$

The phase shifts ϕ_p and ϕ_q due respectively to the polarisation potential (r^{-4}) and to the quadrupolar potential (r^{-3}), are given in Section 3 of Chapter 2 in Sahal-Bréchot (1969a). R_D is the Debye radius. All the cut-offs R_1, R_2, R_3 are described in Section 1 of Chapter 3 in Sahal-Bréchot (1969b).

The formulae for the ion-impact widths and shifts are analogous. We note here that the inelastic collision contribution to the ion-impact widths is included as well.

The semiclassical - perturbation approach has been tested with critically selected experimental data for 13 He I multiplets [11] and it was found that the averaged ratio of experimental and theoretical data is 1.17 ± 0.04 for widths and 1.07 ± 0.04 for shifts. One can see that for helium, the agreement between experimental and semiclassical data is well within the limits of 20 percents, what is the predicted accuracy of the semiclassical method (Griem, 1974).

4. The Modified Semiempirical Method

Whenever line broadening data for a large number of lines are required, and the high precision of every particular result is not so important, simple approximative formulae with good average accuracy may be very useful. Moreover, in the case of more complex atoms or multiply charged ions the lack of the accurate atomic data needed for more sophysticated calculations, makes that the reliability of the semiclassical results decreases. In such cases approximate methods might be very interesting.

We might devide all approximate methods for calculations of Stark broadening parameters in the three groups. In the first one are methods where the most complicated part of the calculation, the cross sections for the corresponding dipole transitions are calculated using averaged experimental (*e.g.* Griem, 1968; Dimitrijević and Konjević, 1980, 1981ab; 1987; Dimitrijević and Kršljanin, 1986; Dimitrijević, 1988b; Hey and Bryan, 1977) or theoretical (Seaton, 1987b) data. In the second group, one might put methods where the most complicated part is obtained by the

symplifications in the more sophysticated theory (*e.g.* Griem, 1974) or *e.g.* by interpolation between theoretically simpler limits (*e.g.* Dimitrijević and Konjević, 1986). In the third group are the possibilities for the interpolation of new data by using regularities and systematic trends (*e.g.* Wiese and Konjević, 1982; Dimitrijević and Peach, 1990; Dimitrijević, 1985; Dimitrijević and Popović, 1989; Purić *et al*, 1980; 1991; Lakićević and Purić, 1983; Vitel *et al.*, 1988; Djeniže *et al.*, 1990).

One of such approximate methods, useful when a lot of data with a good average accuracy are needed or when it is not possible to obtain reliable semiclassical results is the modified semiempirical method (Dimitrijević and Konjević, 1980, 1981a, 1987; Dimitrijević and Kršljanin, 1986, Dimitrijević, 1988ab). According to this method, the electron impact full width (FHWM) of an ion line is given as

$$W_{MSE} = N\frac{8\pi}{3}\frac{\hbar^2}{m^2}\left(\frac{2m}{\pi kT}\right)^{1/2}\frac{\pi}{\sqrt{3}}\cdot\{\sum_{\ell_i\pm1}\mathbf{R}^2[n_i\ell_i, n_i(\ell_i\pm1)]\tilde{g}\left(\frac{E}{\Delta E_{\ell_i,\ell_i\pm1}}\right)+$$

$$+\sum_{\ell_f\pm1}\mathbf{R}^2[n_f\ell_f, n_f(\ell_f\pm1)]\tilde{g}\left(\frac{E}{\Delta E_{\ell_f,\ell_f\pm1}}\right)+\left(\sum_{i'}\mathbf{R}^2_{ii'}\right)_{\Delta n\neq0}g(x_{n_i,n_i+1})+ \qquad (4)$$

$$+\left(\sum_{f'}\mathbf{R}^2_{ff'}\right)_{\Delta n\neq0}g(x_{n_f,n_f+1})\},$$

and the corresponding Stark shift as

$$d = N\frac{4\pi}{3}\frac{\hbar^2}{m^2}\left(\frac{2m}{\pi kT}\right)^{1/2}\frac{\pi}{\sqrt{3}}\cdot\{\varepsilon_{\ell_i,\ell_i+1}\mathbf{R}^2[n_i\ell_i, n_i(\ell_i+1)]\tilde{g}_{sh}\left(\frac{E}{\Delta E_{\ell_i,\ell_i+1}}\right)-$$

$$-\varepsilon_{\ell_i,\ell_i-1}\mathbf{R}^2[n_i\ell_i, n_i(\ell_i-1)]\tilde{g}_{sh}\left(\frac{E}{\Delta E_{\ell_i,\ell_i-1}}\right)-\varepsilon_{\ell_f,\ell_f+1}\mathbf{R}^2[n_f\ell_f, n_f(\ell_f+1)]\tilde{g}_{sh}\left(\frac{E}{\Delta E_{\ell_f,\ell_f+1}}\right)+$$

$$+\varepsilon_{\ell_f,\ell_f-1}\mathbf{R}^2[n_f\ell_f, n_f(\ell_f-1)]\tilde{g}_{sh}\left(\frac{E}{\Delta E_{\ell_f,\ell_f-1}}\right)+\left(\sum_{i'}\mathbf{R}^2_{ii'}\right)_{\Delta n\neq0}g_{sh}(x_{n_i}, x_{n_i+1})-$$

$$-2\sum_{i'(\Delta E_{ii'}<0)}\mathbf{R}^2_{ii',\Delta n\neq0}g_{sh}\left(\frac{E}{\Delta E_{n_i,\ell_i,n_{i'}\ell_{i'}}}\right)-\left(\sum_{f'}\mathbf{R}^2_{ff'}\right)_{\Delta n\neq0}g_{sh}(x_{n_f}, x_{n_f+1})+ \qquad (5)$$

$$+2\sum_{f'(\Delta E_{ff'}<0)}\mathbf{R}^2_{ii',\Delta n\neq0}g_{sh}\left(\frac{E}{\Delta E_{n_f,\ell_f,n_{f'}\ell_{f'}}}\right)+\sum_k\delta_k\}$$

where the square of the matrix element $\{\mathbf{R}^2[n_k\ell_k, n_k(\ell_k\pm1)],\quad k=i,f\}$ is

$$\mathbf{R}^2[n_k\ell_k, n_k(\ell_k\pm1)] = \left(\frac{3n_k^*}{2Z}\right)^2\frac{\ell_>}{2\ell_k+1}(n_k^{*2}-\ell_k^2)\Phi^2(n^{*2}_{\ell_k-1}, n^{*2}_{\ell_k}, \ell_k) \qquad (6)$$

and

$$(\sum_{k'} \mathbf{R}^2_{kk'})_{\Delta n \neq 0} = (\frac{3n^*_k}{2Z})^2 \frac{1}{9}(n^{*2}_k + 3\ell^2_k + 3\ell_k + 11) \quad (7)$$

Here $\ell_> = \max(\ell_k, \ell_{k'})$, and with ℓ is denoted the angular momentum quantum number.

In Eqs. (4 – 7) Φ^2 is the Bates-Damgaard factor tabulated *e.g.* in Oertel and Shomo (1968). Here, $g(x), g_{sh}(x)_{sh}$ and $\tilde{g}(x), \tilde{g}_{sh}(x)$ are the semiempirical (Griem, 1968, 1974) and the modified semiempirical (Dimitrijević and Konjević, 1980; Dimitrijević and Kršljanin. 1986) Gaunt factors for Stark width and shift, respectively. The factor $\varepsilon_{kk'} = (E_{k'} - E_k)/|E_{k'} - E_k|$, where E_k and $E_{k'}$ are the energy of the considered and its pertubing level. The sum $\sum_k \delta_k$ is different from zero only if perturbing levels strongly violating the assumed approximations exist and may be evaluated as

$$\delta_i = \pm \mathbf{R}^2_{ii'}[g_{sh}(\frac{E}{\Delta E_{i,i'}}) \mp g_{sh}(x_{n_i,n_i+1})], \quad (8)$$

for upper level, and

$$\delta_f = \mp \mathbf{R}^2_{ff'}[g_{sh}(\frac{E}{\Delta E_{f,f'}}) \mp g_{sh}(x_{n_f,n_f+1})], \quad (9)$$

for lower level. In eqs. (8) and (9) lower signs correspond to $\Delta E_{jj'} < 0$; $x_{n_k,n_k+1} \approx 3kTn^{*3}_k/(2Z^2E_H)$, where $\Delta E_{kk'} = |E_k - E_{k'}|$, n_k is the principal, n^*_k the effective principal quantum number, $E = 3kT/2$ and $(Z-1)$ is the ionic charge.

In comparison with the semiclasical perturbation approach (Sahal-Bréchot, 1969ab), the modified semiempirical approach needs a considerably smaller number of atomic data. In fact, if there are not perturbing levels strongly violating the assumed approximation, for *e.g.* the line width calculations, we need only the energy levels with $\Delta n = 0$ and $\ell_{if} = \ell_{if} \pm 1$, since all perturbing levels with $\Delta n \neq 0$, needed for a full semiclasical investigation are lumped together and approximately estimated.

In order to test the modified semiempirical approach, selected experimental data for 36 multiplets (7 different ion species) of triply−charged ions were compared with theoretical linewidths. The averaged values of the ratios of measured to calculated widths are as follows (Dimitrijević and Konjević, 1980): for doubly charged ions 1.06 ± 0.32 and for triply−charged ions 0.91 ± 0.42. Moreover, the modified semiempirical approach has been tested several times on numerous examples (Dimitrijević, 1990).

For the astrophysical purposes, of particular interest might be the symplified semiempirical formula (Dimitrijević and Konjević, 1987) for Stark widths of isolated, singly, and multiply charged ion lines applicable in the cases when the nearest atomic energy level is so far, that the condition $x_{\mathrm{jj'}} = E/|E_{\mathrm{j'}} - E_{\mathrm{j}}| \leq 2$ is satisfied. In such a cases full width at half maximum is given by the expression (Dimitrijević and Konjević, 1987):

$$W(\mathring{A}) = 2.2151 \times 10^{-8} \frac{\lambda^2(\mathrm{cm}) N(\mathrm{cm}^{-3})}{T^{1/2}(\mathrm{K})} (0.9 - \frac{1.1}{Z}) \sum_{\mathrm{j=i,f}} (\frac{3n^*_{\mathrm{j}}}{2Z})^2 (n^{*2}_{\mathrm{j}} - \ell^2_{\mathrm{j}} - \ell - 1) \quad (10)$$

This expression is of interest for abundance calculations, as well as for stellar atmospherae research, since the validity conditions are often satysfied for stellar plasma conditions.

Similarly, in the case of the shift

$$d(\mathring{A}) = 1.1076 \times 10^{-8} \frac{\lambda^2(\mathrm{cm}) N(\mathrm{cm}^{-3})}{T^{1/2}(\mathrm{K})} (0.9 - \frac{1.1}{Z}) \frac{9}{4Z^2} \times$$

$$\times \& \sum_{\mathrm{j=i,f}} \frac{n_\mathrm{j}^{*} \varepsilon_\mathrm{j}^2}{2\ell_\mathrm{j}+1} \{(\ell_\mathrm{j}+1)[n_\mathrm{j}^{*2} - (\ell_\mathrm{j}+1)^2] - \ell_\mathrm{j}(n_\mathrm{j}^{*2} - \ell_\mathrm{j}^2)\}, \qquad (11)$$

where $\varepsilon = +1$ if j= i and -1 if j= f.

If all levels $\ell_{\mathrm{i,f}} \pm 1$ exist, an additional summation may be performed in equation (11) to obtain

$$d(\mathring{A}) = 1.1076 \times 10^{-8} \frac{\lambda^2(\mathrm{cm}) N(\mathrm{cm}^{-3})}{T^{1/2}(\mathrm{K})} (0.9 - \frac{1.1}{Z}) \frac{9}{4Z^2} \sum_{\mathrm{j=i,f}} \frac{n_\mathrm{j}^{*} \varepsilon_\mathrm{j}^2}{2\ell_\mathrm{j}+1} (n_\mathrm{j}^{*2} - 3\ell_\mathrm{j}^2 - 3\ell_\mathrm{j} - 1). \qquad (12)$$

5. Stark Broadening Parameters Calculations

In spite of the fact that the most sophysticated theoretical method for the calculation of a Stark broadened line profile is the quantum mechanical strong coupling approach, due to its complexity and numerical difficulties, only a small number of such calculations exist. For example, the strong coupling method is used for Li I (2s−2p) (Dimitrijević *et al.* 1981), Ca II (4s−4p and 3d−4p) , (Barnes, 1971; Barnes and Peach, 1970) Mg II (3s−3p) (Barnes, 1971; Bely and Griem, 1970) and Be II (2s−2p) (Sanchez *et al.*, 1973) lines. Recently, Seaton performed close coupling calculations for 42 transitions in Li−like ions Be II, B III, C IV, O VI, Ne VIII (Seaton, 1988) and for transitions $2s^2{}^1S - 2s2p{}^1P^o$, $2s2p{}^3P^o - 2p^2{}^3P$ and $2s2p{}^1P^o - 2p^2{}^1D$ and ^1S in C III, O V and Ne VII (Seaton, 1987b).

In a lot of cases such as *e.g.* complex spectra, heavy elements or transitions between more excited energy levels, the more sophysticated quantum mechanical approach is very difficult or even practically impossible to use and, in such cases, the semiclassical approach remains the most efficient method for Stark broadening calculations.

The existing large scale calculations of Stark broadening parameters were performed by using three different computer codes, developed by (i) Jones, Benett and Griem (Jones *et al.*, 1971; Benett and Griem, 1971; Griem, 1974), (ii) Sahal−Bréchot (1969a,b) and (iii) Bassalo, Cattani and Walder (1982).

In the computer code of Bassalo, Cattani and Walder, so called convergent theory, originally developed by Vainshtein and Sobel'man (1959) has been used. Using the similarity between the Dyson series for S matrix perturbational development and Taylor series for exponential function, this method avoid the divergence in the integration over impact parameter (ρ) when ρ tends to 0.

Comprehensive calculations of Stark broadening parameters of non-hydrogenic neutral and singly ionized atom lines (helium through calcium and cesium) using

the computer code of Jones, Benett and Griem, were published in 1971 and later in 1974 (Jones *et al.*, 1971; Benett and Griem, 1971; Griem, 1974). Using the same code (Griem, 1974) and the version adapted by Dimitrijević for the case of multiply charged ions, data for Br I, Ge I, Hg I, Pb I, Rb I, Cd I, Zn I (Dimitrijević and Konjević, 1983), O II (Dimitrijević, 1982a), O III (Dimitrijević, 1980a), C III (Dimitrijević, 1980b), C IV (Dimitrijević, 1980b; 1988a), N II, N III, N IV (Dimitrijević and Konjević, 1981c), S III, S IV, Cl III (Dimitrijević and Konjević, 1982) and Ti II, Mn II (Dimitrijević, 1982b) have been published. Semiclassical calculations based on the method developed by Sahal–Bréchot (1969a,b) exist for lighter elements such as C, N, Mg, Si (without the contribution of resonances, see *e.g.* Sahal-Bréchot and Segre (1971) and References therein). Data for alkali like ions Be II, Mg II, Ca II, Sr II and Ba II may be found in Fleurier *et al.* (1977), while in Lesage *et al.* (1983) the semiclassical and experimental data for the low–excitation Si II lines have been compared. Using the same semiclassical perturbation method, extensive calculations for 79 neutral helium multiplets (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1984a,b), 62 sodium (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1985a; 1990ab), 51 potasium (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1987; 1990c), 61 lithium (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1991ab), 25 aluminium (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1992a; 1994a), 24 rubidium (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1992b; 1994b), 3 paladium (Dimitrijević 1993a), 19 berrylium (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1992c, 1993a, 1994c), 270 magnesium (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1994def, 1995a, 1996a, 1998a), 31 selenium (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1996bc), 33 strontium (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1996de), 14 barium (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1996f, 1997a) 28 Ca II (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1992d; 1993b), 30 Be II (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1992e,f), 29 Li II ((Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1995b, 1996g), 52 Mg II (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1995c, 1998a), 3 Fe II (Dimitrijevi; 1995a), 2 Ni II (Dimitrijević, 1995b), 64 Ba II (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1996f, 1997a), 19 Si II (Lanz *et al.*, 1988), 23 Al III (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1993cd), 12 B III, 27 Be III (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1996hi), 32 Y III (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1997b, 1998b), 10 Sc III, 10 Ti IV (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1992g), 90 C IV ((Dimitrijević *et al.*, 1991ab; Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1992h), 39 Si IV (Dimitrijević *et al.*, 1991cd), 114 P IV (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1996j, 1997c), 5 O IV, 19 O V (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1995de, Blagojević *et al.*, 1994, 1996), 30 N V (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1992i), 25 C V, 51 P V (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1995f, 1996k), 33 V V (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1998c), 34 S V (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1997d, 1998d), 30 O VI (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1992j), 21 S VI (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1993e), 10 F VII (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1993f), 14 O VII (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1998ef), 20 Ne VIII, 8 Na IX (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1993g, 1994g), 4 Ca IX, 48 Ca X (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1997e, 1998g), 57 Na X (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1998hi), 4 Sc X, 10 Sc XI (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1998jk), 4 Si XI (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1997f, 1998l), 7 Al XI (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1993h, 1994h), 18 Mg XI (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1998ef), 4 Ti XI, 27 Ti XII (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1998jk), 9 Si XII (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1993h, 1994e), 61 Si XIII (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1991997f, 1998l), and 26 V XIII (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1998c) multiplets become available. Data for particular lines of F I (Vujnović *et al.*

1983), Ar II (Dimitrijević and Truong-Bach,1986), Ga II, Ga III (Dimitrijević and Artru, 1986), Cl I, Br I, I I (Djurović *et al.*, 1990), Cu I (Dimitrijević and Vujnović, 1990), Hg II (Dimitrijević, 1992), B II, C III and N IV (Blagojević *et al.*, 1998), S IV (Dimitrijević *et al.*, 1996), N III, F V (Blagojević *et al.*, 1996), also exist.

In order to achieve better accuracy, only transitions where for upper and lower level accurate data for all possible dipolly allowed transitions with at least $\Delta n = 0, \pm 1, \pm 2$ exist, were selected. If additional reliable data on energy levels exist, they are included as well in the calculations. The accuracy of the method is estimated to be ± 20 per cents (Griem, 1974). However, generally shifts are of smaller accuracy than widths. This is particularly significant when shifts are much smaller than widths, since than cancelations between important contributions with different signs may occure, and the accuracy decreases. For transitions involving highly excited levels the effect of the Debye shielding can not be negligible and reduces the widths and shifts. Likewise, at high densities the Debye length decreases and the width and shift linear behaviour with the density is no longer valid.

Extensive calculations by Bassalo, Cattani and Walder obtained using the convergent semiclassical method exist for He I lines. All three methods have been compared with critically selected experimental data for 13 He I multiplets (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1985b). The agreement between experimental and all three semiclassical calculations is within the limits of $\pm 20\%$, what is the predicted accuracy of the semiclassical method (Griem, 1974).

In order to complete as much as possible the needed Stark broadening data, we used the modified semiempirical approach (Dimitrijević, Konjević, 1980, 1981a, 1987; Dimitrijević, Kršljanin, 1986, Dimitrijević, 1988ab) for radiators where there is not a sufficiently complete atomic data set for reliable semiclassical calculations. The width data for the most intensive lines for the following atom and ion species were calculated by us with the help of the modified semiempirical approach: The width data for the most intensive lines for the following atom and ion species are availlable: Ti II, Mn II (Dimitrijević, 1982b), Fe II (Dimitrijević, 1988c), Pt II (Dimitrijević, 1993b), Bi II (Dimitrijević, and Popović, 1994), Zn II, Cd II (Popović *et al.*, 1994), As II, Br II, Sb II, I II (Popović and Dimitrijević, 1996), Xe II (Popović and Dimitrijević, 1996), S III (Dimitrijević *et al.*, 1996), Cu IV (Dimitrijević *et al.*, 1989, 1994), Be III, B III, B IV, C III, C IV, N III, N IV, O III, O IV, F III, Ne III, Ne IV, Na III, Mg IV, Al III, Si III, Si IV, P III, P IV, S III, S IV, Cl III, Cl IV, Ar III, Ar IV (Dimitrijević and Konjević, 1981b; Dimitrijević 1988b); C V, N VI, O V, F V, F VI, Ne V, Ne VI, Al V, Si V, Si VI, P VI, and Cl VI (Dimitrijević, 1993a) and the shift data for Ar II (Kršljanin and Dimitrijević, 1989a,b), Bi II (Dimitrijević, and Popović, 1994), Zn II, Cd II (Popović *et al.*, 1994), As II, Br II, Sb II, I II (Popović and Dimitrijević, 1996a), Xe II (Popović and Dimitrijević, 1996b, 1997a), Y II, Zr II, Sc II (Popović and Dimitrijević, 1996c, 1997a), Mn II, Mn III, Ga III, Ge III, Ge IV (Popović and Dimitrijević, 1997b, 1998a), Kr II (Popović and Dimitrijević, 1998b), lines. Since the accuracy of the shift calculations is lower, shift values are not given when experimental data enabling an additional checking, are not availlable.

6. Regularities and Systematic Trends

When reliable data do not exist, the knowledge on regularities and systematic trends of line broadening parameters can be used for quick acquisition of new data especially when high accuracy of each particular value is not needed.

Regularities and systemic trends for the widths of isolated non−hydrogenic spectral lines in plasmas have been studied recently in a number of papers (see for example Dimitrijević, 1982a; Wiese and Konjević, 1982; Dimitrijević and Peach, 1990; Dimitrijević, 1985; Dimitrijević and Popović, 1989; Purić *et al*, 1980; 1991; Lakićević and Purić, 1983; Vitel *et al.*, 1988; Djeniže *et al.*, 1990; Konjević and Dimitrijević, 1981). The aim of such studies is to find out if regularities and systematic trends can be used to predict line widths and to critically evaluate experimental data. With the suitable use of the knowledge of regularities and systematic trends, we might use the existing experimental and theoretical values for the interpolation of new data needed in stellar spectroscopy. One must take into account however, that the validity of systematic trends and line broadening data is limited to the plasma conditions for which they are derrived and extrapolations are of low accuracy.

Finally, if the theoretical data do not exist, the reviews of critically selected experimental data (Konjević and Roberts, 1976; Konjević and Wiese, 1976; Konjević *et al*, 1984ab; Konjević and Wiese, 1990) may be also very helpful.

References

Barnes K. S.: 1971, J.Phys.B **4**, 1377.

Barnes K.S. and Peach G.: 1970, J.Phys.B **3**, 350.

Bassalo J., Cattani M. and Walder W. S.: 1982, JQSRT **28**, 75.

Bely O. and Griem H. R.: 1970, Phys.Rev.A **1**, 97.

Benett S. M. and Griem H. R.: 1971 Calculated Stark Broadening Parameters for Isolated Spectral Lines from the Atom Helium through Calcium and Cesium, Univ. Maryland , Techn.Rep. No 71−097, College Park, Maryland.

Blagojević, M., Popović, M. V., Konjević, N., Dimitrijević, M. S.: 1994, Phys. Rev. E **50**, 2986.

Blagojević, M., Popović, M. V., Konjević, N., Dimitrijević, M. S.: 1996, Phys. Rev. E **54**, 743.

Blagojević, M., Popović, M. V., Konjević, N., Dimitrijević, M. S.: 1998, J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer,

Dimitrijević M. S.: 1980a, Publ.Obs.Astron.Sarajevo **1**, 215.

Dimitrijević M. S.: 1980b, V ESCAMPIG, Dubrovnik p. 90.

Dimitrijević M. S.: 1982a, Astron.Astrophys. **112**, 251.

Dimitrijević M. S.: 1982b in Sun and Planetary System, eds. W. Fricke and G.Teleki, Astrophys. and Space Library 96, D.Reidel P.C., Dordrecht, Boston, London, p. 101.

Dimitrijević M. S.: 1985, Astron.Astrophys. **145**, 439.

Dimitrijević M. S.: 1988a, Bull.Obs.Astron.Belgrade **139**, 31.

Dimitrijević M. S.: 1988b, Astron. Astrophys. Suppl. Series **76**, 53.

Dimitrijević M. S.: 1988c in Physics of Formation of Fe II Lines Outside LTE, eds. R.Viotti, A.Vitone, M.Friedjung, D.Reidel P.C. p. 211.
Dimitrijević M. S.: 1990 in Accuracy of Element Abundances from Stellar Atmospheres, ed. R.Wehrse, Lecture Notes in Physics 356, Springer, Berlin-Heidelberg p. 31.
Dimitrijević M. S.: 1992, JQSRT **47**, 315.
Dimitrijević M. S.: 1993a, Astron. Astrophys. **100**, 237.
Dimitrijević M. S.: 1993b, Astrophys. Lett. Communications **28**, 385.
Dimitrijević, M. S. : 1995a, Astron. Astrophys. Suppl. Series **111**, 565.
Dimitrijević, M. S.: 1995b, Astron. Astrophys. Suppl. Series **114**, 171.
Dimitrijević, M. S.: 1996, Zh. Prikl. Spektrosk. **63**, 810.
Dimitrijević M. S. and Artru M. C.: 1986 XIII Symp.Phys. Ioniz.Gases, Sibenik, p. 317.
Dimitrijević, M. S., Djeniže, S., Srećković, A., Platiša, M.: 1996, Physica Scripta, **53**, 545.
Dimitrijević M. S., Djurić Z. and Mihajlov A. A.: 1989, J.Phys. Coll. C 1, Suppl. au No 1 **50**, C1-623.
Dimitrijević M. S., Djurić Z. and Mihajlov A. A.: 1994, J.Phys. D **27**, 247.
Dimitrijević M. S., Feautrier N. and Sahal–Bréchot S.: 1981, J.Phys.B **14**, 2559.
Dimitrijević M.S., and Konjević N.: 1980, JQSRT **24**, 451.
Dimitrijević M. S. and Konjević N.: 1981a, in Spectral Line Shapes, Ed. B.Wende, W. de Gruyter, Berlin, New York p. 211.
Dimitrijević M. S. and Konjević N.: 1981b, Astron. Astrophys. **102**, 93.
Dimitrijević M. S. and Konjević N., 1982, JQSRT **27**, 203.
Dimitrijević M. S. and Konjević N., 1983, JQSRT **30**, 45.
Dimitrijević M.S. and Konjević N.: 1986, Astron. Astrophys. **163**, 297.
Dimitrijević M.S. and Konjević N.: 1987, Astron. Astrophys. **172**, 345.
Dimitrijević M.S. and Kršljanin V.: 1986, Astron. Astrophys. **165**, 269.
Dimitrijević M.S. and Peach G.: 1990, Astron.Astrophys. **236**, 261.
Dimitrijević M.S., and Popović M.M.: 1989, Astron.Astrophys. **217**, 201.
Dimitrijević, M. S. and Popović, L. Č.: 1993, Astron. Astrophys. Suppl. Series **101**, 583.
Dimitrijević M.S. and Sahal-Bréchot S.: 1984a, JQSRT **31**, 301.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1984b, Astron. Astrophys. **136**, 289.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1985a, JQSRT **34** 149.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1985b, Phys.Rev.A **31**, 316.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1987, JQSRT **38**, 37.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1989, Bull.Obs. Astron.Belgrade **141**, 57.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1990a, JQSRT **44**, 421.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1990b, Bull.Obs. Astron.Belgrade **142**, 59.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1990c, Bull.Obs. Astron.Belgrade **142**, 29.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1991a, JQSRT **40**, 41.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1991b, Bull.Obs. Astron.Belgrade **143** 29.

Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1992a, Bull.Obs. Astron.Belgrade **146**, 83.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1992b, Bull.Obs. Astron.Belgrade **146**, 97.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1992c, Bull.Obs. Astron.Belgrade **146**, 73.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1992d, Bull. Astron.Belgrade **145**, 81.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1992e, JQSRT **48** 397.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1992f, Bull. Astron.Belgrade **145**, 65.
Dimitrijević M.S. and Sahal-Bréchot S.: 1992g, Astron. Astrophys. Suppl. Series **95**, 121.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1992h, Astron. Astrophys. Suppl. Series **96**, 613.
Dimitrijević M.S. and Sahal-Bréchot S.: 1992i, Astron. Astrophys. Suppl. Series **95**, 109.
Dimitrijević M.S. and Sahal-Bréchot S.: 1992j, Astron. Astrophys. Suppl. Series **93**, 359.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1993a, Bull. Obs. Astron. Belgrade **148**, 65.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1993b, JQSRT **49**, 157.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1993c, Astron. Astrophys. Suppl. Series **99**, 585.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1993d, Bull. Astron.Belgrade **147**, 35.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1993e, Astron. Astrophys. Suppl. Series **100**, 91.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1993f, Astron. Astrophys. Suppl. Series **101**, 587.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1993g, Bull. Astron. Belgrade **148**, 29.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1993h, Bull. Astron. Belgrade **148**, 21.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1994a, Physica Scripta **49**, 34.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1994b, Physica Scripta **49**, 661.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1994c, Astron. Astrophys. Suppl. Series **105**, 243.
Dimitrijević, M. S., and Sahal–Bréchot, S.: 1994d, Bull. Obs. Astron. Belgrade **149**, 31.
Dimitrijević, M. S., and Sahal–Bréchot, S.: 1994e, Bull. Obs. Astron. Belgrade **150** (1994) 121.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1994f, Bull. Obs. Astron. Belgrade **150**, 47.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1994g, Astron. Astrophys. Suppl. Series **107**, 349.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1994h, Astron. Astrophys. Suppl. Series **105**, 245.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1995a, Physica Scripta **52**, 41.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1995b, Bull. Obs. Astron. Belgrade, **151**, 115.

Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1995c, Bull. Obs. Astron. Belgrade **151**, 101.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1995d, Astron. Astrophys. Suppl. Series **109**, 551.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1995e, Bull. Astron. Belgrade **150**, 95.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1995f, Bull. Astron. Belgrade **152**, 99.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1996a, Astron. Astrophys. Suppl. Series **117**, 127.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1996b, Zh. Prikl. Spektrosk. **63**, 853.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1996c, Bull. Astron. Belgrade **154**, 85.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1996d, Astron. Astrophys. Suppl. Series **119**, 529.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1996e, Bull. Astron. Belgrade **153**, 89.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1996f, Bull. Astron. Belgrade **154**, 61.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1996g, Physica Scripta **54**, 50.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1996h, Bull. Astron. Belgrade **153**, 101.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1996i, Astron. Astrophys. Suppl. Series **119**, 369.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1996j, Bull. Astron. Belgrade **154**, 91.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1996k, Astron. Astrophys. Suppl. Series **115**, 351.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1997a, Astron. Astrophys. Suppl. Series **122**, 163.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1997b, Bull. Astron. Belgrade **155**, 145.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1997c, Bull. Astron. Belgrade **122**, 533.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1997d, Bull. Astron. Belgrade **155**, 131.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1997e, Bull. Astron. Belgrade **156**, 149.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1997f, Bull. Astron. Belgrade **156**, 113.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1998a, Physica Scripta, in press.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1998b, Astron. Astrophys. Transactions, in press.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1998c, Atomic Data and Nuclear Data Tables, in press.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1998d, Astron. Astrophys. Suppl. Series, in press.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1998e, Bull. Astron. Belgrade **157**, in press.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1998f, Bull. Astron. Belgrade **157**, in press.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1998g, Astron. Astrophys. Suppl. Series, in press.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1998h, Astron. Astrophys. Suppl. Series, in press.

Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1998i, Bull. Astron. Belgrade **157**, in press.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1998j, Astron. Astrophys. Suppl. Series, in press.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1998k, Bull. Astron. Belgrade **157**, in press.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1998l, Astron. Astrophys. Suppl. Series, in press.
Dimitrijević M.S., Sahal-Bréchot S. and Bommier V.: 1991a, Astron.Astrophys.Suppl.Series **89**, 581.
Dimitrijević M.S., Sahal-Bréchot S. and Bommier V.: 1991b, Bull. Obs.Astron.Belgrade **144**, 65.
Dimitrijević M.S., Sahal-Bréchot S. and Bommier V.: 1991c, Astron. Astrophys. Suppl. Series **89**, 591.
Dimitrijević M.S. Sahal-Bréchot S. and Bommier V.: 1991d, Bull. Obs.Astron.Belgrade **144**, 81.
Dimitrijević M. S. and Truong–Bach: 1986, Z.Naturforsch. **41a**, 772.
Dimitrijević M. S. and Vujnović V.: 1990, Proc. XV SPIG, Dubrovnik, 241.
Djeniže S., Srećković A., Platiša M., Konjević R., Labat J., Purić J.: 1990, Phys.Rev.A **42**, 2379.
Djurović S., Konjević N. and Dimitrijević M. S.: 1990, Z.Phys. D **16**, 255.
Feldman U. and Doschek G. A.: 1977, Astrophys.J. **212**, 913.
Fleurier C., Sahal–Bréchot S. and Chapelle J.: 1977, JQSRT **17**, 595.
Griem H. R.: 1968, Phys.Rev. **165**, 258.
Griem H. R.: 1974, Spectral Line Broadening by Plasmas, Academic Press, New York and London.
Hart, M. H.: 1974, Astrophys. J. **187**, 393.
Hey J. D. and Bryan R. J.: 1977, JQSRT **17**, 221.
Hummer, D. G., Berrington, K. A., Eissner, W., Pradhan, A., Saraph, H. E., Tully, J. A.: 1993, Astron. Astrophys. **279**, 298.
Iglesias C. A., Rogers F. J. and Wilson B.G.: 1990, Astrophys. J. **360**, 221.
Jones W. W. Benett S. M. and Griem H. R.: 1971, Calculated Electron Impact Broadening Parameters for Isolated Spectral Lines from Singly Charged Ions Lithium through Calcium, Univ. Maryland , Techn.Rep. No 71–128, College Park, Maryland.
Konjević N. and Dimitrijević M. S.: 1981 in Spectral Line Shapes I, ed. B.Wende, W.de Gruyter, Berlin, New York p. 211.
Konjević N., Dimitrijević M. S. and Wiese W. L.: 1984a, J.Phys.Chem.Ref.Data **13**, 619.
Konjević N., Dimitrijević M. S. and Wiese W. L.: 1984b, J.Phys.Chem.Ref.Data **13**, 649.
Konjević N. and Roberts D. E.: 1976, J.Phys.Chem.Ref.Data **5**, 209.
Konjević N. and Wiese W. L.: 1976, J.Phys.Chem.Ref.Data **5**, 259.
Konjević and Wiese W.L.: 1990, J.Phys.Chem.Ref.Data **19**, 1307.
Kršljanin V. and Dimitrijević M. S.: 1989a, Bull. Obs. Astron. Belgrade **140**, 7.
Kršljanin V. and Dimitrijević M. S.: 1989b, Z.Phys.D **14**, 273.

Lakićević I.S. and Purić J.: 1983 in Spectral Line Shapes II, ed. K.Burnett, W. de Gruyter, Berlin, New York, p 147.
Lang, K. R. and Willson, R. F.: 1978, Mon. Not. Roy. Astr. Soc. **183**, 5.
Lanz T., Dimitrijević M.S. and Artru M.-C.: 1988, Astron.Astrophys. **192**, 249.
Lesage A., Rathore B. A., Lakićević I.S. and Purić J.: 1983, Phys.Rev.A **28**, 2264.
Oertel, G. K. and Shomo, L. P.: 1968, Astrophys. J. Suppl. Series **16**, 175.
Popović, L. Č. and Dimitrijević, M. S.: 1996a, Physica Scripta, **53**, 325.
Popović, L. Č. and Dimitrijević, M. S.: 1996b, Astron. Astrophys. Suppl. Series **116**, 359.
Popović, L. Č. and Dimitrijević, M. S.: 1996c, Astron. Astrophys. Suppl. Series **120**, 373.
Popović, L. Č. and Dimitrijević, M. S.: 1997a, Bull. Astron. Belgrade **155**, 159.
Popović, L. Č. and Dimitrijević, M. S.: 1997b, Bull. Astron. Belgrade **156**, 137.
Popović, L. Č. and Dimitrijević, M. S.: 1998a, Astron. Astrophys. Suppl. Series, in press.
Popović, L. Č. and Dimitrijević, M. S.: 1998b, Astron. Astrophys. Suppl. Series, in press.
Popović, L. Č., Vince, I. and Dimitrijević, M. S.: 1993, Astron. Astrophys. Suppl. Series **102**, 17.
Popović L. Č. Vince I. Dimitrijević M. S.: 1994, Astron. Astrophys. Suppl. Series **102**, 17.
Purić J., Ćuk M., Dimitrijević M. S. and Lesage A.: 1991, Astrophys.J. **382**, 353.
Purić J., Lakićević, I. S., Glavonjić, V.: 1980, Phys. Lett. **76 A**, 128.
Purić J. Lakićević I. and Glavonjić V. : 1980, Phys.Lett. **76a**, 128.
Sahal-Bréchot S.: 1969a, Astron.Astrophys. **1**, 91.
Sahal-Bréchot S.: 1969b, Astron.Astrophys. **2**, 322.
Sahal–Bréchot S. and Segre S.: 1971, in Highlights of Astronomy 2, ed. C. de Jager, p.566, and Astron. Astrophys. **13**, 161.
Sanchez A., Blaha M. and Jones W. W.: 1973, Phys.Rev.A **8**, 774.
Seaton, M. J.: 1987a, J.Phys. B **20**, 6363.
Seaton M.J.: 1987b, J.Phys.B **20**, 6431.
Seaton M. J.: 1988, J.Phys.B **21**, 3033.
Vainshtein L. A. and Sobel'man I. I.: 1959, Opt.Spektrosk. **6**, 279.
Vince I. and Dimitrijević M. S.: 1985, Publ.Obs.Astron. de Belgrade **33**, 15.
Vince I., Dimitrijević M. S. and Kršljanin V.:1985a in Spectral Line Shapes III, ed. F.Rostas, W.de Gruyter, Berlin, New York, p. 649.
Vince I., Dimitrijević M. S. and Kršljanin V.: 1985b in Progress in Stellar Spectral Line Formation Theory, eds. J.Beckman and L.Crivelari, D.Reidel, Dordrecht, Boston, Lancaster, p.373.
Vitel Y. Skowronek M. Dimitrijević M. S. and Popović M. M.: 1988, Astron.Astrophys. **200**, 285.
Vujnović V., Vadla Č., Lokner V. and Dimitrijević M. S.: 1983, Astron.Astrophys. **123**, 249.
Wiese W.L. and Kelleher, D. E.: 1971, Astrophys. J. **166**, L59.
Wiese W.L. and Konjević N.: 1982, JQSRT **28**, 185.

INFLUENCE OF COLLISIONS WITH CHARGED PARTICLES ON ASTROPHYSICAL SPECTRA *

Milan S. Dimitrijević

Astronomical Observatory, Volgina 7, 11000 Belgrade, Serbia, Yugoslavia

Abstract

The importance of the influence of collisions with charged particles on spectral line shapes (Stark broadening) in various astrophysical problems as e.g. stellar opacities calculations, stellar atmospheres modelling, abundance determinations and diagnostic of different plasmas has been discussed.

Also, a review of semiclassical calculations of Stark broadening parameters and the comparison of different semiclassical procedures is discussed, as well as the agreement with critically selected experimental data and more sophysticated, close coupling calculations. Approximate methods for the calculation of Stark broadening parameters, usefull especially in such astrophysical problems where large scale calculations and analyses must be performed and where only a good average accuracy is expected, have been discussed as well.

1. Introduction

As the typical information in astronomy is obtained by analyzing the radiation, the understanding of astrophysical spectral line shapes is of great importance. It is difficult to state in general terms which transitions are of interest in astrophysics, since the atmospheric composition of a star is not known a priori, and many interesting groups of stars exist with very peculiar abundances as compared to the Sun. Consequently, stellar spectroscopy depends on very extensive list of elements and line transitions with their atomic and line broadening parameters.

The interest for a very extensive list of line broadening data is additionally stimulated by the developement of space astronomy where an extensive amount of spectroscopic information over large spectral regions of all kind of celestial objects has been and will be collected, stimulating the spectral–line–shape research. For our knowledge of stellar spectral lines, of particular importance is the Space Telescope (ST), a 2.4 m telescope launched on 1990. Due to the spectral observations from space, performed by the ST and other instruments in space, the interest not only for abundant, but also for trace elements data increases.

*Presented at the *Seminar on Current Issues of Astronomical and Planetary Environmental Concern*, 5-6 April 1998 Thessaloniki, Hellas (Greece), *Editor :* N. K. Spyrou.

Not only in astrophysics, but also in physics and plasma technology, a number of problems depend on very extensive list of elements and line transitions with their atomic and line broadening parameters. One may mention as examples calculation of stellar opacities, stellar atmospheres modelling and investigations, abundance determinations, interpretation and modelling of stellar spectra, laboratory plasma diagnostic, research and modelling, radiative transfer calculations and investigation of laser produced plasmas and plasmas created in fusion research.

In order to provide the corresponding atomic data for stellar envelope opacities calculations, the international "Opacity project" (Seaton, 1987a), providing essentially data on energy levels and oscillator strengths for a large number of atoms and ions, and a number of photoionisation cross sections and Stark broadening data as well, has been formed in 1984. After the end of this project the subsequent "Iron Project" (Hummer et al, 1993) will provide data on electron impact excitation cross sections for atoms and ions along isoelectronic sequences. In order to complete as much as possible such data needed for astrophysical and laboratory plasma research and stellar opacities calculations an effort is making to provide Stark broadening data for a large set of atoms and ions (Dimitrijević, 1996).

The most sophysticated theoretical method for the calculation of a Stark broadened line profile is of course the quantum mechanical strong coupling approach. However, due to its complexity and numerical difficulties, only a small number of such calculations exist. In a lot of cases such as *e.g.* complex spectra, heavy elements or transitions between more excited energy levels, the more sophysticated quantum mechanical approach is very difficult or even practically impossible to use and, in such cases, the semiclassical approach remains the most efficient method for Stark broadening calculations.

For a number of years, we apply the semiclassical - perturbation formalism (Sahal - Bréchot, 1969ab) for the calculation of Stark broadening parameters, for transitions of all atoms and ions when this method is applicable, when a sufficiently complete set of reliable atomic data exist and the good accuracy of obtained results is expected. The criteria for the selection of respective transitions will be explained latter.

When a sufficiently complete set of reliable atomic data needed for the application of the full semiclassical - perturbation approach does not exist, we apply the modified semiempirical method (Dimitrijević and Konjević, 1980, 1981a, 1987; Dimitrijević and Kršljanin, 1986, Dimitrijević, 1988ab), in order to provide an as much as possible complete set of needed Stark broadening parameter data.

2. Stark Broadening in Astrophysics

Broadening due to interaction between emitter and charged particles (Stark broadening) is dominant in several cases of astrophysical interest. For $T_{\rm eff} > 10^4$K, hydrogen, the main constituent of a stellar atmosphera is mainly ionized, and among collisional broadening mechanisms for spectral lines, the dominant is the Stark effect. This is the case for white dwarfs and hot stars of O, B and A0 type. Even in cooler star atmospheres as *e.g.* Solar one, Stark broadening may be important. For example, the influence of Stark broadening within a spectral series increases with the increase of the principal quantum number of the upper level (Dimitrijević

and Sahal-Bréchot 1984a,b; 1985a) and consequently, Stark broadening contribution may become significant even in the Solar spectrum (Vince and Dimitrijević 1985; Vince et al 1985a,b).

Another case where the Stark broadening is the dominant pressure broadening mechanism are radio recombination lines from interstellar clouds of ionized and neutral hydrogen, where principal quantum number n may have a value of several hundreds. In such atoms, the optical electron is far from the nucleus and very sensitive to the weak electric field fluctuations. The Stark broadening is the main collisional broadening mechanism in this case.

For example Stark broadening has been detected in the radio frequency recombination lines emitted by the emission nebula W51 (Lang and Willson, 1978), and used for the electron density determination.

Stark broadening is also needed for the stellar plasma modeling, spectrum synthesis and the understanding of qualitative effects that one can see on spectrograms. An example is the Stark shift in the spectra of white dwarfs which made difficulties in the interpretation of the Einstein shift, determined by using helium lines (Wiese and Kelleher, 1971).

As another example one can mention the Solar limb effect. Careful measurements of the Fraunhofer lines show a small but systematic red shift across the Solar disk (as compared with their wavelength at the center) reaching a maximum on the limb. Appart from radial hypothesis for explanation of this effect (see e.g. Hart, 1974) there are attempts to explain it partially or completely as a consequence of collisions between the absorbing atoms and surrounding particles (see e.g. Hart, 1974 or Vince et al. 1985b).

Observed spectral lines may be used for determining the electron temperatures and the density in astrophysical sources. Especialy high member Balmer series lines may be used as a powerful diagnostic tool in studying stellar atmospheres. For example, in Feldman and Doschek (1977), profiles of Balmer series members with the principal quantum number n between 16 and 32 (strongly influenced by Stark effect) have been used to determine the electron density and the temperature over an active Solar region. In cooler stars, such as the Sun, the line intensity is a good measure of the effective temperature. In atmospheres of O and B stars, and also of some white dwarfs and A0 type stars hydrogen is mainly ionized and the main collisional broadening mechanism is Stark broadening. In such a case, the atmospheric pressure P is proportional to the electron density N at a fixed temperature. From the hydrostatic equation we can now deduce the surface gravity g. Total pressure P is proportional to g^k (the coefficient k is different for different particles).

Reliable Stark broadening data are also needed for the determination of chemical abundances of elements from equivalent widths (W) of absorption lines. If the line is very weak, the problem is quite straightforward, since W (in wavelength units) is proportional to the abundance ratio of the element to hydrogen, multiplied by the oscillator strength of the transition

$$(W/\lambda)_{weak} = X = \frac{N_M}{N_H} f\lambda \int \phi(\tau) d\tau$$

where $\phi(\tau)$ is a contribution function depending on the structure of the stellar

atmosphere and the relevant states of excitation and ionization and τ is the optical depth in the continuum. If the line is not weak, the situation is much more complicated. The relationship between X and (W/λ) is described by the curve of growth, whose shape depends on the amount of line broadening due to both Doppler and pressure effects. The curve has three main branches:

$$\text{Linear (unsaturated): } (W/\lambda) = X$$

$$\text{Flat (saturated): } (W/\lambda) = 3v_D/c$$

$$\text{Damping branch: } (W/\lambda) = (\lambda X \gamma/\pi c)^{1/2}$$

Here, γ is the damping (pressure broadening) parameter and v_D the velocity corresponding to the given Doppler width.

Pressure broadening data are also required for the estimation of the radiative transfer through the stellar plasmas, especially in subphotospheric layers as well as for opacity calculations. In such a case data for especially large numbers of lines are needed. An illustrative example might be the article on the calculation of opacities for classical cepheid models (Iglesias et al. 1990), where 11,996.532 spectral lines have been taken into account(45 lines of H, 45 of He, 638 of C, 54 of N, 2390 of O, 16030 of Ne, 50170 of Na, 105700 of Mg, 145200 of Al, 133700 of Si, 12560 of Ar and 11,530.000 of Fe), and where Stark broadening is important.

Taking the above said into account one can conclude that spectral line shapes enter the analysis of a stellar spectrum essentially in two ways:

a) Selected lines from which we may derive information about stellar parameters require reliable line shape theory (the semiclassical or quantum mechanical one) and the data of high accuracy for the contribution of the main broadening mechanism.

b) For the bulk of ($> 10^6$) lines, as well as for smaller contributions to the main broadening mechanisms, broadening parameters of only modest accuracy are sufficient. Such lines only add together to the total absorption coefficient, which determines the atmospheric stratification, and we need only the good average accuracy while the accuracy for a particular line is not so important. Consequently, approximate theories or estimations using regularities and systematic trends may be very useful for such cases.

3. The Semiclassical - Perturbation Approach

Within the semiclassical - perturbation approach, Stark full width (W) at the intensity half maximum (FWHM) and shift (d) of an isolated spectral line, may be expressed as (Sahal-Bréchot, 1969ab; Dimitrijević, Sahal-Bréchot, Bommier, 1991a)

$$W = N \int v f(v) dv (\sum_{i' \neq i} \sigma_{ii'}(v) + \sum_{f' \neq f} \sigma_{ff'}(v) + \sigma_{el}) + W_R$$

$$d = N \int v f(v) dv \int_{R_3}^{R_D} 2\pi \rho d\rho \sin 2\phi_p \qquad (1)$$

where N is the electron density, $f(v)$ the Maxwellian velocity distribution function for electrons, ρ denotes the impact parameter of the incoming electron, i and f denote the initial and final atomic energy levels, and i', f' their corresponding perturber levels, while W_R gives the contribution of the Feshbach resonances (see *e.g.* Dimitrijević, Sahal-Bréchot, Bommier, 1991a). The inelastic cross section $\sigma_{j,j'}(v)$ can be expressed by an integral over the impact parameter of the transition probability $P_{jj'}(\rho, v)$ as

$$\sum_{i' \neq i} \sigma_{jj'}(v) = \frac{1}{2}\pi R^2 + \int_{R_1}^{R_D} \sum_{j \neq j'} P_{jj'}(\rho, v), j = i, f \tag{2}$$

and the elastic cross section is given by

$$\sigma_{el} = 2\pi R_2^2 + \int_{R_2}^{R_D} 8\pi \rho d\rho \sin^2 \delta$$

$$\delta = (\phi_p^2 + \phi_q^2)^{1/2}. \tag{3}$$

The phase shifts ϕ_p and ϕ_q due respectively to the polarisation potential (r^{-4}) and to the quadrupolar potential (r^{-3}), are given in Section 3 of Chapter 2 in Sahal-Bréchot (1969a). R_D is the Debye radius. All the cut-offs R_1, R_2, R_3 are described in Section 1 of Chapter 3 in Sahal-Bréchot (1969b).

The formulae for the ion-impact widths and shifts are analogous. We note here that the inelastic collision contribution to the ion-impact widths is included as well.

The semiclassical - perturbation approach has been tested with critically selected experimental data for 13 He I multiplets [11] and it was found that the averaged ratio of experimental and theoretical data is 1.17 ± 0.04 for widths and 1.07 ± 0.04 for shifts. One can see that for helium, the agreement between experimental and semiclassical data is well within the limits of 20 percents, what is the predicted accuracy of the semiclassical method (Griem, 1974).

4. The Modified Semiempirical Method

Whenever line broadening data for a large number of lines are required, and the high precision of every particular result is not so important, simple approximative formulae with good average accuracy may be very useful. Moreover, in the case of more complex atoms or multiply charged ions the lack of the accurate atomic data needed for more sophysticated calculations, makes that the reliability of the semiclassical results decreases. In such cases approximate methods might be very interesting.

We might devide all approximate methods for calculations of Stark broadening parameters in the three groups. In the first one are methods where the most complicated part of the calculation, the cross sections for the corresponding dipole transitions are calculated using averaged experimental (*e.g.* Griem, 1968; Dimitrijević and Konjević, 1980, 1981ab; 1987; Dimitrijević and Kršljanin, 1986; Dimitrijević, 1988b; Hey and Bryan, 1977) or theoretical (Seaton, 1987b) data. In the second group, one might put methods where the most complicated part is obtained by the

symplifications in the more sophysticated theory (*e.g.* Griem, 1974) or *e.g.* by interpolation between theoretically simpler limits (*e.g.* Dimitrijević and Konjević, 1986). In the third group are the possibilities for the interpolation of new data by using regularities and systematic trends (*e.g.* Wiese and Konjević, 1982; Dimitrijević and Peach, 1990; Dimitrijević, 1985; Dimitrijević and Popović, 1989; Purić *et al*, 1980; 1991; Lakićević and Purić, 1983; Vitel *et al.*, 1988; Djeniže *et al.*, 1990).

One of such approximate methods, useful when a lot of data with a good average accuracy are needed or when it is not possible to obtain reliable semiclassical results is the modified semiempirical method (Dimitrijević and Konjević, 1980, 1981a, 1987; Dimitrijević and Kršljanin, 1986, Dimitrijević, 1988ab). According to this method, the electron impact full width (FHWM) of an ion line is given as

$$W_{MSE} = N\frac{8\pi}{3}\frac{\hbar^2}{m^2}\left(\frac{2m}{\pi kT}\right)^{1/2}\frac{\pi}{\sqrt{3}}\cdot\{\sum_{\ell_i\pm1}\mathbf{R}^2[n_i\ell_i, n_i(\ell_i\pm1)]\tilde{g}\left(\frac{E}{\Delta E_{\ell_i,\ell_i\pm1}}\right)+$$

$$+\sum_{\ell_f\pm1}\mathbf{R}^2[n_f\ell_f, n_f(\ell_f\pm1)]\tilde{g}\left(\frac{E}{\Delta E_{\ell_f,\ell_f\pm1}}\right)+\left(\sum_{i'}\mathbf{R}^2_{ii'}\right)_{\Delta n\neq0}g(x_{n_i,n_i+1})+ \qquad (4)$$

$$+\left(\sum_{f'}\mathbf{R}^2_{ff'}\right)_{\Delta n\neq0}g(x_{n_f,n_f+1})\},$$

and the corresponding Stark shift as

$$d = N\frac{4\pi}{3}\frac{\hbar^2}{m^2}\left(\frac{2m}{\pi kT}\right)^{1/2}\frac{\pi}{\sqrt{3}}\cdot\{\varepsilon_{\ell_i,\ell_i+1}\mathbf{R}^2[n_i\ell_i, n_i(\ell_i+1)]\tilde{g}_{sh}\left(\frac{E}{\Delta E_{\ell_i,\ell_i+1}}\right)-$$

$$-\varepsilon_{\ell_i,\ell_i-1}\mathbf{R}^2[n_i\ell_i, n_i(\ell_i-1)]\tilde{g}_{sh}\left(\frac{E}{\Delta E_{\ell_i,\ell_i-1}}\right)-\varepsilon_{\ell_f,\ell_f+1}\mathbf{R}^2[n_f\ell_f, n_f(\ell_f+1)]\tilde{g}_{sh}\left(\frac{E}{\Delta E_{\ell_f,\ell_f+1}}\right)+$$

$$+\varepsilon_{\ell_f,\ell_f-1}\mathbf{R}^2[n_f\ell_f, n_f(\ell_f-1)]\tilde{g}_{sh}\left(\frac{E}{\Delta E_{\ell_f,\ell_f-1}}\right)+\left(\sum_{i'}\mathbf{R}^2_{ii'}\right)_{\Delta n\neq0}g_{sh}(x_{n_i}, x_{n_i+1})-$$

$$-2\sum_{i'(\Delta E_{ii'}<0)}\mathbf{R}^2_{ii',\Delta n\neq0}g_{sh}\left(\frac{E}{\Delta E_{n_i,\ell_i,n_{i'}\ell_{i'}}}\right)-\left(\sum_{f'}\mathbf{R}^2_{ff'}\right)_{\Delta n\neq0}g_{sh}(x_{n_f}, x_{n_f+1})+ \qquad (5)$$

$$+2\sum_{f'(\Delta E_{ff'}<0)}\mathbf{R}^2_{ii',\Delta n\neq0}g_{sh}\left(\frac{E}{\Delta E_{n_f,\ell_f,n_{f'}\ell_{f'}}}\right)+\sum_k\delta_k\}$$

where the square of the matrix element $\{\mathbf{R}^2[n_k\ell_k, n_k(\ell_k\pm1)],\quad k=i,f\}$ is

$$\mathbf{R}^2[n_k\ell_k, n_k(\ell_k\pm1)] = \left(\frac{3n_k^*}{2Z}\right)^2\frac{\ell_>}{2\ell_k+1}(n_k^{*2}-\ell_k^2)\Phi^2(n^{*2}_{\ell_k-1}, n^{*2}_{\ell_k}, \ell_k) \qquad (6)$$

and

$$(\sum_{k'} \mathbf{R}^2_{kk'})_{\Delta n \neq 0} = (\frac{3n^*_k}{2Z})^2 \frac{1}{9}(n^{*2}_k + 3\ell^2_k + 3\ell_k + 11) \quad (7)$$

Here $\ell_> = \max(\ell_k, \ell_{k'})$, and with ℓ is denoted the angular momentum quantum number.

In Eqs. (4 - 7) Φ^2 is the Bates-Damgaard factor tabulated *e.g.* in Oertel and Shomo (1968). Here, $g(x), g_{sh}(x)_{sh}$ and $\widetilde{g}(x), \widetilde{g}_{sh}(x)$ are the semiempirical (Griem, 1968, 1974) and the modified semiempirical (Dimitrijević and Konjević, 1980; Dimitrijević and Kršljanin. 1986) Gaunt factors for Stark width and shift, respectively. The factor $\varepsilon_{kk'} = (E_{k'} - E_k)/|E_{k'} - E_k|$, where E_k and $E_{k'}$ are the energy of the considered and its pertubing level. The sum $\sum_k \delta_k$ is different from zero only if perturbing levels strongly violating the assumed approximations exist and may be evaluated as

$$\delta_i = \pm \mathbf{R}^2_{ii'}[g_{sh}(\frac{E}{\Delta E_{i,i'}}) \mp g_{sh}(x_{n_i,n_i+1})], \quad (8)$$

for upper level, and

$$\delta_f = \mp \mathbf{R}^2_{ff'}[g_{sh}(\frac{E}{\Delta E_{f,f'}}) \mp g_{sh}(x_{n_f,n_f+1})], \quad (9)$$

for lower level. In eqs. (8) and (9) lower signs correspond to $\Delta E_{jj'} < 0$; $x_{n_k,n_k+1} \approx 3kTn^{*3}_k/(2Z^2E_H)$, where $\Delta E_{kk'} = |E_k - E_{k'}|$, n_k is the principal, n^*_k the effective principal quantum number, $E = 3kT/2$ and $(Z-1)$ is the ionic charge.

In comparison with the semiclasical perturbation approach (Sahal-Bréchot, 1969ab), the modified semiempirical approach needs a considerably smaller number of atomic data. In fact, if there are not perturbing levels strongly violating the assumed approximation, for *e.g.* the line width calculations, we need only the energy levels with $\Delta n = 0$ and $\ell_{if} = \ell_{if} \pm 1$, since all perturbing levels with $\Delta n \neq 0$, needed for a full semiclasical investigation are lumped together and approximately estimated.

In order to test the modified semiempirical approach, selected experimental data for 36 multiplets (7 different ion species) of triply−charged ions were compared with theoretical linewidths. The averaged values of the ratios of measured to calculated widths are as follows (Dimitrijević and Konjević, 1980): for doubly charged ions 1.06 ± 0.32 and for triply−charged ions 0.91 ± 0.42. Moreover, the modified semiempirical approach has been tested several times on numerous examples (Dimitrijević, 1990).

For the astrophysical purposes, of particular interest might be the symplified semiempirical formula (Dimitrijević and Konjević, 1987) for Stark widths of isolated, singly, and multiply charged ion lines applicable in the cases when the nearest atomic energy level is so far, that the condition $x_{\mathrm{jj'}} = E/|E_{\mathrm{j'}} - E_{\mathrm{j}}| \leq 2$ is satisfied. In such a cases full width at half maximum is given by the expression (Dimitrijević and Konjević, 1987):

$$W(\mathring{A}) = 2.2151 \times 10^{-8} \frac{\lambda^2(\mathrm{cm})N(\mathrm{cm}^{-3})}{T^{1/2}(\mathrm{K})}(0.9 - \frac{1.1}{Z}) \sum_{\mathrm{j=i,f}} (\frac{3n^*_{\mathrm{j}}}{2Z})^2 (n^{*2}_{\mathrm{j}} - \ell^2_{\mathrm{j}} - \ell - 1) \quad (10)$$

This expression is of interest for abundance calculations, as well as for stellar atmospherae research, since the validity conditions are often satysfied for stellar plasma conditions.

Similarly, in the case of the shift

$$d(\mathring{A}) = 1.1076 \times 10^{-8} \frac{\lambda^2(\mathrm{cm}) N(\mathrm{cm}^{-3})}{T^{1/2}(\mathrm{K})} (0.9 - \frac{1.1}{Z}) \frac{9}{4Z^2} \times$$

$$\times \& \sum_{\mathrm{j=i,f}} \frac{n_\mathrm{j}^* \varepsilon_\mathrm{j}^2}{2\ell_\mathrm{j}+1} \{(\ell_\mathrm{j}+1)[n_\mathrm{j}^{*2} - (\ell_\mathrm{j}+1)^2] - \ell_\mathrm{j}(n_\mathrm{j}^{*2} - \ell_\mathrm{j}^2)\}, \qquad (11)$$

where $\varepsilon = +1$ if j= i and -1 if j= f.

If all levels $\ell_{\mathrm{i,f}} \pm 1$ exist, an additional summation may be performed in equation (11) to obtain

$$d(\mathring{A}) = 1.1076 \times 10^{-8} \frac{\lambda^2(\mathrm{cm}) N(\mathrm{cm}^{-3})}{T^{1/2}(\mathrm{K})} (0.9 - \frac{1.1}{Z}) \frac{9}{4Z^2} \sum_{\mathrm{j=i,f}} \frac{n_\mathrm{j}^* \varepsilon_\mathrm{j}^2}{2\ell_\mathrm{j}+1} (n_\mathrm{j}^{*2} - 3\ell_\mathrm{j}^2 - 3\ell_\mathrm{j} - 1). \qquad (12)$$

5. Stark Broadening Parameters Calculations

In spite of the fact that the most sophysticated theoretical method for the calculation of a Stark broadened line profile is the quantum mechanical strong coupling approach, due to its complexity and numerical difficulties, only a small number of such calculations exist. For example, the strong coupling method is used for Li I (2s−2p) (Dimitrijević *et al.* 1981), Ca II (4s−4p and 3d−4p) , (Barnes, 1971; Barnes and Peach, 1970) Mg II (3s−3p) (Barnes, 1971; Bely and Griem, 1970) and Be II (2s−2p) (Sanchez *et al.*, 1973) lines. Recently, Seaton performed close coupling calculations for 42 transitions in Li−like ions Be II, B III, C IV, O VI, Ne VIII (Seaton, 1988) and for transitions $2s^{21}S - 2s2p^1P^o$, $2s2p^3P^o - 2p^{23}P$ and $2s2p^1P^o - 2p^{21}D$ and ^1S in C III, O V and Ne VII (Seaton, 1987b).

In a lot of cases such as *e.g.* complex spectra, heavy elements or transitions between more excited energy levels, the more sophysticated quantum mechanical approach is very difficult or even practically impossible to use and, in such cases, the semiclassical approach remains the most efficient method for Stark broadening calculations.

The existing large scale calculations of Stark broadening parameters were performed by using three different computer codes, developed by (i) Jones, Benett and Griem (Jones *et al.*, 1971; Benett and Griem, 1971; Griem, 1974), (ii) Sahal−Bréchot (1969a,b) and (iii) Bassalo, Cattani and Walder (1982).

In the computer code of Bassalo, Cattani and Walder, so called convergent theory, originally developed by Vainshtein and Sobel'man (1959) has been used. Using the similarity between the Dyson series for S matrix perturbational development and Taylor series for exponential function, this method avoid the divergence in the integration over impact parameter (ρ) when ρ tends to 0.

Comprehensive calculations of Stark broadening parameters of non-hydrogenic neutral and singly ionized atom lines (helium through calcium and cesium) using

the computer code of Jones, Benett and Griem, were published in 1971 and later in 1974 (Jones *et al.*, 1971; Benett and Griem, 1971; Griem, 1974). Using the same code (Griem, 1974) and the version adapted by Dimitrijević for the case of multiply charged ions, data for Br I, Ge I, Hg I, Pb I, Rb I, Cd I, Zn I (Dimitrijević and Konjević, 1983), O II (Dimitrijević, 1982a), O III (Dimitrijević, 1980a), C III (Dimitrijević, 1980b), C IV (Dimitrijević, 1980b; 1988a), N II, N III, N IV (Dimitrijević and Konjević, 1981c), S III, S IV, Cl III (Dimitrijević and Konjević, 1982) and Ti II, Mn II (Dimitrijević, 1982b) have been published. Semiclassical calculations based on the method developed by Sahal–Bréchot (1969a,b) exist for lighter elements such as C, N, Mg, Si (without the contribution of resonances, see *e.g.* Sahal-Bréchot and Segre (1971) and References therein). Data for alkali like ions Be II, Mg II, Ca II, Sr II and Ba II may be found in Fleurier *et al.* (1977), while in Lesage *et al.* (1983) the semiclassical and experimental data for the low–excitation Si II lines have been compared. Using the same semiclassical perturbation method, extensive calculations for 79 neutral helium multiplets (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1984a,b), 62 sodium (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1985a; 1990ab), 51 potasium (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1987; 1990c), 61 lithium (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1991ab), 25 aluminium (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1992a; 1994a), 24 rubidium (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1992b; 1994b), 3 paladium (Dimitrijević 1993a), 19 berrylium (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1992c, 1993a, 1994c), 270 magnesium (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1994def, 1995a, 1996a, 1998a), 31 selenium (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1996bc), 33 strontium (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1996de), 14 barium (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1996f, 1997a) 28 Ca II (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1992d; 1993b), 30 Be II (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1992e,f), 29 Li II ((Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1995b, 1996g), 52 Mg II (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1995c, 1998a), 3 Fe II (Dimitrijevi; 1995a), 2 Ni II (Dimitrijević, 1995b), 64 Ba II (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1996f, 1997a), 19 Si II (Lanz *et al.*, 1988), 23 Al III (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1993cd), 12 B III, 27 Be III (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1996hi), 32 Y III (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1997b, 1998b), 10 Sc III, 10 Ti IV (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1992g), 90 C IV ((Dimitrijević *et al.*, 1991ab; Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1992h), 39 Si IV (Dimitrijević *et al.*, 1991cd), 114 P IV (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1996j, 1997c), 5 O IV, 19 O V (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1995de, Blagojević *et al.*, 1994, 1996), 30 N V (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1992i), 25 C V, 51 P V (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1995f, 1996k), 33 V V (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1998c), 34 S V (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1997d, 1998d), 30 O VI (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1992j), 21 S VI (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1993e), 10 F VII (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1993f), 14 O VII (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1998ef), 20 Ne VIII, 8 Na IX (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1993g, 1994g), 4 Ca IX, 48 Ca X (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1997e, 1998g), 57 Na X (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1998hi), 4 Sc X, 10 Sc XI (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1998jk), 4 Si XI (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1997f, 1998l), 7 Al XI (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1993h, 1994h), 18 Mg XI (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1998ef), 4 Ti XI, 27 Ti XII (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1998jk), 9 Si XII (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1993h, 1994e), 61 Si XIII (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1991997f, 1998l), and 26 V XIII (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1998c) multiplets become available. Data for particular lines of F I (Vujnović *et al.*

1983), Ar II (Dimitrijević and Truong-Bach,1986), Ga II, Ga III (Dimitrijević and Artru, 1986), Cl I, Br I, I I (Djurović *et al.*, 1990), Cu I (Dimitrijević and Vujnović, 1990), Hg II (Dimitrijević, 1992), B II, C III and N IV (Blagojević *et al.*, 1998), S IV (Dimitrijević *et al.*, 1996), N III, F V (Blagojević *et al.*, 1996), also exist.

In order to achieve better accuracy, only transitions where for upper and lower level accurate data for all possible dipolly allowed transitions with at least $\Delta n = 0, \pm 1, \pm 2$ exist, were selected. If additional reliable data on energy levels exist, they are included as well in the calculations. The accuracy of the method is estimated to be ± 20 per cents (Griem, 1974). However, generally shifts are of smaller accuracy than widths. This is particularly significant when shifts are much smaller than widths, since than cancelations between important contributions with different signs may occure, and the accuracy decreases. For transitions involving highly excited levels the effect of the Debye shielding can not be negligible and reduces the widths and shifts. Likewise, at high densities the Debye length decreases and the width and shift linear behaviour with the density is no longer valid.

Extensive calculations by Bassalo, Cattani and Walder obtained using the convergent semiclassical method exist for He I lines. All three methods have been compared with critically selected experimental data for 13 He I multiplets (Dimitrijević and Sahal-Bréchot, 1985b). The agreement between experimental and all three semiclassical calculations is within the limits of $\pm 20\%$, what is the predicted accuracy of the semiclassical method (Griem, 1974).

In order to complete as much as possible the needed Stark broadening data, we used the modified semiempirical approach (Dimitrijević, Konjević, 1980, 1981a, 1987; Dimitrijević, Kršljanin, 1986, Dimitrijević, 1988ab) for radiators where there is not a sufficiently complete atomic data set for reliable semiclassical calculations. The width data for the most intensive lines for the following atom and ion species were calculated by us with the help of the modified semiempirical approach: The width data for the most intensive lines for the following atom and ion species are availlable: Ti II, Mn II (Dimitrijević, 1982b), Fe II (Dimitrijević, 1988c), Pt II (Dimitrijević, 1993b), Bi II (Dimitrijević, and Popović, 1994), Zn II, Cd II (Popović *et al.*, 1994), As II, Br II, Sb II, I II (Popović and Dimitrijević, 1996), Xe II (Popović and Dimitrijević, 1996), S III (Dimitrijević *et al.*, 1996), Cu IV (Dimitrijević *et al.*, 1989, 1994), Be III, B III, B IV, C III, C IV, N III, N IV, O III, O IV, F III, Ne III, Ne IV, Na III, Mg IV, Al III, Si III, Si IV, P III, P IV, S III, S IV, Cl III, Cl IV, Ar III, Ar IV (Dimitrijević and Konjević, 1981b; Dimitrijević 1988b); C V, N VI, O V, F V, F VI, Ne V, Ne VI, Al V, Si V, Si VI, P VI, and Cl VI (Dimitrijević, 1993a) and the shift data for Ar II (Kršljanin and Dimitrijević, 1989a,b), Bi II (Dimitrijević, and Popović, 1994), Zn II, Cd II (Popović *et al.*, 1994), As II, Br II, Sb II, I II (Popović and Dimitrijević, 1996a), Xe II (Popović and Dimitrijević, 1996b, 1997a), Y II, Zr II, Sc II (Popović and Dimitrijević, 1996c, 1997a), Mn II, Mn III, Ga III, Ge III, Ge IV (Popović and Dimitrijević, 1997b, 1998a), Kr II (Popović and Dimitrijević, 1998b), lines. Since the accuracy of the shift calculations is lower, shift values are not given when experimental data enabling an additional checking, are not availlable.

6. Regularities and Systematic Trends

When reliable data do not exist, the knowledge on regularities and systematic trends of line broadening parameters can be used for quick acquisition of new data especially when high accuracy of each particular value is not needed.

Regularities and systemic trends for the widths of isolated non−hydrogenic spectral lines in plasmas have been studied recently in a number of papers (see for example Dimitrijević, 1982a; Wiese and Konjević, 1982; Dimitrijević and Peach, 1990; Dimitrijević, 1985; Dimitrijević and Popović, 1989; Purić *et al*, 1980; 1991; Lakićević and Purić, 1983; Vitel *et al.*, 1988; Djeniže *et al.*, 1990; Konjević and Dimitrijević, 1981). The aim of such studies is to find out if regularities and systematic trends can be used to predict line widths and to critically evaluate experimental data. With the suitable use of the knowledge of regularities and systematic trends, we might use the existing experimental and theoretical values for the interpolation of new data needed in stellar spectroscopy. One must take into account however, that the validity of systematic trends and line broadening data is limited to the plasma conditions for which they are derrived and extrapolations are of low accuracy.

Finally, if the theoretical data do not exist, the reviews of critically selected experimental data (Konjević and Roberts, 1976; Konjević and Wiese, 1976; Konjević *et al*, 1984ab; Konjević and Wiese, 1990) may be also very helpful.

References

Barnes K. S.: 1971, J.Phys.B **4**, 1377.

Barnes K.S. and Peach G.: 1970, J.Phys.B **3**, 350.

Bassalo J., Cattani M. and Walder W. S.: 1982, JQSRT **28**, 75.

Bely O. and Griem H. R.: 1970, Phys.Rev.A **1**, 97.

Benett S. M. and Griem H. R.: 1971 Calculated Stark Broadening Parameters for Isolated Spectral Lines from the Atom Helium through Calcium and Cesium, Univ. Maryland , Techn.Rep. No 71−097, College Park, Maryland.

Blagojević, M., Popović, M. V., Konjević, N., Dimitrijević, M. S.: 1994, Phys. Rev. E **50**, 2986.

Blagojević, M., Popović, M. V., Konjević, N., Dimitrijević, M. S.: 1996, Phys. Rev. E **54**, 743.

Blagojević, M., Popović, M. V., Konjević, N., Dimitrijević, M. S.: 1998, J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer,

Dimitrijević M. S.: 1980a, Publ.Obs.Astron.Sarajevo **1**, 215.

Dimitrijević M. S.: 1980b, V ESCAMPIG, Dubrovnik p. 90.

Dimitrijević M. S.: 1982a, Astron.Astrophys. **112**, 251.

Dimitrijević M. S.: 1982b in Sun and Planetary System, eds. W. Fricke and G.Teleki, Astrophys. and Space Library 96, D.Reidel P.C., Dordrecht, Boston, London, p. 101.

Dimitrijević M. S.: 1985, Astron.Astrophys. **145**, 439.

Dimitrijević M. S.: 1988a, Bull.Obs.Astron.Belgrade **139**, 31.

Dimitrijević M. S.: 1988b, Astron. Astrophys. Suppl. Series **76**, 53.

Dimitrijević M. S.: 1988c in Physics of Formation of Fe II Lines Outside LTE, eds. R.Viotti, A.Vitone, M.Friedjung, D.Reidel P.C. p. 211.
Dimitrijević M. S.: 1990 in Accuracy of Element Abundances from Stellar Atmospheres, ed. R.Wehrse, Lecture Notes in Physics 356, Springer, Berlin-Heidelberg p. 31.
Dimitrijević M. S.: 1992, JQSRT **47**, 315.
Dimitrijević M. S.: 1993a, Astron. Astrophys. **100**, 237.
Dimitrijević M. S.: 1993b, Astrophys. Lett. Communications **28**, 385.
Dimitrijević, M. S. : 1995a, Astron. Astrophys. Suppl. Series **111**, 565.
Dimitrijević, M. S.: 1995b, Astron. Astrophys. Suppl. Series **114**, 171.
Dimitrijević, M. S.: 1996, Zh. Prikl. Spektrosk. **63**, 810.
Dimitrijević M. S. and Artru M. C.: 1986 XIII Symp.Phys. Ioniz.Gases, Sibenik, p. 317.
Dimitrijević, M. S., Djeniže, S., Srećković, A., Platiša, M.: 1996, Physica Scripta, **53**, 545.
Dimitrijević M. S., Djurić Z. and Mihajlov A. A.: 1989, J.Phys. Coll. C 1, Suppl. au No 1 **50**, C1-623.
Dimitrijević M. S., Djurić Z. and Mihajlov A. A.: 1994, J.Phys. D **27**, 247.
Dimitrijević M. S., Feautrier N. and Sahal–Bréchot S.: 1981, J.Phys.B **14**, 2559.
Dimitrijević M.S., and Konjević N.: 1980, JQSRT **24**, 451.
Dimitrijević M. S. and Konjević N.: 1981a, in Spectral Line Shapes, Ed. B.Wende, W. de Gruyter, Berlin, New York p. 211.
Dimitrijević M. S. and Konjević N.: 1981b, Astron. Astrophys. **102**, 93.
Dimitrijević M. S. and Konjević N., 1982, JQSRT **27**, 203.
Dimitrijević M. S. and Konjević N., 1983, JQSRT **30**, 45.
Dimitrijević M.S. and Konjević N.: 1986, Astron. Astrophys. **163**, 297.
Dimitrijević M.S. and Konjević N.: 1987, Astron. Astrophys. **172**, 345.
Dimitrijević M.S. and Kršljanin V.: 1986, Astron. Astrophys. **165**, 269.
Dimitrijević M.S. and Peach G.: 1990, Astron.Astrophys. **236**, 261.
Dimitrijević M.S., and Popović M.M.: 1989, Astron.Astrophys. **217**, 201.
Dimitrijević, M. S. and Popović, L. Č.: 1993, Astron. Astrophys. Suppl. Series **101**, 583.
Dimitrijević M.S. and Sahal-Bréchot S.: 1984a, JQSRT **31**, 301.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1984b, Astron. Astrophys. **136**, 289.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1985a, JQSRT **34** 149.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1985b, Phys.Rev.A **31**, 316.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1987, JQSRT **38**, 37.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1989, Bull.Obs. Astron.Belgrade **141**. 57.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1990a, JQSRT **44**, 421.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1990b, Bull.Obs. Astron.Belgrade **142**. 59.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1990c, Bull.Obs. Astron.Belgrade **142**. 29.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1991a, JQSRT **40**, 41.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1991b, Bull.Obs. Astron.Belgrade **143** 29.

Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1992a, Bull.Obs. Astron.Belgrade **146**, 83.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1992b, Bull.Obs. Astron.Belgrade **146**, 97.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1992c, Bull.Obs. Astron.Belgrade **146**, 73.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1992d, Bull. Astron.Belgrade **145**, 81.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1992e, JQSRT **48** 397.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1992f, Bull. Astron.Belgrade **145**, 65.
Dimitrijević M.S. and Sahal-Bréchot S.: 1992g, Astron. Astrophys. Suppl. Series **95**, 121.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1992h, Astron. Astrophys. Suppl. Series **96**, 613.
Dimitrijević M.S. and Sahal-Bréchot S.: 1992i, Astron. Astrophys. Suppl. Series **95**, 109.
Dimitrijević M.S. and Sahal-Bréchot S.: 1992j, Astron. Astrophys. Suppl. Series **93**, 359.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1993a, Bull. Obs. Astron. Belgrade **148**, 65.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1993b, JQSRT **49**, 157.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1993c, Astron. Astrophys. Suppl. Series **99**, 585.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1993d, Bull. Astron.Belgrade **147**, 35.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1993e, Astron. Astrophys. Suppl. Series **100**, 91.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1993f, Astron. Astrophys. Suppl. Series **101**, 587.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1993g, Bull. Astron. Belgrade **148**, 29.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1993h, Bull. Astron. Belgrade **148**, 21.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1994a, Physica Scripta **49**, 34.
Dimitrijević M. S. and Sahal–Bréchot S.: 1994b, Physica Scripta **49**, 661.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1994c, Astron. Astrophys. Suppl. Series **105**, 243.
Dimitrijević, M. S., and Sahal–Bréchot, S.: 1994d, Bull. Obs. Astron. Belgrade **149**, 31.
Dimitrijević, M. S., and Sahal–Bréchot, S.: 1994e, Bull. Obs. Astron. Belgrade **150** (1994) 121.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1994f, Bull. Obs. Astron. Belgrade **150**, 47.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1994g, Astron. Astrophys. Suppl. Series **107**, 349.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1994h, Astron. Astrophys. Suppl. Series **105**, 245.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1995a, Physica Scripta **52**, 41.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1995b, Bull. Obs. Astron. Belgrade, **151**, 115.

Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1995c, Bull. Obs. Astron. Belgrade **151**, 101.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1995d, Astron. Astrophys. Suppl. Series **109**, 551.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1995e, Bull. Astron. Belgrade **150**, 95.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1995f, Bull. Astron. Belgrade **152**, 99.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1996a, Astron. Astrophys. Suppl. Series **117**, 127.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1996b, Zh. Prikl. Spektrosk. **63**, 853.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1996c, Bull. Astron. Belgrade **154**, 85.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1996d, Astron. Astrophys. Suppl. Series **119**, 529.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1996e, Bull. Astron. Belgrade **153**, 89.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1996f, Bull. Astron. Belgrade **154**, 61.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1996g, Physica Scripta **54**, 50.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1996h, Bull. Astron. Belgrade **153**, 101.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1996i, Astron. Astrophys. Suppl. Series **119**, 369.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1996j, Bull. Astron. Belgrade **154**, 91.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1996k, Astron. Astrophys. Suppl. Series **115**, 351.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1997a, Astron. Astrophys. Suppl. Series **122**, 163.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1997b, Bull. Astron. Belgrade **155**, 145.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1997c, Bull. Astron. Belgrade **122**, 533.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1997d, Bull. Astron. Belgrade **155**, 131.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1997e, Bull. Astron. Belgrade **156**, 149.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1997f, Bull. Astron. Belgrade **156**, 113.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1998a, Physica Scripta, in press.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1998b, Astron. Astrophys. Transactions, in press.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1998c, Atomic Data and Nuclear Data Tables, in press.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1998d, Astron. Astrophys. Suppl. Series, in press.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1998e, Bull. Astron. Belgrade **157**, in press.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1998f, Bull. Astron. Belgrade **157**, in press.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1998g, Astron. Astrophys. Suppl. Series, in press.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1998h, Astron. Astrophys. Suppl. Series, in press.

Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1998i, Bull. Astron. Belgrade **157**, in press.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1998j, Astron. Astrophys. Suppl. Series, in press.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1998k, Bull. Astron. Belgrade **157**, in press.
Dimitrijević, M. S. and Sahal–Bréchot, S.: 1998l, Astron. Astrophys. Suppl. Series, in press.
Dimitrijević M.S., Sahal-Bréchot S. and Bommier V.: 1991a, Astron.Astrophys.Suppl.Series **89**, 581.
Dimitrijević M.S., Sahal-Bréchot S. and Bommier V.: 1991b, Bull. Obs.Astron.Belgrade **144**, 65.
Dimitrijević M.S., Sahal-Bréchot S. and Bommier V.: 1991c, Astron. Astrophys. Suppl. Series **89**, 591.
Dimitrijević M.S. Sahal-Bréchot S. and Bommier V.: 1991d, Bull. Obs.Astron.Belgrade **144**, 81.
Dimitrijević M. S. and Truong–Bach: 1986, Z.Naturforsch. **41a**, 772.
Dimitrijević M. S. and Vujnović V.: 1990, Proc. XV SPIG, Dubrovnik, 241.
Djeniže S., Srećković A., Platiša M., Konjević R., Labat J., Purić J.: 1990, Phys.Rev.A **42**, 2379.
Djurović S., Konjević N. and Dimitrijević M. S.: 1990, Z.Phys. D **16**, 255.
Feldman U. and Doschek G. A.: 1977, Astrophys.J. **212**, 913.
Fleurier C., Sahal–Bréchot S. and Chapelle J.: 1977, JQSRT **17**, 595.
Griem H. R.: 1968, Phys.Rev. **165**, 258.
Griem H. R.: 1974, Spectral Line Broadening by Plasmas, Academic Press, New York and London.
Hart, M. H.: 1974, Astrophys. J. **187**, 393.
Hey J. D. and Bryan R. J.: 1977, JQSRT **17**, 221.
Hummer, D. G., Berrington, K. A., Eissner, W., Pradhan, A., Saraph, H. E., Tully, J. A.: 1993, Astron. Astrophys. **279**, 298.
Iglesias C. A., Rogers F. J. and Wilson B.G.: 1990, Astrophys. J. **360**, 221.
Jones W. W. Benett S. M. and Griem H. R.: 1971, Calculated Electron Impact Broadening Parameters for Isolated Spectral Lines from Singly Charged Ions Lithium through Calcium, Univ. Maryland , Techn.Rep. No 71–128, College Park, Maryland.
Konjević N. and Dimitrijević M. S.: 1981 in Spectral Line Shapes I, ed. B.Wende, W.de Gruyter, Berlin, New York p. 211.
Konjević N., Dimitrijević M. S. and Wiese W. L.: 1984a, J.Phys.Chem.Ref.Data **13**, 619.
Konjević N., Dimitrijević M. S. and Wiese W. L.: 1984b, J.Phys.Chem.Ref.Data **13**, 649.
Konjević N. and Roberts D. E.: 1976, J.Phys.Chem.Ref.Data **5**, 209.
Konjević N. and Wiese W. L.: 1976, J.Phys.Chem.Ref.Data **5**, 259.
Konjević and Wiese W.L.: 1990, J.Phys.Chem.Ref.Data **19**, 1307.
Kršljanin V. and Dimitrijević M. S.: 1989a, Bull. Obs. Astron. Belgrade **140**, 7.
Kršljanin V. and Dimitrijević M. S.: 1989b, Z.Phys.D **14**, 273.

Lakićević I.S. and Purić J.: 1983 in Spectral Line Shapes II, ed. K.Burnett, W. de Gruyter, Berlin, New York, p 147.
Lang, K. R. and Willson, R. F.: 1978, Mon. Not. Roy. Astr. Soc. **183**, 5.
Lanz T., Dimitrijević M.S. and Artru M.-C.: 1988, Astron.Astrophys. **192**, 249.
Lesage A., Rathore B. A., Lakićević I.S. and Purić J.: 1983, Phys.Rev.A **28**, 2264.
Oertel, G. K. and Shomo, L. P.: 1968, Astrophys. J. Suppl. Series **16**, 175.
Popović, L. Č. and Dimitrijević, M. S.: 1996a, Physica Scripta, **53**, 325.
Popović, L. Č. and Dimitrijević, M. S.: 1996b, Astron. Astrophys. Suppl. Series **116**, 359.
Popović, L. Č. and Dimitrijević, M. S.: 1996c, Astron. Astrophys. Suppl. Series **120**, 373.
Popović, L. Č. and Dimitrijević, M. S.: 1997a, Bull. Astron. Belgrade **155**, 159.
Popović, L. Č. and Dimitrijević, M. S.: 1997b, Bull. Astron. Belgrade **156**, 137.
Popović, L. Č. and Dimitrijević, M. S.: 1998a, Astron. Astrophys. Suppl. Series, in press.
Popović, L. Č. and Dimitrijević, M. S.: 1998b, Astron. Astrophys. Suppl. Series, in press.
Popović, L. Č., Vince, I. and Dimitrijević, M. S.: 1993, Astron. Astrophys. Suppl. Series **102**, 17.
Popović L. Č. Vince I. Dimitrijević M. S.: 1994, Astron. Astrophys. Suppl. Series **102**, 17.
Purić J., Ćuk M., Dimitrijević M. S. and Lesage A.: 1991, Astrophys.J. **382**, 353.
Purić J., Lakićević, I. S., Glavonjić, V.: 1980, Phys. Lett. **76 A**, 128.
Purić J. Lakićević I. and Glavonjić V. : 1980, Phys.Lett. **76a**, 128.
Sahal-Bréchot S.: 1969a, Astron.Astrophys. **1**, 91.
Sahal-Bréchot S.: 1969b, Astron.Astrophys. **2**, 322.
Sahal–Bréchot S. and Segre S.: 1971, in Highlights of Astronomy 2, ed. C. de Jager, p.566, and Astron. Astrophys. **13**, 161.
Sanchez A., Blaha M. and Jones W. W.: 1973, Phys.Rev.A **8**, 774.
Seaton, M. J.: 1987a, J.Phys. B **20**, 6363.
Seaton M.J.: 1987b, J.Phys.B **20**, 6431.
Seaton M. J.: 1988, J.Phys.B **21**, 3033.
Vainshtein L. A. and Sobel'man I. I.: 1959, Opt.Spektrosk. **6**, 279.
Vince I. and Dimitrijević M. S.: 1985, Publ.Obs.Astron. de Belgrade **33**, 15.
Vince I., Dimitrijević M. S. and Kršljanin V.:1985a in Spectral Line Shapes III, ed. F.Rostas, W.de Gruyter, Berlin, New York, p. 649.
Vince I., Dimitrijević M. S. and Kršljanin V.: 1985b in Progress in Stellar Spectral Line Formation Theory, eds. J.Beckman and L.Crivelari, D.Reidel, Dordrecht, Boston, Lancaster, p.373.
Vitel Y. Skowronek M. Dimitrijević M. S. and Popović M. M.: 1988, Astron.Astrophys. **200**, 285.
Vujnović V., Vadla Č., Lokner V. and Dimitrijević M. S.: 1983, Astron.Astrophys. **123**, 249.
Wiese W.L. and Kelleher, D. E.: 1971, Astrophys. J. **166**, L59.
Wiese W.L. and Konjević N.: 1982, JQSRT **28**, 185.

Transactions IAU, Volume XXVIIA
Reports on Astronomy 2006–2009
Karel A. van der Hucht, ed.
© 2009 International Astronomical Union
doi:10.1017/S1743921308025933

COMMISSION 14 ATOMIC AND MOLECULAR DATA

DONNÉES ATOMIQUES ET MOLÉCULAIRES

PRESIDENT	**Steven R. Federman**
VICE-PRESIDENT	**Glenn M. Wahlgren**
PAST PRESIDENT	**Sveneric Johansson**
ORGANIZING COMMITTEE	**Milan Dimitrijevic, Alain Jorissen, Lyudmilla I. Mashonkina, Farid Salama, Jonathan Tennyson, Ewine F. van Dishoeck**

COMMISSION 14 WORKING GROUPS

Div. XII / Commission 14 WG	**Atomic Data**
Div. XII / Commission 14 WG	**Collision Processes**
Div. XII / Commission 14 WG	**Molecular Data**
Div. XII / Commission 14 WG	**Solids and Their Surfaces**

TRIENNIAL REPORT 2006 - 2009

1. Introduction

The main purpose of Commission 14 is to foster interactions between the astronomical community and those conducting research on atoms, molecules and solid state particles. One way the Commission accomplishes this goal is through triennial compilations on recent relevant research in atomic, molecular and solid state physics, as well as related chemical fields. The most recent compilations appear in the following set of WG Triennial Reports, which were produced by members of the Working Groups and the Organizing Committee of Commission 14. Before presenting the Reports, we highlight the meetings supported by the Commission.

2. Supported meetings within the past triennium

Past meetings:

- IAU Symposium No. 234, *Planetary Nebula in our Galaxy and Beyond*, April 2006, Waikoloa Beach, HI, USA
- IAU Symposium No. 251, *Organic Matter in Space*, February 2008, Hong Kong, China

Future meetings, in the IAU XXVII General Assembly, Rio de Janeiro, August 2009:

- JD 13, *Eta Carinae in the Context of the Most Massive Stars*
- JD 4, *Progress in Understanding the Physics of Ap and Related Stars*
- SpS 1, *IR and Sub-mm Spectroscopy – a New Tool for Studying Stellar Evolution*

Steven R. Federman
president of the Commission

Transactions IAU, Volume XXVIIA
Reports on Astronomy 2006–2009
Karel A. van der Hucht, ed.
© 2009 International Astronomical Union
doi:10.1017/S1743921308025957

DIVISION XII / COMMISSION 14 / WORKING GROUP COLLISION PROCESSES

CO-CHAIRS **Gillian Peach,**
Milan S. Dimitrijevic,
Phillip C. Stancil

TRIENNIAL REPORT 2006 - 2009

1. Introduction

Research in atomic and molecular collision processes and spectral line broadening has been very active since our last report (Schultz & Stancil 2007, Allard & Peach 2007). Given the large volume of the published literature and the limited space available, we have attempted to identify work most relevant to astrophysics. Since our report is not comprehensive, additional publications can be found in the databases at the web addresses listed in the final section. Elastic and inelastic collisions among electrons, atoms, ions, and molecules are included and reactive processes are also considered, but except for charge exchange, they receive only sparse coverage.

Numerous meetings on collision processes and line broadening have been held throughout the report period. Important international meetings that provide additional sources of data through their proceedings are: the XXIV *International Conference on Photonic, Electronic, and Atomic Collisions* (ICPEAC) (Fainstein *et al.* 2006), XXV ICPEAC (Becker *et al.* 2007), the NASA *Laboratory Astrophysics Workshop* (Weck *et al.* 2006), the 18th *International Conference on Spectral Line Shapes* (ICSLS) (Oks & Pindzola 2006) and the VIth *Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics* (SCSLSA)(Popović & Dimitrijević 2007). The 19th ICSLS has just taken place in June 2008.

2. Electron collisions with atoms, ions, molecules, and molecular ions

Collisions of electrons with atoms, ions, molecules, and molecular ions are the major excitation mechanism for a wide range of astrophysical environments. In addition, electron collisions play an important role in ionization and recombination, contribute to cooling and heating of the gas, and may contribute to molecular fragmentation and formation. In the following sections we summarize recent work on electron collisions with astrophysically relevant species, including elastic scattering, excitation, dissociation, ionization, recombination, and electron detachment from negative ions.

2.1. *Electron-atom scattering*

New work on elastic scattering from neutral atoms is limited to Xe (Linert *et al.* 2007), Cs (Zatsarinny & Bartschat 2008), In (Rabasović *et al.* 2008) and Au (Maslov *et al.* 2008). The excitation of atomic oxygen has been investigated (Wang & Zhou 2006, Barklem 2007), while new work on ionization has been carried out for Mg (Bolognesi *et al.* 2008).

2.2. *Electron-ion scattering*

For atomic ions, new work has primarily focused on excitation and includes: C^+ (Wilson *et al.* 2005), N^+ (Hudson & Bell 2005), O^+ (Tayal 2007), Al^{12+} (Aggarwal *et al.* 2005,

Aggarwal *et al.* 2008), S^{4+} (Hudson & Bell 2006), Ar^{16+} (Aggarwal & Keenan 2005b), Ca^{+} (Meléndez *et al.* 2007), Kr^{6+} (Ishikawa & Vilkas 2008), Fe^{+} (Ramsbottom *et al.* 2007), Fe^{3+} (McLaughlin *et al.* 2006), Fe^{4+} (Ballance *et al.* 2007), Fe^{6+} (Witthoeft & Badnell 2008), Fe^{9+} (Aggarwal & Keenan 2005a), Fe^{11+} (Storey *et al.* 2005), Fe^{15+} (Aggarwal & Keenan 2006), Fe^{17+} (Witthoeft *et al.* 2006), Fe^{19+} (Witthoeft *et al.* 2007), Fe^{22+} (Chidichimo *et al.* 2005), Fe^{25+} (Aggarwal *et al.* 2008), Ni^{3+} (Meléndez & Bautista 2005), and for Si, Cl, and Ar isonuclear sequences (Colgan *et al.* 2008).

New elastic data exists for He^{+} and Li^{2+} (Bhatia 2008). Ionization and detachment have been studied for H^{-} (Jung 2008); C^{2+}, N^{3+}, and O^{4+} (Fogle *et al.* 2008); Ne^{4+} and Au^{47+} (Pindzola *et al.* 2008); and Si, Cl, and Ar isonuclear sequences (Colgan *et al.* 2008).

Another important process is recombination for which a number of new works including radiative and dielectronic recombination have appeared: C^{2+}, N^{3+}, and O^{4+} (Fogle *et al.* 2005); Si^{3+} (Schmidt *et al.* 2007); Mg^{2+} (Fu *et al.* 2008); and Fe^{16+} (Chen 2008).

2.3. *Electron-molecule scattering*

For molecules, new elastic scattering references have appeared as follows: C_3 (Munjal & Baluga 2006); CH_4 (Cho *et al.* 2008); H_2CO (Kaur & Baluja 2005); C_6H_6, C_6F_6, C_6H_{12}, C_6H_{14}, C_6F_{14}, C_8H_{16}, C_8H_{18}, and C_8F_{18} (Shi *et al.* 2008); SF_4 (Szmytkowski *et al.* 2005); SO_2Cl_2 (Szmytkowski *et al.* 2006); SiN_2, SiCO, and CSiO (Fujimoto *et al.* 2007); pyrazine (Winstead 2007); propane (Bettega, da Costa, & Lima 2008); methanol and ethanol (Khakoo *et al.* 2008); propene and cyclopropane (Makochekanwa *et al.* 2008); and NeF (Kaur *et al.* 2008).

For excitation, new references include: H_2 (da Costa *et al.* 2005, Kato *et al.* 2008); C_3 (Munjal & Baluga 2006); CH_2 (Allan 2007); CH_4 (Čurik *et al.* 2008); CO and C_2H_4 (da Costa *et al.* 2007); CO_2 (Rescigno *et al.* 2007); CF_4 (Irrera & Gianturco 2005); N_2 (Tashiro & Morokuma 2007, Khakoo *et al.* 2007), ethene (Allan, Winstead, & McKoy 2008); and NeF (Kaur *et al.* 2008).

New work for dissociative processes are for dissociative electron attachment to H_2O (Haxton *et al.* 2007), C_2H_2 (Chourou & Orel 2008, May *et al.* 2008), and C_4H_2 (May *et al.* 2008). Research on molecular ionization has been limited to H_2 and D_2 (Martín 2007) and H_2O (Kaiser *et al.* 2007).

2.4. *Electron-molecular ion scattering*

References on dissociative processes have appeared for: H_2^+ (Motapon *et al.* 2008), He_2^+ (Buhr *et al.* 2008), NeH^+ and NeD^+ (Ngassam *et al.* 2008), H_3^+ (Kokoouline & Greene 2005), D_2H^+ (Zhaunerchyk *et al.* 2008b), HCO^+ and DCO^+ (Douguet *et al.* 2008), O_3^+ (Zhaunerchyk *et al.* 2008a), and $HCNH^+$ (Ngassam *et al.* 2005).

For excitation, a study has been conducted for H_3^+ (Faure *et al.* 2006). New results for ionization include H_2^+ (Pindzola *et al.* 2005), while detachment has been investigated for Si_2^- (Lindahl *et al.* 2008). Finally, vibrational excitation due to electron impact has been studied for NeH^+ and NeD^+ (Ngassam *et al.* 2008).

3. Heavy particle collisions

3.1. *Ion-atom and atom-atom collisions*

Charge exchange has seen a substantial amount of activity over the report period as it plays an important role in a variety of environments. Studies for collisions on H include: H^+ (Bradley *et al.* 2005, Dubois *et al.* 2005, Zeng *et al.* 2008), He^{2+} (Havener *et al.* 2005), Be^{4+} (Minami *et al.* 2006), C^{6+} (Liu *et al.* 2005), N^{2+} and O^{2+} (Barragán *et al.*

2006a, Barragán *et al.* 2006c), O^{8+} (Perez & Olson 2005), F^{2+} (Dutta *et al.* 2005), Ne^{10+} (Errea *et al.* 2005a, Barragán *et al.* 2006b), Si^{3+} (Wang *et al.* 2006, Bruhns *et al.* 2008), S^{16+} (Janowicz *et al.* 2005), Cl^{7+} (Zhao *et al.* 2007), and Ar^{18+} (Errea *et al.* 2005a). A database for cross sections for all carbon ions colliding with hydrogen has been constructed by Suno & Kato (2006).

Neutral helium is also an important target for which studies have been carried out for the incident ions: He^+ (Bradley *et al.* 2005), C^{4+} (Hoshino *et al.* 2007), F^{7+} (Zouros *et al.* 2008), and $Ne^{(2-6)+}$ (Hasan 2005).

Charge exchange due to proton impact on Ca (Dutta *et al.* 2006, Pandey & Dubey 2007) and Mg (Pandey & Dubey 2007), alpha particles on Na (Lee 2006), and N^{7+} on atomic oxygen (Perez & Olson 2005) have been studied, while radiative charge transfer in Ne^{2+} collisions with He (Zhao *et al.* 2006) has been investigated.

Elastic scattering due to proton impact on He, Ne, and Ar (Ovchinnikov *et al.* 2006) have been studied. Inelastic processes involving hyperfine changing collisions have been investigated for: H + H (Zygelman 2005); $(n - n')$-mixing in $H^*(n)$ + H(1s) collisions (Mihajlov *et al.* 2005); fine structure transitions for O + H and C + H (Abrahamsson & Krems 2007), C^+ + H and Si^+ + H (Barinovs *et al.* 2005) and depolarization collisions of excited atoms and ions with hydrogen (Derouich *et al.* 2005b, Derouich *et al.* 2005a, Derouich 2007, Derouich & Barklem 2007, Sahal-Bréchot *et al.* 2007). Electronic transitions have been studied for O + H (Krems *et al.* 2006) and H impact on S^{3+}, Ar^{13+}, and Fe^{13+} (Burgess & Tully 2005).

Excitation, charge transfer, and ionization due to He^{2+} collisions with H including Debye screening in a dense plasma has been studied by Liu *et al.* (2008a), Liu *et al.* (2008b). Electron detachment in He collisions with H^- (Huang *et al.* 2005, Ogurtsov *et al.* 2006) and C^- (Huang *et al.* 2005) has also been investigated. Rate coefficients have been computed for the formation of HD (Dickinson 2005); CH^+ (Barinovs & van Hemert 2005); and SO, SO^+, and S_2 (Andreazza & Marinho 2005) by radiative association.

3.2. *Ion-, atom-, and molecule-molecule collisions*

In photo-ionized environments, multiply charged ions may coexist with neutral molecules. Examples include x-ray ionized regions and solar wind interactions with cometary gas. In these environments charge transfer plays an important role. Recent studies of ion-molecule charge transfer include He^{2+} (Dubois *et al.* 2005, Kusakabe *et al.* 2006), C^{4+} (Zarour *et al.* 2005), O^+ (Kimura *et al.* 2006), O^{5+} and Ar^{5+} (Dubois *et al.* 2005), and F^{7+} (Zouros *et al.* 2008) with H_2; H^+ (Lindsay *et al.* 2005a, Wells *et al.* 2005, Kumar *et al.* 2006, Lin *et al.* 2007) and He^{2+} (Kusakabe *et al.* 2006) with CO; He^{2+} (Abu-Haija *et al.* 2005b, Kusakabe *et al.* 2006), $Ar^{5,4+}$ (Abu-Haija *et al.* 2005a), and Kr^{8+} (Kaneyasu *et al.* 2005) with N_2; H^+ and O^+ (Luna *et al.* 2005), He^{2+} (Abu-Haija *et al.* 2005b, Kusakabe *et al.* 2006), and $Ar^{5,4+}$ (Abu-Haija *et al.* 2005a) with O_2; H^+ (Kimura *et al.* 2006), He^{2+} (Bodewits, *et al.* 2005, Seredyuk *et al.* 2005c), O^{6+} (Seredyuk *et al.* 2005b, Bodewits & Hoekstra 2007), and a range of ions (Otranto & Olson 2008) with water; H^+ (Lindsay *et al.* 2005a), He^{2+} (Abu-Haija *et al.* 2005b, Kusakabe *et al.* 2006), and O^{6+} (Seredyuk *et al.* 2005b) with CO_2; H^+ with NH_2 (Suno *et al.* 2006); He^{2+} (Abu-Haija *et al.* 2005b, Kusakabe *et al.* 2006) with NH_3; H^+ (Lindsay *et al.* 2005b), He^{2+} (Seredyuk *et al.* 2005a), and C^{4+} and O^{6+} (Seredyuk *et al.* 2005b) with CH_4; H^+ (Suzuki *et al.* 2005) and He^{2+} (Seredyuk *et al.* 2005a) with C_2H_4; and He^{2+} (Seredyuk *et al.* 2005a) with C_2H_6. Other charge exchange studies include H_2^+ + H (Errea *et al.* 2005b); N_2^+ + N_2 and O_2^+ + O_2 (Tong & Nanbu 2007); and O^+ + O_2 (Martinez *et al.*

2006), while Cornelius (2006) has developed a scaling relation for total cross sections with H_2.

For applications to x-ray emission from comets and planetary atmospheres, charge exchange has been considered for molecular targets including $C^{(3-6)+}$, $N^{(4-7)+}$, and $O^{(5-7)+}$ with methane (Djurić *et al.* 2008); highly charged L-shell Fe ions with various neutrals (Wargelin *et al.* 2005, Beiersdorfer *et al.* 2008); and for a range of ions and molecules (Otranto *et al.* 2006).

The internal level populations of molecular rovibrational states are primarily controlled through collisional excitation by atom and molecule impact. Investigations have been carried out for excitation of H_2 by H (Wrathmall & Flower 2006, Wrathmall *et al.* 2007), He (Mack *et al.* 2006), H_2 (Lee *et al.* 2006), and H^- (Giri & Sathyamurthy 2006); HF by He (Reese *et al.* 2005); CO by H (Yang *et al.* 2006a, Shepler *et al.* 2007), He (Yang *et al.* 2006a), and H_2 (Wernli *et al.* 2006, Yang *et al.* 2006b); CO^+ by H (Andersson *et al.* 2008); CN by C_2H_2 (Olkhov & Smith 2007); CS by He (Lique *et al.* 2006b, Lique & Spielfiedel 2007); PN by He (Tobola *et al.* 2007); SiO by H (Palov *et al.* 2006) and He (Dayou & Balança 2006); SiS by He (Vincent *et al.* 2007); SO by He (Lique *et al.* 2006a, Lique *et al.* 2006c); H_2O by He (Yang & Stancil 2007) and H_2 (Dubernet *et al.* 2006), NH_3 (Machin & Roueff 2005, Yang & Stancil 2008), NH_2D (Machin & Roueff 2006), and ND_2H by He (Machin & Roueff 2007); and HC_2N by He and H_2 (Wernli *et al.* 2007).

Other investigations include: collisional dissociation of highly excited H_2 by He Ohlinger *et al.* (2007), fragmentation of CO by slow C^{6+} and Ar^{11+} (Wells *et al.* 2008), and dissociation and fragmentation of N_2 by slow Xe^{q+} ions, ($q = 15$-21), (Zhu *et al.* 2005). Mutual neutralization in H_2^+ collisions with H^- has been studied by Liu *et al.*(2006) and the formation of HeH_2^+ via radiative association by Mrugala & Kraemer (2005).

4. Reactive scattering and chemistry

Due to space limitations, we cannot review the many advances in reactive scattering and chemical processes relevant to astrophysics. One noteworthy and relevant study involves a quasi-classical trajectory investigation of $H + CH_4 \rightarrow H_2 + CH_3$ (Xie *et al.* 2006), and updates to the UMIST Astrochemistry database which gives rate coefficient fits for 4572 reactions, has been completed recently (Woodall *et al.* 2007).

5. Stark broadening

Knowledge of line widths and shifts for atomic transitions is very important for the interpretation of stellar spectra and also for circumstellar conditions and galactic H II regions.

The *Critical Review of Selected Data on Experimental Stark Widths and Shifts for Spectral Lines of Neutral and Ionized Atoms* for the period 2001 - 2007, see Lesage (2008), contains tables where measured values are listed and compared with semi-classical calculations. A book entitled *Stark Broadening of Hydrogen and Hydrogenlike Spectral Lines in Plasmas* has been published by Oks (2006) and contains many useful references.

5.1. *Developments in line broadening theory*

Poquérusse & Alexiou (2006) have extended standard semi-classical impact theory for hydrogen-like ions to include penetrating collisions. For transitions in highly excited hydrogen-like atoms and ions Stambulchik & Maron (2008) have produced a simple analytical method for calculating line shapes and Gigosos *et al.* (2007) have developed

an exact expression for the impact broadening operator of hydrogen. The asymmetry of hydrogen lines has been studied by Demura *et al.* (2008a) and Demura *et al.* (2008b).

Stambulchik & Maron (2008) have studied broadening of lines subject to external electric and magnetic fields and Godbert-Mouret *et al.* (2006) have developed new code to calculate their lineshapes. Dubau *et al.* (2007) have carried out quantum mechanical calculations of electron impact broadening for XUV lines in plasmas.

5.2. *Isolated lines*

For isolated lines, Stark broadening is dominated by collisions with plasma electrons. Broadening parameters have been determined theoretically for:

Ar II 476.5 nm, 480.6 nm and Kr II 469.4 nm lines (Dimitrijević & Csillag 2006), Cd I 33 singlets and 37 triplets (Simić *et al.* 2005a), 26 Ne V multiplets (Hamdi *et al.* 2007) and 15 Si VI multiplets (Hamdi *et al.* 2008).

Also for: 4 N IV, 3 O V, 1 F VI and 4 Ne IV (Elabidi *et al.* 2008a), 2 N II, O III, F IV and Ne V (Ivković *et al.* 2005), O II (Mahmoudi *et al.* (2005)), F II (Srećković *et al.* 2005b), 1 F III (Simić *et al.* 2005b), 6 Ar I (Dimitrijević *et al.* 2007a), 9 Cr I (Dimitrijević *et al.* 2005), 3 Mn II (Popović *et al.* 2008), 3 Te I (Dimitrijević *et al.* 2007b, Dimitrijević *et al.* 2008), F III (Simić *et al.* 2005b), Ne VII, Ne VIII and Si XI (Elabidi *et al.* 2008b), S II, S III and S IV (Milovanović N. & Dimitrijević 2007), Cu III, Zn III and Se III (Simić *et al.* 2006), Ga II (N'Dollo & Donga-Passi 2006), Sn II (Colón & Alonso-Medina 2006) and Pb III (Alonso-Medina *et al.* 2008) lines.

Broadening parameters have been obtained experimentally for:

C I 247.8561 nm (Djeniže *et al.* 2006b), Mg II 448.1 nm (Djeniže *et al.* 2005b), Fe I 381.58 nm (Bengoechea *et al.* 2006) and Fe I 538.34 nm (Bengoechea *et al.* 2005) lines.

Also for: 2 N I (Bartecka *et al.* 2005), 3 O II (Bukvić *et al.* 2005), 23 O III (Srećković *et al.* 2005a), 10 N II and 8 O III (Ivković *et al.* 2005), F II (Srećković *et al.* 2005b), 4 Ne I (Dzierżega *et al.* 2006), 13 Ne I (Jovićević *et al.* 2005), 7 Ar I (Milosavljević *et al.* 2006), 6 Ar II (Iglesias *et al.* 2006), 6 Mn I (Srećković *et al.* 2007), 11 Mn II and 3 Mn III (Djeniže *et al.* 2006e), 17 Ni II (Mayo *et al.* 2008), 35 Kr II (del Val *et al.* 2008), 2 Ag I and 2 Au I (Djeniže *et al.* 2006c), 2 Ag I, 11 Ag II and 3 Ag III (Djeniže *et al.* 2005a), 26 Au II (Ortiz & Mayo 2005), 43 Sn I and 27 Sn II (Alonso-Medina & Colón 2008), 12 Sn I and 16 Sn II (Djeniže *et al.* 2006d), 16 In III (Djeniže *et al.* 2006a), 10 Pb III lines (Alonso-Medina & Colón 2007), 31 Pb II (Colón & Alonso-Medina 2006), 38 Xe III (Peláez *et al.* 2006a) and shifts of 110 Xe and 42 Xe III (Ćirišan *et al.* 2006) lines.

Djurović *et al.* (2006) have presented a review of experimental work on Stark broadening of 80 singly ionized xenon lines and Purić *et al.* (2008) have used published Stark widths for spectral lines originating from 3s-3p transition arrays of multiply charged ions, to establish trends from which Stark widths are predicted for Mg VII, Mg IX, Mg X, Na VII, Na VIII, Al VIII, Al IX, Si XI, Ti XI, Cr XIII, Cr XIV, Fe XV, Fe XVI, Fe XXIII and Ni XVIII.

Stehlé *et al.* (2005) have examined current Stark broadening theory as a basis for diagnostics of low-temperature plasmas and Mahmoudi *et al.* (2008) have provided new expressions for diagonal multiplet factors of complex configurations, required for studies of isolated lines. Zmerli *et al.* (2008) have proposed an improved interpolation method for widths as a function of temperature.

5.3. *Transitions in hydrogenic and helium-like systems*

New quantum mechanical calculations of the broadening of Lyβ, Lyγ and Lyδ have been carried out by de Kertanguy *et al.* (2005). Transitions in the Balmer series have been

studied by Gigosos & González (2006), and by Stambulchik *et al.* (2007) for $n \leqslant 15$. Broadening of high-n transitions are considered by Lisgo *et al.* (2006) and benchmarked against electron density measurements. New experiments for Hβ for the wide range of plasma parameters have been carried out by Djurović *et al.* (2005) and Griem *et al.* (2005) compare Hα profiles measured at high electron densities with theoretical results.

Broadening of the radio recombination lines of hydrogen has been studied theoretically by Watson (2006) and Gavrilenko & Oks (2007) and lines of hydrogen-like and helium-like ions of C, Si and Ar have been examined by Stambulchik & Maron (2006) who find that ion dynamics is very important.

New theoretical calculations of broadening have been reported for He I 667.8 nm and 587.6 nm lines (Ben Chaouacha *et al.* (2007)) and He I 728.1, 706.5, 504.8, 492.2 and 471.3 nm lines in a dense plasma (Omar *et al.* (2006)). Peláez *et al.* (2006b) have carried out experiments for He I 318.8 nm and 402.6186 nm lines.

6. Broadening by neutral atoms and molecules

The analysis of experimental molecular spectra in order to extract line shape parameters is often very difficult. Line shapes can be affected by collisional narrowing and the dependence of collisional broadening and shifting on molecular speed. When these effects are sufficiently important, fitting Voigt profiles to experimental spectra produces systematic errors in the parameters retrieved.

A collection of papers concerning the status of the molecular spectroscopic database, HITRAN 2000, has been published by Rothman et al. (2003) and this has recently been updated for the current version HITRAN 2004 by Rothman *et al.* (2005).

6.1. *Broadening of atomic lines*

Some theoretical work has been published in the period 2005-2008 and the transitions with the perturbing atoms or molecules are listed below.

Li; 2s-3s transition broadened by Ar, Kr and Xe (Rosenberry *et al.* 2007).
Li; wings of the resonance line broadened by He and H_2 (Allard *et al.* 2005).
Na and K; wings of the resonance lines broadened by He (Zhu *et al.* 2006).
Li, Na and K; impact widths for the resonance lines broadened by He (Mullamphy *et al.* 2007).
Rb and Cs; resonance line profiles, including far line wings, broadened by He and H_2 (Allard & Spiegelman 2006).
Fe II; 24188 lines broadened by collisions with H (Barklem & Aspelund-Johansson 2005).
Sr: $5s^2\,{}^1S_0 \rightarrow 5s5p\,{}^3P_1$ and $5s5p\,{}^3P_{0,1,2} \rightarrow 5s6s\,{}^3S_1$ transitions broadened by the rare gases (Holtgrave & Wolf 2005).

6.2. *Broadening and shift of molecular lines*

Much new data have been published since the last report was prepared. The molecules are listed below with their perturbing atomic or molecular species and are labelled by 'E' and 'T' to indicate experimental work and theoretical analysis respectively.

H_2-H_2 collision-induced absorption (T) (Orton *et al.* 2007); in binary mixtures H_2-N_2 and H_2-CO (E) (Abu-Kharma *et al.* 2006).
H_2 lines broadened and shifted by He (T) (Ma *et al.* 2007).
HDO lines broadened and shifted by N_2 (E) (Bach *et al.* 2005).
HCN lines broadened and shifted by HCN and air (E) (Devi *et al.* 2005); N_2 (E) (Smith *et al.* 2008); H_2, N_2, O_2, CH_3CN and rare gases (E) (Rohart *et al.* 2007).
HC_3N lines broadened by H_2, He and N_2 (E) (Colmont *et al.* 2007b).

H_2CO lines broadened by H_2CO, N_2 and O_2 (E) (Staak *et al.* 2005).
HCO^+ lines broadened by He and Ar (T) (Buffa 2007).
HNO_3 lines broadened by air (E) (Cazzoli *et al.* 2005).
HO_2 lines broadened by air (E) (Ibrahim *et al.* 2007); H_2O and N_2 (E) (Kanno *et al.* 2005).
HI lines broadened by HI (E) (Bulanin *et al.* 2005, Hartmann *et al.* 2005); He (E) (Flaud *et al.* 2006).
HI, HBr lines broadened by rare gases (E) (Domanskaya *et al.* 2007).

H_2O lines broadened by H_2O (T) (Tolchenov & Tennyson 2005, Ptashnik *et al.* 2005, Antony & Gamache 2007, Antony *et al.* 2007); air (E) (Liu *et al.* 2007, Seta *et al.* 2008); H_2O and air (E+T) (Toth 2005, Jenouvrier *et al.* 2007, Ibrahim *et al.* 2008); N_2 (E+T) (Aldener *et al.* 2005, Bandyopadhyay *et al.* 2007, Tran *et al.* 2007, Bykov *et al.* 2008); N_2 and air (E+T) (Aldener *et al.* 2005, Bandyopadhyay *et al.* 2007, Tran *et al.* 2007, Bykov *et al.* 2008, Hodges *et al.* 2008); N_2 and O_2 (E) (Golubiatnikov *et al.* 2008, Hoshina *et al.* 2008); H_2O, N_2 and O_2 (E) (Cazzoli *et al.* 2007, Koshelev *et al.* 2007, Cazzoli *et al.* 2008); H_2O and Ar (E) (Li *et al.* 2008); H_2O, H_2, N_2, O_2, CO_2 and rare gases (E) (Golubiatnikov 2005); H_2O, H_2, N_2, O_2, CO_2, He and air (E) (Brown *et al.* 2005).

CH_4 lines broadened by air (E) (Predoi-Cross *et al.* 2006); CH_4 and air (E) (Predoi-Cross *et al.* 2007a); CH_4, air, He and H_2 (E) (Lucchesini & Gozzini 2007); CH4 (E) (Lepère 2006, Wishnow *et al.* 2007); H_2 and He (T) (Tran *et al.* 2006); N_2 (E) (Mondelain *et al.* 2007, Martin & Lepère 2008); CH_4 and N_2 (E) (Menard-Bourcin *et al.* 2007); N_2 and O_2 (E) (Mondelain *et al.* 2005, Lepère *et al.* 2005); N_2, O_2 and air (T) (Antony *et al.* 2008).
C_2H_2 self-broadened lines (E+T) (Lepère *et al.* 2007, Nguyen *et al.* 2008, Lyulin *et al.* 2008); broadened by He (T) (Thibault 2005, Nguyen *et al.* 2006); H_2, D_2, N_2, air and rare gases (E) (Arteaga *et al.* 2007); CO_2 (E+T) (Martin *et al.* 2006).
C_2H_4 lines broadened by N_2 (E) (Blanquet *et al.* 2005).
C_3H_2 lines self broadened (E) (Achkasova *et al.* 2006).
CH_3Br lines broadened by N_2 (E+T) (Jacquemart *et al.* 2007, Tran *et al.* 2008); CH_3Br and N_2 (E) (Jacquemart & Tran 2008).
CH_3F lines broadened by H_2 (E) (Lerot *et al.* 2006b); N_2, O_2 (E) (Lerot *et al.* 2006a); CH_3F (Lerot *et al.* 2005).
CH_3CN broadened by CH_3CN and N_2 (E) (Rinsland *et al.* 2008).

CO lines broadened by He (E) (Thibault *et al.* 2007); CO_2 (E) (Sung & Varanasi 2005); Ar (E+T) (Wehr *et al.* 2006a, Wehr *et al.* 2006b); N_2, O_2, CO_2 and rare gases (Colmont *et al.* 2007a).
CO_2 lines broadened by air (E) (Predoi-Cross *et al.* 2007c, Toth *et al.* 2007); self-broadened lines (E) (Hikida *et al.* 2005, Le Barbu *et al.* 2006, Predoi-Cross *et al.* 2007b), (T) (Toth *et al.* 2006); air and CO_2 (E) (Devi *et al.* 2007a, Toth *et al.* 2008, Joly *et al.* 2008, Devi *et al.* 2007a); air and Ar (E) (Li *et al.* 2008); N_2 and O_2 (E) (Hikida & Yamada 2006).
Cs_2 lines broadened by N_2 (E+T) (Misago *et al.* 2006); O_2 (E+T) (Misago *et al.* 2007); Ar and air (E+T) (Misago *et al.* 2008).

N_2 self-broadened lines (E) (El-Kader & Moustafa 2005, Hashimoto & Kanamori 2006); N_2-H_2 collision-induced absorption (E) (Boissoles *et al.* 2005).
NH_3 lines broadened by NH_3 (E) (Leary *et al.* 2008); N_2, O_2 and air (Dhib *et al.* 2007).
N_2O lines broadened by air (E) (Grossel *et al.* 2008).

O_2 self-broadened lines (E) (Tretyakov *et al.* 2007, Predoi-Cross *et al.* 2008a); lines broadened by O_2 and N_2 (Tretyakov *et al.* 2005); N_2 (E+T) (Predoi-Cross *et al.* 2008b).

O_3 lines broadened by O_3 (E) (Yamada & Amano 2005); N_2 and O_2 (E+T) (Rohart *et al.* 2008).
OCS lines broadened by OCS (E) (Matton *et al.* 2006); N_2 and O_2 (E) (Koshelev *et al.* 2006).
PH_3 lines broadened by N_2 (E+T) (Bouanich *et al.* 2005, Bouanich & Blanquet 2007).
SO_2 self-broadened lines (E+T) (Zéninari *et al.*. 2007, Henningsen *et al.* 2008).

7. Databases

A database for atomic and molecular processes is maintained at the Oak Ridge National Laboratory Controlled Fusion Atomic Data Center (CFADC) at the address `<cfadc.phy.ornl.gov>` and a useful on-line database of rovibrational collisional excitation data, BASECOL, can be found at `<basecol.obspm.fr>`.

Some collisional data are also available on the Leiden Atomic and Molecular Database `<www.strw.leidenuniv.nl/∼moldata>` and the UMIST Astrochemistry database is at `<www.udfa.net>`.

A 'virtual observatory' for astronomers can be found at `<cdsarc.u-strasbg.fr>` and the latest version of the database High resolution Transmission, HITRAN 2004, is at `<www.hitran.com>`.

The current version of the database Gestion et Etude des Informations Spectroscopiques Atmosphériques (GEISA-03) is at `<ara.lmd.polytechnique.fr>` and the Spherical Top data System (STDS) has address `<icb.u-bourgogne.fr/OMR/SMA/SHTDS/STDS>`.

The National Institute for Standards and Technology (NIST) maintains a database at `<www.physics.nist.gov/PhysRefData>`. which contains the Bibliography on Atomic Line Shapes and Shifts up to 2008 and the database at the Observatoire de Paris, `<amrel.obspm.fr/balss>` contains a Bibliography up to 2007.

The Vienna Atomic Line Database (VALD) can be found at `<ams.astro.univie.ac.at/∼vald>` and the Belgrade database at `<www.aob.bg.ac.yu/BELDATA>`.

Acknowledgements

We thank Ms. Fay Ownby and Dr. David Schultz (Oak Ridge National Laboratory) for assistance with bibliographic data. Philip C. Stancil acknowledges support from NASA grant NAG NNG05GD98G.

References

Abrahamsson, E. & Krems, R. V. 2007, *ApJ*, 654, 1171
Abu-Haija, O., Faify S. A., Olmez, G., *et al.* 2005a, *Nucl. Inst. Meth. B*, 241, 109
Abu-Haija, O., Kamber, E. Y., Ferguson, S. M., *et al.* 2005b, *Phys. Rev. A*, 72, 042701
Abu-Karma, M., Stamp, C., Varghese, G., & Reddy, S. P. 2006, *JQSRT*, 97, 332
Achkasova, E., Araki, M., Denisov, A., & Maier, J. P. 2006, *JMoSp*, 237, 70
Aggarwal, K. M. & Keenan, F. P. 2005a, *A&A*, 439, 1215
Aggarwal, K. M. & Keenan, F. P. 2005b, *A&A*, 441, 831
Aggarwal, K. M. & Keenan, F. P. 2006, *A&A*, 450, 1249
Aggarwal, K. M., Hamada, K., Igarashi, A., *et al.* 2008, *A&A*, 484, 879
Aggarwal, K. M., Igarashi, A., Keenan, F. P., & Nakazaki, S. 2008, *A&A*, 479, 585
Aggarwal, K. M., Keenan, F. P., & Rose, S. J. 2005, *A&A*, 432, 1151
Aldener, M., Brown, S. S., Stark, H., *et al.* 2005, *JMoSp*, 232, 223
Allan, M. 2007, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 40, 3531
Allan, M., Winstead, C., & McKoy, V. 2008, *Phys. Rev. A*, 77, 042715

Allard, N. F., Allard, F., & Kielkopf, J. F. 2005, *A&A*, 440, 1195
Allard, N. F. & Peach, G. 2007, in: O. Engvold (ed.), *Reports on Astronomy 2002 - 2005*, *IAU Transactions XXVIA* (Cambridge: CUP), 149
Allard, N. F. & Spiegelman, F. 2006, *A&A*, 452, 351
Alonso-Medina, A. & Colón, C. 2007, *A&A*, 466, 399
Alonso-Medina, A. & Colón, C. 2008, *ApJ*, 672, 1286
Alonso-Medina, A., Colón, C., & Zanón, A. 2008, *MNRAS*, 385, 261
Andersson, S., Barinovs, G., & Nyman, G. 2008, *ApJ*, 678, 1042
Andreazza, C. M. & Marinho, E. P. 2005, *ApJ*, 624, 1121
Antony, B. K. & Gamache, R. R. 2007, *JMoSp*, 243, 113
Antony, B. K., Neshyba, S., & Gamache, R. R. 2007, *JQSRT*, 105, 148
Antony, B. K., Niles, D. L., Wroblewski, S. B., *et al.* 2008, *JMoSp*, 251, 268
Arteaga, S. W., Bejger, C. M., Gerecke, J. L., *et al.* 2007, *JMoSp*, 243, 253
Bach, M., Fally, S., Coheur, P.-F, *et al.* 2005, *JMoSp*, 232, 341
Ballance, C. P., Griffin, D. C., *et al.* 2007, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 40, F327
Bandyopadhyay, A., Ray, B., Ghosh, P. N., *et al.* 2007, *JMoSp*, 242, 10
Barinovs, G. & van Hemert, M. C. 2005, *ApJ*, 636, 923
Barinovs, G., Hemert, M. C., Krems, R., & Dalgarno, A. 2005, *ApJ*, 620, 537
Barklem, P. S. 2007, *A&A*, 462, 781
Barklem, P. S. & Aspelund-Johansson, J. 2005, *A&A*, 435, 373
Barragán, P., Errea, L. F., Méndez, L., Rabadán, I., & Riera, A. 2006a, *ApJ*, 636, 544
Barragán, P., Errea, L. F., Méndez, L., Rabadán, I., & Riera, A. 2006b, *PhRvA*, 74, 024701
Barrag'an, P., Le, A.-T.., & Lin, C. D. 2006c, *PhRvA*, 74, 012720
Bartecka, A., Baclawski, A., Wujec, T., & Musielok, J. 2005, *EPJD*, 37, 163
Becker, A., Mosshammer, R., Mokler, P., & Ullrich, J., eds. 2007, Proc. XXV *International Conference on Photonic, Electronic, & Atomic Collisions*, *JP-CS*, 88
Beiersdorfer, P., Schweikhard, L., Liebisch, P., & Brown, G. V. 2008, *ApJ*, 672, 726
Ben Chaouacha, H., Sahal-Bréchot, S., & Ben Nessib, N. 2007, *A&A*, 465, 651
Bengoechea, J., Aragón, C., & Aguilera, J. A. 2005, *Spectrochim. Acta B*, 60, 897
Bengoechea, J., Aguilera, J. A., & Aragón, C. 2006, *Spectrochim. Acta B*, 61, 69
Bettega, M. H. F., da Costa, R. F.,, & Lima, M. A. P. 2008, *PhRvA*, 77, 052706
Bhatia, A. K. 2008, *PhRvA*, 77, 052707
Blanquet, G., Bouanich, J.-P., Walrand, J., & Lepèere, M. 2005, *JMoSp*, 229, 198
Bodewits, D., Tielens, A. G. G. M., Morgenstern, R., & Hoekstra, R. 2005, *NIMPB*, 235, 358
Bodewits, D., Hoekstra, R., Seredyuk, B., *et al.* 2006, *ApJ*, 642, 593
Bodewits, D. & Hoekstra, R. 2007, *PhRvA*, 76, 032703
Boissoles, J., Domanskaya, A., Boulet, C., Tipping, R. H., & Ma, Q. 2005, *JQSRT*, 95, 489
Bolognesi, P., Pravica, L., Veronesi, S., *et al.* 2008, *PhRvA*, 77, 054704
Bouanich J.-P. & Blanquet, G. 2007, *JMoSp*, 241, 186
Bouanich, J.-P., Walrand, J., & Blanquet, G. 2005, *JMoSp*, 232, 40
Bradley, J., O'Rourke, S. F. C., & Crothers, D. S. F. 2005, *PhRvA*, 71, 032706
Brown, L. R., Benner, D. C., Devi, V. M., *et al.* 2005, *J. Mol. Struct.*, 742, 111
Bruhns, H., Kreckel, H., Savin, D. W., Seely, D. G., & Havener, C. C. 2008, *PhRvA*, 77, 064702
Buffa, G. 2007, *PhRvA*, 76, 042509
Bulanin, M. O., Domanskaya, A. V., Kerl, K., & Maul, C. 2005, *JMoSp*, 230, 87
Buhr, H., Pedersen, H. B., Altevogt, S., *et al.* 2008, *PhRvA*, 77, 032719
Bukvić, S., Srećković, A., & Djeniže, S. 2005, *Publ. Astron. Soc. 'Rudjer Bošković'*, 5, 135
Burgess, A. & Tully, J. A. 2005, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 38, 2629
Bykov, A. D., Lavrentieva, N. N., Mishina, T. P., *et al.* 2008, *JQSRT*, 109, 1834
Cazzoli, G., Dore, L., Puzzarini, C., *et al.* 2005, *JMoSp*, 229, 158
Cazzoli, G., Puzzarini, C., Buffa, G., & Tarrini, O. 2007, *JQSRT*, 105, 438
Cazzoli, G., Puzzarini, C., Buffa, G., & Tarrini, O. 2008, *JQSRT*, 109, 1563
Chen, G.-X. 2008, *PhRvA*, 77, 022703
Chidichimo, M. C., Del Zanna, G., Mason, H. E., *et al.* 2005, *A&A*, 430, 331

Cho, H., Park, Y. S., y Castro, E. A., *et al.* 2008, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 41, 045203
Chourou, S. T. & Orel, A. E. 2008, *PhRvA*, 77, 042709
Ćirišan, M., Peláez, R. J., Djurović, S., *et al.* 2006, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 40, 3477
Colgan, J., Zhang, H. L., & Fontes, C. J. 2008, *PhRvA*, 77, 062704
Colmont, J.-M., Nguyen, L., Rohart, F., & Włodarczak, G. 2007a, *JMoSp*, 246, 86
Colmont, J.-M., Rohart, F., & Włodarczak, G. 2007b, *JMoSp*, 241, 119
Colmont, J.-M., Rohart, F., Włodarczak, G., & Bouanich, J.-P. 2006, *JMoSp*, 238, 98
Colón, C. & Alonso-Medina, A. 2006, *Spectrochim. Acta B*, 61, 856
Colón, C., Alonso-Medina, A., Rivero, C., & Fernández, F. 2006, *PhyS*, 73, 410
Cornelius, K. R. 2006, *PhRvA*, 73, 032710
da Costa, R. F., Bettega, M. H. F., Ferreira, L. G., *et al.* 2007, *JPh-CS*, 88, 012028
da Costa, R. F., da Paixão, F. J ., & Lima, M. A. P. 2005, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 38, 4363
Čurik, R., Čársky P., & Allan, M. 2008, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 41, 115203
Dayou, F. & Balança, C. 2006, *A&A*, 459, 297
Demura, A. V., Demchenko, G. V., & Nikolić, D. 2008a, *EPJD*, 46, 203
Demura, A. V., Demchenko, G. V., & Nikolić, D. 2008b, *EPJD*, 46, 111
Derouich, M. 2007, *A&A*, 466, 683
Derouich, M. & Barklem, P. S. 2007, *A&A*, 462, 1171
Derouich, M., Barklem, P. S., & Sahal-Bréchot, S. 2005a, *A&A*, 441, 395
Derouich, M., Sahal-Bréchot, S., & Barklem, P. S. 2005b, *A&A*, 434, 779
Devi, V. M., Benner, D. C., Smith, M. A. H., *et al.* 2005, *JMoSp*, 231, 66
Devi, V. M., Benner, D. C., Brown, L. R., Miller, C. E., & Toth, R. A. 2007a, *JMoSp*, 242, 90
Devi, V. M., Benner, D. C., Brown, L. R., Miller, C. E., & Toth, R. A. 2007b, *JMoSp*, 245, 52
Dhib, M., Ibrahim, N., Chelin, P., *et al.* 2007, *JMoSp*, 242, 83
Dickinson, A. S. 2005, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 38, 4329
Dimitrijević, M. S., Christova, M., & Sahal-Bréchot, S. 2007a, *PhyS*, 75, 809
Dimitrijević, M. S., Ryabchikova, T., Popović, L.Č., *et al.* 2005, *A&A*, 435, 1191
Dimitrijević, M. S., Simić, S., Kovačević, A., *et al.* 2007b, in: *Flows, Boundaries, and Interaction Workshop*, *AIP-CP*, 934, 202
Dimitrijević, M. S., Simić, S., *et al.* 2008, *Contr. Obs. Astron. Skalnate Pleso*, 38, 403
Dimitrijević, M. S. & Csillag, L. 2006, *JApSp*, 73, 458
Djeniže, S., Srećković, A., & Bukvić, S. 2005a, *Spectrochim. Acta B*, 60, 1552
Djeniže, S., Srećković, A., & Bukvić, S. 2005b, *Jap. J. Appl. Phys.*, 44, 1450
Djeniže, S., Srećković, A., & Bukvić, S. 2005c, *Z. Naturforsch. A*, 60, 282
Djeniže, S., Srećković, A., & Bukvić, S. 2006a, *Spectrochim. Acta B*, 61, 588
Djeniže, S., Srećković, A., & Bukvić, S. 2006b, *Z. Naturforsch. A*, 61, 91
Djeniže, S., Srećković, A., Bukvić, S., & Vitas, N. 2006c, *Z. Naturforsch. A*, 61, 491
Djeniže, S., Srećković, A., & Nikolić, Z. 2006d, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 39, 3037
Djeniže, S., Bukvić, S., Srećković, A., & Nikolić, Z. 2006e, *New Astronomy*, 11, 256
Djurić, N., Smith, S.J., Simcić, J., & Chutjian, A. 2008, *ApJ*, 679, 1661
Djurović, S., Nikolić, D., Savić, I., Sörge, S., & Demura, A. V. 2005, *PhRvE*, 71, 036407
Djurović, S., Peláez, R. J., Ćirišan, M., *et al.* 2006, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 39, 2901
Domanskaya, A. V., Bulanin, M. O., Kerl, K., & Maul, C. 2007, *JMoSp*, 243, 155
Douguet, N., Kokoouline, V., & Greene, C. H. 2008, *PhRvA*, 77, 064703
Dubau, J., Blancard, C., & Cornille, M. 2007, *High Energy Density Physics*, 3, 76
Dubernet, M.-L., Daniel, F., Grosjean, A., *et al.* 2006, *A&A*, 460, 323
Dubois, A., Caillet, J., Hansen, J. O., *et al.* 2005, *NIMPB*, 241, 48
Dutta, C.M., Gu, J.P., Hirsch, G., *et al.* 2005, *PhRvA*, 72, 052715
Dutta, C.M., Oubre, C., Nordlander, P., Kimura, M., & Dalgarno, A. 2006, *PhRvA*, 73, 032714
Dzierżega, K., Musiol, K., Pokrzywka, B., & Zawadzki, W. 2006, *Spectrochim. Acta B*, 61, 850
Elabidi, H., Ben Nessib, N., Cornille, M., *et al.* 2008a, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 41, 025702
Elabidi, H., Ben Nessib, N., & Dimitrijević, M. S. 2008b, *New Astronomy*, 12, 64
El-Kader, M. S. A. & Moustafa, S. I. 2005, *CP*, 318, 199
Errea, L.F., Illescas, C., Méndez, L., Pons, B., Riera, A. , & Suárez, J. 2005a, *NIMPB*, 235, 315

Errea, L. F., Macias, A., Méndez, L., Rabadán, I., & Riera, A. 2005b, *NIMPB*, 235, 362
Fainstein, P. D., Lima, M. A., P., Miraglia, J. E., *et al.* (eds.) 2006, Proc. XXIV Intern. Conf. *Photonic, Electronic, & Atomic Collisions* (Singapore: World Scientific Publ. Co.)
Faure, A., Kokoouline, V., Greene, C. H., *et al.* 2006, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 39, 4261
Flaud, P.-M., Orphal, J., Boulet, C., & Hartmann, J.-M. 2006, *JMoSp*, 235, 149
Fogle, M., Badnell, N. R., Glans, P., *et al.* 2005, *A&A*, 442, 757
Fogle, M., Bahati, E. M., Bannister, M. E., *et al.* 2008, *ApJS*, 175, 543
Fu, J., Gorczyca, T. W., Nikolić, D., *et al.* 2008, *PhRvA*, 77, 032713
Fujimoto, M. M., Michelin, S. E., Mazon, K. T., *et al.* 2007, *PhRvA*, 76, 012709
Gavrilenko, V. P. & Oks, E. 2007, *PhyS*, 76, 43
Gigosos, M. A. & González, M. A. 2006, in: *Physics of Ionized Gases*, *AIP-CP*, 876, 294
Gigosos, M. A., González, M.Á., Talin, B., & Calisti, A. 2007, *A&A*, 466, 1189
Giri, K. & Sathyamurthy, N. 2006, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 39, 4123
Godbert-Mouret, L., Capes, H., Koubiti, M., *et al.* 2006, in: *PLASMA 2005*, *AIP-CP*, 812, 423
Golubiatnikov, G. Yu. 2005, *JMoSp*, 230, 196
Golubiatnikov, G. Yu., Koshelev, M. A., & Krupnov, A. F. 2008, *JQSRT*, 109, 1828
Griem, H. R., *et al.* 2005, *JPhB: At Mol. Opt. Phys.*, 38, 975; erratum, 2006, 39, 3705
Griem, H. R. & Ralchenko, Y. 2006, in: *Spectral Line Shapes*, *AIP-CP*, 874, 14
Grossel, A., Zéninari, V., Parvitte, B., *et al.* 2008, *JQSRT*, 109, 1845
Hamdi, R., Ben Nessib, N., Dimitrijević, M. S., & Sahal-Bréchot, S. 2007, *ApJS*, 170, 243
Hamdi R., Ben Nessib, N., Milovanović, N., *et al.* 2008, *MNRAS*, 387, 871
Hartmann, J.-M., Bouanich, J.-P., Boulet, C., *et al.* 2005, *JQSRT*, 95, 151
Hashimoto, T. & Kanamori, H. 2006, *JMoSp*, 235, 104
Hasan, A. T. 2005, *EJPhD*, 35, 461
Havener, C. C., Rejoub, R., Kristić, P.S., & Smith, A. C. H. 2005, *PhRvA*, 71, 042707
Haxton, D. J., Rescigno, T. N., & McCurdy, C. W. 2007, *PhRvA*, 75, 012711
Henningsen, J., Barbe, A., & De Backer-Barilly, M.-R. 2008, *JQSRT*, 109, 2491
Hikida, T. & Yamada, K. M. T. 2006, *JMoSp*, 239, 154
Hikida, T., Yamada, K. M. T., Fukabori, M., Aoki, T., & Watanabe, T. 2005, *JMoSp*, 232, 202
Hodges, J. T., Lisak, D., Lavrentieva, N., *et al.* 2008, *JMoSp*, 249, 86
Holtgrave, J. C. & Wolf, P. J. 2005, *PhRvA*, 72, 012711
Hoshina, H., Seta, T., Iwamoto, T., *et al.* 2008, *JQSRT*, 109, 2303
Hoshino, M., Pichl, L., Kanai, Y., *et al.* 2007, *PhRvA*, 75, 012716
Huang, Y., Wu, S., Yang, E., Gao, M., Zhang, X., Li, G., & Lu, F. 2005, *NIMPB*, 229, 46
Hudson, C. E. & Bell, K. L. 2005, *A&A*, 430, 725
Hudson, C. E. & Bell, K. L. 2006, *A&A*, 452, 1113
Ibrahim, N., Chelin, P., Orphai, J., & Baranov, Y. I. 2008, *JQSRT*, 109, 2523
Ibrahim, N., Thiebaud, J., Orphal, J., & Fittschen, C. 2007, *JMoSp*, 242, 64
Irrera, S. & Gianturco, F. A. 2005, *New J. Phys.*, 7, 1
Ishikawa, Y. & Vilkas, M. J. 2008, *PhRvA*, 77, 052701
Iglesias, E. J., Ghosh, J., Elton, R. C., & Griem, H. R. 2006, *JQSRT*, 98, 101
Ivković, M., Ben Nessib, N., & Konjević, N. 2005, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 38, 715
Jacquemart, D., Tchana, F. K., Lacome, N., & Kleiner, I. 2007, *JQSRT*, 105, 264
Jacquemart, D. & Tran, H. 2008, *JQSRT*, 109, 569
Janowicz, M., Słabkowska, K., Matuszak, P., & Polasik, M. 2005, *NIMPB*, 235, 337
Jenouvrier, A., Daumont, L., Régalia-Jarlot, L., *et al.* 2007, *JQSRT*, 105, 326
Joly, L., Gibert, F., Grouiez, B., *et al.* 2008, *JQSRT*, 109, 426
Jovićević, S., Ivković, M., Žikić, R., & Konjević, N. 2005, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 38, 1249
Jung, Y.-D. 2008, *ApJ*, 674, 1207
Kaiser, C., Spieker, D., Gao, J., *et al.* 2007, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 40, 2563
Kaneyasu, T., Azuma, T., & Okuno, K. 2005, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 38, 1341
Kanno, N., Tonokura, K., Tezaki, A., & Koshi, M. 2005, *JMoSp*, 229, 193
Kato, H., Kawahara, H., Hoshino, M., *et al.* 2008, *PhRvA*, 77, 062708
Kaur, S. & Baluja, K. L. 2005, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 38, 3917

Kaur, S., Baluja, K. L., & Tennyson, J. 2008, *PhRvA*, 77, 032718
de Kertanguy, A., Feautrier N., & Motapon O. 2005, *A&A*, 432, 1131
Khakoo, M.A., Wang, S., Laher, R., *et al.* 2007, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 40, F167
Khakoo, M. A., Blumer, J., Keane, K., *et al.* 2008, *PhRvA*, 77, 042705
Kimura, M., Pichl, L., Li, Y., *et al.* 2006, *EPJD*, 38, 85
Kokoouline, V. & Greene, C. H. 2005, *JPh-CS*, 4, 74
Koshelev, M. A., Tretyakov, M. Yu., Golubiatnikov, G. Yu., *et al.* 2007, *JMoSp*, 241, 101
Koshelev, M. A., Tretyakov, M. Yu., Lees, R. M., & Xu, L.-H. 2006, *JMoSt*, 780, 7
Krems, R., Jamieson, M. J., & Dalgarno, A. 2006, *ApJ*, 647, 1531
Kumar, T. J. D., Saieswari, A., & Kumar, S. 2006, *JCP*, 124, 034314
Kusakabe, T., Miyamoto, Y., Kimura, M., & Tawara, H. 2006, *PhRvA*, 73, 022706
O'Leary, D. M., Orphal, J., Ruth, A. A., *et al.* 2008, *JQSRT*, 109, 1004
Le Barbu, T., Zéninari, V., Parvitte, B., *et al.* 2006, *JQSRT*, 98, 264
Lee, T.-G. 2006, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 39, 3665
Lee, T.-G., Balakrishnan, N., & Forrey, R. C. 2006, *JCP*, 125, 114302
Lepère, M. 2006, *JMoSp*, 238, 193
Lepère, M., Blanquet, G., Walrand, J., *et al.* 2007, *JMoSp*, 242, 25
Lepère, M., Valentin, A., Henry, A., *et al.* 2005, *JMoSp*, 233, 86
Lerot, C., Blanquet, G., Bouanich, J.-P., Walrand, J., & Lepère, M. 2005, *JMoSp*, 230, 153
Lerot, C., Blanquet, G., Bouanich, J.-P., Walrand, J., & Lepère, M. 2006a, *JMoSp*, 235, 196
Lerot, C., Blanquet, G., Bouanich, J.-P., Walrand, J., & Lepère, M. 2006b, *JMoSp*, 238, 224
Lesage, A. 2008, *New Astron. Revs*, in press
Li, H., Farooq, A., Jeffries, J. B., & Hanson, R. K. 2008, *JQSRT*, 109, 132
Li, J. S., Liu, K., Zhang, W. J., Chen, W. D., & Gao, X. M. 2008, *JQSRT*, 109, 1575
Lin, C. Y., Stancil, P. C., Li, Y., *et al.* 2007, *PhRvA*, 76, 012702
Lindahl, A. O., Andersson, P., Collins, G. F., *et al.* 2008, *PhRvA*, 77, 022710
Lindsay, B. G., Yu, W. S., & Stebbings, R. F. 2005a, *PhRvA*, 71, 032705
Lindsay, B. G., Wu, W. S., & Stebbings, R. F. 2005b, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 38, 1977
Linert, I., Mielewska, B., King, G. C., & Zubek, M. 2007, *PhRvA*, 76, 032715
Lique, F., Dubernet, M.-L., Spielfiedel, A., & Feautrier, N. 2006a, *A&A*, 450, 399
Lique, F., Spielfiedel, A., & Cernicharo, J. 2006b, *A&A*, 451, 1125
Lique, F., Spielfiedel, A., Dhont, G., & Feautrier, N. 2006c, *A&A*, 458, 331
Lique, F. & Spielfiedel, A. 2007, *A&A*, 462, 1179
Lisgo, S., Brooks, N., Oks, E., *et al.*D. 2006, in: *Spectral Line Shapes*, *AIP-CP*, 874, 253
Liu, C.-N., Cheng, S.-C., Le, A.-T., & Lin, C. D. 2005, *PhRvA*, 72, 012717
Liu, C. L., Wang, J. G., & Janev, R. K. 2006, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 39, 1223
Liu, C. L., Wang, J. G., & Janev, R. K. 2008a, *PhRvA*, 77, 032709
Liu, C. L., Wang, J. G., & Janev, R. K. 2008b, *PhRvA*, 77, 042712
Liu, X., Zhou, X., Jeffries, J. B., & Hanson, R. K. 2007, *JQSRT*, 103, 565
Lucchesini, A. & Gozzini, S. 2007, *JQSRT*, 103, 209
Luna, H., McGrath, C., Shah, M. B., *et al.* 2005, *ApJ*, 628, 1086
Lyulin, O. M., Jacquemart, D., Lacome, N., *et al.* 2008, *JQSRT*, 109, 1856
Ma, Q., Tipping, R. H., Boulet, C., *et al.* 2007, *JMoSp*, 243, 105
Machin, L. & Roueff, E. 2005, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 38, 1519
Machin, L. & Roueff, E. 2006, *A&A*, 460, 953
Machin, L. & Roueff, E. 2007, *A&A*, 465, 647
Mack, A., Clark, T. K., Forrey, R. C., *et al.* 2006, *PhRvA*, 74, 052718
McLaughlin, B. M., Hibbert, A., Scott, M. P., *et al.* 2006, *A&A*, 446, 1185
Mahmoudi, W. F., Ben Nessib, N., & Dimitrijević, M. S. 2005, *A&A*, 434, 773
Mahmoudi, W. F., Ben Nessib, N., & Sahal-Bréchot, S. 2008, *EPJD*, 47, 7
Makochekanwa, C., Hoshino, M., Kato, H., *et al.* 2008, *PhRvA*, 77, 042717
Martin, B. & Lepère, M. 2008, *JMoSp*, 250, 70
Martin, B., Walrand, J., Blanquet, G., Bouanich, J.-P., & Lepère, M. 2006, *JMoSp*, 236, 52
Martín, F. 2007, *JPh-CS*, 88, 012001

Martinez, H., Hernandez, C. L., & Yousif, F. B. 2006, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 39, 2535
Maslov, M., Brunger, M. J., Teubner, P. J. O., *et al.* 2008, *PhRvA*, 77, 062711
Matton, S., Rohart, F., Bocquet, R., *et al.* 2006, *JMoSp*, 239, 182
May, O., Fedor, J., Ibänescu, B. C., & Allan, M. 2008, *PhRvA*, 77, 040701
Mayo, R., Ortiz, M., & Plaza, M. 2008, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 41, 095702
Meléndez M. & Bautista, M. A. 2005, *A&A*, 436, 1123
Meléndez, M., Bautista, M. A., & Badnell, N. R. 2007, *A&A*, 469, 1203
Menard-Bourcin, F., Menard, J., & Boursier, C. 2007, *JMoSp*, 242, 55
Mihajlov, A. A., Ignjatović, M. Lj., & Dimitrijević, M. S. 2005, *A&A*, 437, 1023
Milosavljević, V., Ellingboe, A. R., & Djeniže, S. 2006, *Spectrochim. Acta B*, 61, 81
Milovanović, N. & Dimitrijević, M. S. 2007, in: *Spectral Line Shapes in Astrophysics*, Proc. VI Serbian Conf., *AIP-CP*, 938, 258
Minami, T., Pindzola, M. S., Lee, T.-G., *et al.* 2006, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 39, 2877
Misago, F., Lepère, M., Bouanich, J.-P., & Blanquet, G. 2008, *JMoSp*, 248, 14
Misago, F., Lepère, M., Walrand, J., Bouanich, J.-P., & Blanquet, G. 2006, *JMoSp*, 237, 46
Misago, F., Lepère, M., Walrand, J., Bouanich, J.-P., & Blanquet, G. 2007, *JMoSp*, 241, 61
Mondelain, D., Chelin, P., Valentin, A., *et al.* 2005, *JMoSp*, 233, 23
Mondelain, D., Payan, S., Deng, W., *et al.* 2007, *JMoSp*, 244, 130
Motapon, O., Tamo, F. O. W., Urbain, X., & Schneider, I. F. 2008, *PhRvA*, 77, 052711
Mrugala, F. & Kraemer, W. P. 2005, *JCP*, 122, 224321
Mullamphy, D. F. T., Peach, G., Venturi, V., *et al.* 2007, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 40, 1141
Munjal, H. & Baluja, K. L. 2006, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 39, 3185
N'Dollo, M. & Donga-Passi, J. 2006, *PhyS*, 74, 208
Ngassam, V., Orel, A. E., & Suzor-Weiner, A. 2005, *JPh-CS*, 4, 224
Ngassam, V., Florescu-Mitchell, A. I., & Orel, A. E. 2008, *PhRvA*, 77, 042706
Nguyen, L., Blanquet, G., Anwera, J. V., & Lepère, M. 2008, *JMoSp*, 249, 1
Nguyen, L., Ivanov, S. V., Buzykin, O. G., & Buldyreva, J. 2006, *JMoSp*, 239, 101
Ogurtsov, G. N., Mikoushkin, V. M., Ovchinnikov, S. Yu., *et al.* 2006, *PhRvA*, 74, 042720
Ohlinger, L., Forrey, R. C., Lee, T.-G., & Stancil, P. C. 2007, *PhRvA*, 76, 042712
Olkhov, R. V. & Smith, I. W. M. 2007, *JCP*, 126, 134314
Oks, E., *et al.* (eds.) 2006, Proc. 18th Intern. Conf. *Spectral Line Shapes*, *AIP-CP*, 874
Oks, E. 2006, *Stark Broadening of Hydrogen, & Hydrogenlike Spectral Lines in Plasmas* (Oxford: Alpha Science International)
Omar, B., Günter, S., Wierling, A., & Röpke, G. 2006, *PhRvE*, 73, 056405
Ortiz, M. & Mayo, R. 2005, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 38, 3953
Orton, G. S., Gustafsson, M., Burgdorf, M., & Meadows, V. 2007, *Icarus*, 189, 544
Otranto, S. & Olson, R. E. 2008, *PhRvA*, 77, 022709
Otranto, S., Olson, R. E., & Beiersdorfer, P. 2006, *PhRvA*, 73, 022723
Ovchinnikov, S. Yu, Krstić, P. S., & Macek, J. H. 2006, *PhRvA*, 74, 042706
Palov, A. P., Gray, M. D., Field, D., & Balint-Kurti, G. G. 2006, *ApJ*, 639, 204
Pandey, M. K. & Dubey, R. K. 2007, *EPJD*, 41, 275
Peláez, R. J., Ćirišan, M., Djurović, S., *et al.* 2006a, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 39, 5013
Peláez, R. J., González, V. R., Rodríguez, F., Aparicio, J. A., & Mar, S. 2006b, *A&A*, 453, 751
Perez, J. A. & Olson, R. E. 2005, *NIMPB*, 241, 134
Pindzola, M. S., Loch, S. D., Colgan, J., & Fontes, C. J. 2008, *PhRvA*, 77, 062707
Pindzola, M. S., Robicheaux, F., & Colgan, J. 2005, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 38, L285
Popović, L.Č., & Dimitrijević, M.S. (eds, 2007, *Spectral Line Shapes in Astrophysics*, Proc. VIth Serbian Conf., *AIP-CP*, 938
Popović, L.Č., Dimitrijević, M. S., Simić, S., *et al.* 2008, *New Astron.*, 13, 85
Poquérusse, A. & Alexiou, S. 2006, *JQSRT*, 99, 493
Predoi-Cross, A., Brawley-Tremblay, M., Brown, L. R., *et al.* 2006, *JMoSp*, 236, 201
Predoi-Cross, A., Hambrook, K., Keller, R., *et al.* 2008a, *JMoSp*, 248, 85
Predoi-Cross, A., Holladay, C., Heung, H., *et al.* 2008b, *JMoSp*, 251, 159
Predoi-Cross, A., Unni, A. V., Heung, H., *et al.* 2007a, *JMoSp*, 246, 65

Predoi-Cross, A., Unni, A. V., Liu, W., *et al.* 2007b, *JMoSp*, 245, 34
Predoi-Cross, A., Liu, W., Holladay, C., *et al.* 2007c, *JMoSp*, 246, 98
Ptashnik, I. V., Smith, K. M., & Shine, K. P. 2005, *JMoSp*, 232, 186
Purić, J., Dojčinović, I. P., Nikolić, M., *et al.* 2008, *ApJ*, 680, 803
Rabasović, M. S., Kelemen, V. I., Tošić, S. D., *et al.* 2008, *PhRvA*, 77, 062713
Rabli, D. & McCarroll, R. 2005, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 38, 3311
Ramsbottom, C. A., Hudson, C. E., Norrington, P. H., & Scott, M. P. 2007, *A&A*, 475, 765
Reese, C., Stoecklin, T., Voronin, A., & Rayez, J.C. 2005, *A&A*, 430, 1139
Rescigno, T. N., McCurdy, C. W., Haxton, D. J., *et al.* 2007, *JPh-CS*, 88, 012027
Rinsland, C. P., Devi, V. M., Benner, D. C., *et al.* 2008, *JQSRT*, 109, 974
Rohart, F., Nguyen, L., Buldyreva, J., *et al.* 2007, *JMoSp*, 246, 213
Rohart, F., Włodarczak, G., Colmont, J.-M., *et al.* 2008, *JMoSp*, 251, 282
Rosenberry, M. A., Burgess, K. M., & Stewart, B. 2007, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 40, 177
Rothman, L. S., Jacquemart, D., Barbe, A., *et al.* 2005, *JQSRT*, 96, 139
Sahal-Bréchot, S., Derouich, M., Bommier, V., & Barklem, P.S. 2007, *A&A*, 465, 667
Schmidt, E. W., Bernhardt, D., Müller, A., *et al.* 2007, *PhRvA*, 76, 032717
Schultz, D. R. & Stancil, P. C. 2007, in: O. Engvold (ed.), *Reports on Astronomy 2002 - 2005, IAU Transactions XXVIA* (Cambridge: CUP), 134
Seredyuk, B., McCullough, R. W., & Gilbody, H. B. 2005a, *PhRvA*, 71, 022713
Seredyuk, B., McCullough, R. W., & Gilbody, H. B. 2005b, *PhRvA*, 72, 022710
Seredyuk, B., McCullough, R. W., Tawara, H., *et al.* 2005c, *PhRvA*, 71, 022705
Seta, T., Hoshina, H., Kasai, Y., *et al.* 2008, *JQSRT*, 109, 144
Shepler, B. C., Yang, B. H., Kumar, T. J. D., *et al.* 2007, *A&A* (Letters), 475, L15
Shi, D., Sun, J., Liu, Y., & Zhu, Z. 2008, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 41, 025205
Simić, Z., Dimitrijević, M. S., Milovanović, N., & Sahal-Bréchot, S. 2005a, *A&A*, 441, 391
Simić, Z., Dimitrijević, M. S., Popović, L.Č., & Dačić, M. D. 2005b, *JApSp*, 72, 443
Simić, Z., Dimitrijević, M. S., Popović, L.Č., & Dačić, M. D. 2006, *New Astron.*, 12, 187
Smith, M. A. H., Rinsland, C. P., Blake, T. A., *et al.* 2008, *JQSRT*, 109, 922
Sobocinski, P., Pešić R., Hellhammer, R., *et al.* 2005, *NIMPB*, 233, 207
Srećković, A., Bukvić, S., & Djeniže, S. 2005a, *PhSc*, 71, 218
Srećković, A., Bukvić, S., Djeniže, S., *et al.* 2005b, *Publ. Astron. Soc. "Rudjer Bošković"*, 5, 275
Srećković, A., Nikolić, Z., Bukvić, S., & Djeniže, S. 2007, *JQSRT*, 105, 536
Staak, M., Gash, E. W., Venables, D. S., & Ruth, A. A. 2005, *JMoSp*, 229, 115
Stambulchik, E., Alexiou, S., Griem, H. R., & Kepple, P. C. 2007, *PhRvE*, 75, 016401
Stambulchik, E. & Maron, Y. 2006, *JQSRT*, 99, 730
Stambulchik, E. & Maron, Y. 2008, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 41, 095703
Stehlé, C., Busquet, M., Gilles, D., & Demura, A.V. 2005, *Laser & Particle Beams*, 23, 357
Storey, P. J., Del Zanna, G., Mason, H. E., & Zeippen, C. J. 2005, *A&A*, 433, 717
Sung, K. & Varanasi, P. 2005, *JQSRT*, 91, 319
Suno, H. & Kato, T. 2006, *At. Data Nucl. Data Tables*, 92, 407
Suno, H., Rai, S. N., Liebemann, H.-P., *et al.* 2006, *PhRvA*, 74, 012701
Suzuki, R., Rai, S. N., Liebemann, H.-P., *et al.* 2005, *PhRvA*, 71, 032710
Szmytkowski, C., Domaracka, A., Możejko, P., *et al.* 2005, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 38, 745
Szmytkowski, C., Możejko, P., Kwitnewski, S., *et al.* 2006, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 39, 2571
Tashiro, M. & Morokuma, K. 2007, *PhRvA*, 75, 012720
Tayal, S. S. 2007, *ApJS*, 171, 331
Thibault, F. 2005, *JMoSp*, 234, 286
Thibault, F., Mantz, A. W., Claveau, C., *et al.* 2007, *JMoSp*, 246, 118
Tobola, R., Klos, J., Lique, F., Chalasinski, G., & Alexander, M. H. 2007, *A&A*, 468, 1123
Tolchenov, R. N. & Tennyson, J. 2005, *JMoSp*, 231, 23
Tong, L. & Nanbu, K. 2007, *Vacuum*, 81, 1119
Toth, R. A. 2005, *JQSRT*, 94, 1
Toth, R. A., Brown, L. R., Miller, C. E., Devi, V. M., & Benner, D. C. 2006, *JMoSp*, 239, 243
Toth, R. A., Brown, L. R., Miller, C. E., Devi, V. M., & Benner, D. C. 2008, *JQSRT*, 109, 906

Toth, R. A., Miller, C. E., Devi, V. M., Benner, D.C., & Brown, L.R. 2007, *JMoSp*, 246, 133
Tran, H., Bermejo, D., Domenech,J.-L., *et al.* 2007, *JQSRT*, 108, 126
Tran, H., Flaud, P.-M., Flouchet, T., Gabard, T., & Hartmann, J.-M. 2006, *JQSRT*, 101, 306
Tran, H., Jacquemart, D., Mandin, J.-Y., & Lacome, N. 2008, *JQSRT*, 109, 119
Tretyakov, M. Yu., Koshelev, M. A., Dorovskikh, V. V., *et al.* 2005, *JMoSp*, 231, 1
Tretyakov, M. Yu., Koshelev, M. A., Koval, I. A., *et al.* 2007, *JMoSp*, 241, 109
del Val, J. A., Peláez, R. J., Mar, S., *et al.* 2008, *PhRvA*, 77, 012501
Valognes, J. C., Bardet, J. P., Vitel, Y., & Flih, S.A. 2005, *JQSRT*, 95, 113
Vincent, L. F. M., Spielfiedel, A., & Lique, F. 2007, *A&A*, 472, 1037
Wang, J. G., He, B., Ning, Y., Liu, C. L., Yan, J., *et al.* 2006, *PhRvA*, 74, 052709
Wang, Y. & Zhou, Y. 2006, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 39, 3009
Wargelin, B. J., Beiersdorfer, P., Neill, P. A., Olson, R. E., & Scofield, J. H. 2005, *ApJ*, 634, 687
Watson ,J. K. G. 2006, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 39, 1889
Weck, P. F., Kwong, V. H. S., & Salama, F. 2006, Proc. *NASA Laboratory Astrophysics Workshop*, *NASA-CP* 2006-214549
Wehr, R., Ciuryło, R., Vitcu, A., *et al.* 2006a, *JMoSp*, 235, 54
Wehr, R., Vitcu, A., Thibault, F., *et al.* 2006b, *JMoSp*, 235, 69; erratum, 237, 126
Wells, E., Krishnamurthi, V., Carnes, K. D., *et al.* 2005, *PhRvA*, 72, 022726
Wells, E., Nishide, T., Tawara, H., *et al.* 2008, *PhRvA*, 77, 064701
Wernli, M., Valiron, P., Faure, A., *et al.* 2006, *A&A*, 446, 367
Wernli, M., Wiesenfeld, L., Faure, A., & Valiron, P. 2007, *A&A*, 464, 1147
Wilson, N. J., Bell, K. L., & Hudson, C. E. 2005, *A&A*, 432, 731; erratum 461, 765
Winstead, C. & McKoy, V. 2007, *PhRvA*, 76, 012712
Wishnow, E. H., Orton, G. S., Ozier, I., & Gush, H. P. 2007, *JQSRT*, 103, 102
Witthoeft, M. C. & Badnell, N. R. 2008, *A&A*, 481, 543
Witthoeft, M. C., Badnell, N. R., Del Zanna, G., *et al.* 2006, *A&A*, 446, 361
Witthoeft, M. C., Del Zanna, G., & Badnell, N. R. 2007, *A&A*, 466, 763
Woodall, J., Agúndez, M., Markwick-Kemper, A. J., & Millar, T. J. 2007, *A&A*, 466, 1197
Wrathmall, S. A. & Flower, D. R. 2006, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 39, L249
Wrathmall, S. A., Gusdorf, A., & Flower, D. R. 2007, *MNRAS*, 382, 133
Xie, Z., Bowman, J. M., & Zhang, X. 2006, *JChPh*, 125, 133120
Yamada, M. M. & Amano, T. 2005, *JQSRT*, 95, 221
Yang, B. & Stancil, P. C. 2007, *JCP*, 126, 154306
Yang, B. & Stancil, P. C. 2008, *EuPhJD*, 47, 351
Yang, B., Perera, H., Balakrishnan, N., *et al.* 2006a, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 39, S1229
Yang, B., Stancil, P. C., Balakrishnan, N., & Forrey, R. C. 2006b, *JCP*, 124, 104304
Zarour, B., Champion, C., Hanssen, J., & Lasri, B. 2005, *NIMPB*, 235, 374
Zatsarinny, O. & Bartschat, K. 2008, *PhRvA*, 77, 062701
Zeng, S. L., Liu, L., Wang, J. G., & Janev, R. K. 2008, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 41, 135202
Zéninari, V., Joly, L., Grouiez, B., Parvitte, B., & Barbe, A. 2007, *JQSRT*, 105, 312
Zhao, L. B., Wang, J. G., Stancil, P. C., *et al.* 2006, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 39, 5151
Zhao, L.B., Watanabe, A., Stancil, P. C., & Kimura, M. 2007, *PhRvA*, 76, 022701
Zhaunerchyk, V., Geppert, W. D., Österdahl, F., *et al.* 2008a, *PhRvA*, 77, 022704
Zhaunerchyk, V., Thomas, R. D., Geppert, W. D., *et al.* 2008b, *PhRvA*, 77, 034701
Zhu, C., Babb, J. F., & Dalgarno, A. 2006, *PhRvA*, 73, 012506
Zhu, X. L., Ma, X., Wei, B., Liu, H. P., Wang, Z. L., *et al.* 2005, *NIMPB*, 235, 387
Zmerli, B., Ben Nessib, N., & Dimitrijević, M. S. 2008, *EPJD*, 48, 389
Zouros, T. J. M., Sulik, B., Gulyás, L., & Tökési, K. 2008, *PhRvA*, 77, 050701
Zygelman, B. 2005, *ApJ*, 622, 1356

Transdisciplinarity in Science and Religion
No. 5 / 2009, pp. 47-52

© Curtea Veche Publ., 2009

The Cosmology of the Gnostics and the Orthodox Church*

EFSTRATIOS TH. THEODOSSIOU
VASSILIOS N. MANIMANIS
EMMANUEL DANEZIS

Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics,
School of Physics, University of Athens, Greece

MILAN S. DIMITRIJEVIĆ

Astronomical Observatory, Belgrade, Serbia

Introduction

There were many times in the history of Western civilization when the Christian religion found itself in controversy with science, but the deeper reasons for this have never been fully understood. This does not mean that the reasons are well-known to the two sides of the controversy and are hidden from the lay people. It is only that the true roots of the controversy have been forgotten and the representatives of each side react in a rather mechanistic way, ignoring the original reasons of the "clash".

One of the deeper causes of the opposition between the sciences and the Christian thought structure is that Christian theology detects at times, in the descriptions of the scientific theories, the presence of some elements which tantalized it in the distant past. More specifically, in some cases the theological thought recognizes elements of gnostic philosophy within the scientific theories, *i.e.*, a philosophy condemned as heretical back in the second and third centuries A.D.

---

* Originally presented at the international congress "The Dialogue Between Science and Religion in the Orthodox World" (Romanian Academy, Bucharest, 24-27 September, 2008).

The main characteristics of Gnosticism are:

1. Its dualism, in which two powers or Gods exist: the benevolent God and the evil God of matter;
2. Its docetism, according to which the coming of Christ upon Earth as a human and His Crucifixion were apparent and not real;
3. Its anti-Judaism, as the gnostics rejected the Old Testament and its God, because He created the imperfect world and the sinful human;
4. Its asceticism, including the rewarding for austere living and contempt for the body, which sometimes reached extreme positions because of the Gnostics' wrong views regarding matter and the human body.

The majority of the Gnostics believed that, in parallel with the simple preaching of Jesus Christ, there was another one, complicated and mystical. This sophisticated teaching was the only true one according to them and only certain Apostles knew about it. It was being communicated only to the initiated ones. Thus, if somebody wanted to learn the pure truth, he or she should be initiated to the apocryphal Christian teaching.

The Gnostics believed in the existence of two worlds, the world of Light and the world of Matter, with the latter one encompassing all evil things. To the Gnostics, the Universe was wider and superior to the world we can grasp with our senses. They perceived this Universe schematically, with concentric celestial spheres centered on Earth. These spheres, corresponding to the planetary motions in the geocentric system that was prevailing at the time, were ruled in general by deities hostile towards the spiritual humans. Beyond these spheres, there was the eighth sphere of the fixed stars, known as the "Pleroma" of Valentine, one of the most eminent proponents of Gnosticism.

The Worldview of Valentine

Valentine was an Egyptian Gnostic of the second century A.D. and one of the paramount figures of Christian-like Gnosticism. Valentine abandoned Egypt in order to teach in Rome. According to his worldview, there was a never-born, eternal and incomprehensible God, the Absolute Father or Forefather. He was resting for inert ages in chaos along with "Sige" (= Silence), a female deity and his spouse. When they decided to terminate their blissful inactivity, they begot the "Centuries".

The Centuries were beyond-the-world spiritual projections of entities, in opposition to both chaos and matter, which comprised the "Pleroma" (= the "filling substance"), *i.e.*, the absolute transcendental space of Deity.

In the system of the Centuries, the first couple were *Nous* (the Mind — or Monogenes, a single child) and *Aletheia* (the Truth). From their mating were born *Logos* (the Reason) and *Zoe* (the Life).

The last or thirtieth of the Centuries was *Sophia* (the Wisdom), which did not succeed in begetting something complete: she gave birth to *Achamoth* (the Memory), an incomplete being. The other Centuries came to support desperate Sophia and beseeched the Forefather to assist her. The Forefather ordered the Mind to couple with her. From their union, two new Centuries were born; these were Christ and the Holy Spirit. The thanksgiving towards the Forefather created yet another Century, which was called Jesus-Savior and separated the formless Achamoth from her passions, creating from her the (bad) matter and the good divine substance, the soul.

Valentine placed these forces beyond the world and completed his worldview with the material world we can conceive with our senses. Achamoth, after wandering outside from Pleroma, "fell" into chaos and transmitted to the matter seeds of life, from which the Creator God of the Old Testament came into existence. He consisted of mainly good substance. After that, the Creator God created the human being from pure matter, while Achamoth enriched the human nature with the divinely originated spirit. However, this made the human being almost equal with the Creator God, who forbade him to eat from the fruit of the Tree of Knowledge. The first humans did not obey and for this reason they came down from the ethereal country, or paradise, to Earth, the material world, where their bodies were enclosed inside the "leather robe" of the Scriptures.

With humanity being in this inferior state, Jesus-Savior came down to Earth sent by the Pleroma. His mission was to place all the spiritual elements of humanity back into the Pleroma and, thereafter, to cause the destruction of the material world. He was also destined to act as the savior of the world and to reveal the truth to the humans.

Jesus-Savior taught the humans the mysteries of divine life and tried to relieve them from the oppression of the Creator God. Jesus appeared in human form, as spirit, soul, and a visible and touchable body. The channel of his communication with Earth was the body of Virgin Mary, while at the moment of his Baptism the Century Jesus-Savior descended upon him and remained in him until his Crucifixion. Then he abandoned the Christ-man and returned inside the Pleroma. Despite all this, the humans did not understand his divine message and did not, therefore, participate massively in his redeeming work. Due to this fact, the humans were divided by the Gnostics into three categories: "choics", *i.e.*, materialists, regarded as the sons of the Devil, "psychics", *i.e.*, the soul-based

ones, who had free will and were capable of being saved, and "pneumatics", the spirit-based humans, who are the superior category, destined from their nature for salvation. A subcategory of the spirit-based humans were the Gnostics, who in addition have the secret divine knowledge and know the divine hierarchy.

The Worldview of Vassileides

Vassileides, who taught in Alexandria between years A.D. 120 and 145, stressed the large distance between the unknown and anonymous God and the perceivable world. From the Pleroma came out the anonymous God, who projected the first-born Mind, from which the Logos descended. From the Logos, in turn, came *Phronesis* (the Prudence), *Sophia* and *Dynamis* (the Power, the Force). Later on, from these three came out the first Angels, who created the first "sky", while other Angels made a series of "skies", 365 in total — as many as the days of the year. The Angels of the last visible sky have the responsibility of our world, which is the lowliest of all and is ruled by the Creator God of the Jews.

This Creator God, the king of the Angels of the lower world, was the Archangel protector of the people of Israel and, according to the Gnostics, the one who wanted to rule upon all the other Angels as well. This created a major upheaval in our world. Then, God sent the Mind (*Nous*) to Earth, *i.e.*, the so-called Christ, who only phenomenologically took a human essence, in order to liberate the humans from being under the power of the God of Judaism. Nous did not become a real human. Whoever believes in the Crucified Christ will be a slave of the forces that created the material world, while those who recognize in the person of Christ the Eternal Mind, the Redeemer, are given the redeeming knowledge that must be kept secret for the few chosen believers.

The Cosmology of the Gnostics

The philosophical and cosmological beliefs of the Gnostics are of interest for astronomers and cosmologists to the extent that their teachings include the place of humanity in the Universe. Essentially, the Gnostics were not interested in the Universe *per se*, but mainly in human nature and its place in it. In any case, the Gnostics considered the Universe as something larger and higher than the perceivable world. They perceived the form of this Universe schematically and understood it as concentric celestial spheres centered on Earth. These celestial spheres, corresponding

to the planetary motions as we have already mentioned, were ruled in general by deities hostile towards the spiritual humans. Beyond these spheres, there was the eighth sphere of the fixed stars, which was equivalent to the "Pleroma" of Valentine and consisted of thirty Centuries, the primeval spiritual forces corresponding to the thirty days of each month of the year. The knowledge possessed by the initiated Gnostics liberated them from the hostile power of the planets and the fixed stars. Moreover, after their death, the initiated ones were raised (transcending the obstacles put by the evil) to the Highest Power to which they knew they had always belonged. In short, the humans were spirits imprisoned in material bodies inhabiting a foreign world. For some Gnostics, the human spirit was bound to the body, while for others the issue was more complicated.

The basic question of the Gnostics could be expressed through the following phrase: "If the Supreme Being was perfect and benevolent, then why should the imperfect and evil world exist?"

The answer given was that there were two worlds: the spiritual one, which originated from the Centuries, and the imperfect material one. The latter originated from Sophia, the thirtieth Century, who fell because she wanted the knowledge of God: The sorrow of Sophia led her to create the material world and one imperfect and inferior Creator God, sometimes known as Jaldabahoth, who was identified as the God of the Old Testament. He was the "bad" Creator God who, as the leader of a host of Angels, created the world we can perceive with our senses. It is in this world that Sophia wanders searching for a way to return to the divine source.

According to the Gnostics, our world is imperfect and hostile to the human being; therefore it could not have been created from a benevolent supreme being. Christ came down on Earth through the concentric spheres in order to liberate the humans. Since Christ descended from a higher level, he could reveal to the humans the mysteries of spiritual cosmology and cosmogony. Jesus became Savior when he was illuminated by the supreme light. The Gnostics believed that Christ was influenced by the stars and that he ascended in order to lead upwards the spiritual beings. They generally believed that there was a cosmic tendency for the return of the spirit where it belongs, which was merely strengthened by the teaching of Jesus the Savior. The redeeming and other mystical teachings intended to assist the divine spark to exit the material world after the death of the body and to approach the upper divine reality.

Conclusions

As can be seen, within the cosmology of the Gnostics one can trace the roots of the clash between certain modern cosmological theories and Christian theology. At the same time, the gnostic views were consistent with the philosophical substrate of certain groups in the society that divide people into those who believe they are supporters of the "bad" God-creator of the material world and those who believe they support the higher and "good" God of the spirit.

In these views, the racist ideologies that divided people into Aryan and non-Aryan etc. sought support, as well as the modern UFO mythology that divides people according to which extraterrestrial beings are their ancestors.

Such views belong to persons who have the feeling of enslavement to an unmerciful and violent God rooted inside their minds. Their God or Gods are full of human evils and imperfections. This God is in no way related to the Christian God, whose only will is freedom, love, and the realization of the unity of humans and God within the frame of an undividable universal existence.

Acknowledgements

This study formed a part of the research at the University of Athens (Department of Astrophysics, Astronomy, and Mechanics of the School of Physics) and we are grateful to the University for financial support through the Special Account for Research Grants. It is also supported by the Ministry of Science and Environment Protection of Serbia, through project 146022, History and Epistemology of Natural Sciences.

References

THEODOSSIOU, E.; DANEZIS, E. — *Sta ichni tou* ΙΧΘΥΣ*: Istoria-Astronomia-Philosophia*, (*In the Traces of ICHTYS — History, Astronomy, and Philosophy*), Diavlos Publications, Athens, 2000 (in Greek), p. 732.

Transdisciplinarity in Science and Religion
No. 5 / 2009, pp. 87-93

© Curtea Veche Publ., 2009

The Orthodox Church and Astronomy in Common Fight Against Astrological Superstition*

MILAN S. DIMITRIJEVIĆ
Astronomical Observatory, Belgrade, Serbia

EFSTRATIOS TH. THEODOSSIOU
Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics,
School of Physics, University of Athens, Greece

Introduction

In the fight against superstition and credulity, the Orthodox Church and the science of Astronomy have a common adversary, namely astrology. In this common task, the Orthodox Church and Astronomy are partners which could help each other educate the people and suppress superstition. In this contribution, we will summarize arguments from the Bible and from Orthodoxy against astrology, which, together with scientific arguments, provide a better possibility for the perpetual common fight of religion and science against superstition. Consequently, the Holy Bible and the Orthodox Church may be important partners to astronomers and astronomers might help the Church diminish the influence of astrology.

The Increase of the Influence of Astrology

* Originally presented at the international congress "The Dialogue Between Science and Religion in the Orthodox World" (Romanian Academy, Bucharest, 24-27 September, 2008).

It is difficult to completely knock down the superstitious belief in astrology, since in comparison with other practicians of magic and foretellers of events, astrologists make use of certain mathematical formulas, observational data, and methods that look like the scientific ones; they even look very scientifically to non-educated people. Astrology, however, is in disagreement with the Christian religion and with the increase of the influence of religion often comes the decrease of the influence of astrology.

In the 20th century, the revival of astrology began with the birth of newspaper astrology. In the *Sunday Express*, an astrological column was entered on August 24th, 1930 (Fuzeau-Braesch [1997], p. 68). The earliest horoscopes were published in France, in the *Journal de la Femme*, in 1932 and in *Paris-Soir* on April 18th, 1935 (Fuzeau-Braesch [1997], p. 72). In September 1968, a computer making horoscopes, entitled "Astroflesh", was placed on the Champs-Élysées in Paris and a similar one in Oxford Street in London. Apart from the "popular" or "newspaper" astrology, there exists the "serious" astrology of the consulting rooms and "learned" journals.

How is one to fight against the astrological nonsense? Truzzi (1979) writes: "Attacking simple sun-sign astrology is largely a waste of time… A manifesto denouncing newspaper astrology columns could as easily be signed by leading astrologers as by a group of respected scientists."

In order to be prepared for the fight against astrology, one should understand what is astrology, and how to look at the astrological practice. The natal chart interpretation is governed by the cardinal rule that no factor shall be judged in isolation. Taking into account the most basic factors, namely the planets, signs, houses, and aspects, a typical chart contains about forty interacting factors, each with its own individual meaning, all of which will be relevant to the interpretation. However, many other factors may be taken into account, as, for example, the midpoints and dynamic contacts, which can increase the total to hundreds or thousands.

Rosenblum (1983) gives the following classification of the "serious" astrological consultations:

A. Chart reading — usually one session only: astrologer talks, client listens;
B. Counseling — one or several sessions: client participates in a dialogue; involves inquiry into client's life; addresses short-term problems;
C. Therapy — regular ongoing sessions: client has major long-term problems and requires help to regain control of life; astrologer has (or should have) orthodox qualifications in psychotherapy.

Concerning the content of astrological consultations, there is a dif-

ference between Eastern and Western astrologers. The Eastern ones concentrate almost exclusively on fate and destiny (see, *e.g.*, Perinbanayagam [1981]). According to Dean (1986/87), two thirds of Western astrologers, on the contrary, concentrate on psychology and counseling and only one third on predictions. For example, the known American astrologer Dane Rudhyar says: "I am only interested in astrology as a means to help human beings to give a fuller, richer meaning to their lives… I see no value in the prediction of exact events or even of precise character analysis" (Rudhyar [1979]) The situation in Serbia, with a lot of self-declared astrologers or astrologers with some diplomas of self-established courses or even one "faculty" is somewhere in between inclining often towards the Eastern manner.

David Lester, an American professor of Psychology, concluded that: (1) astrologers play a role similar to that of psychotherapists; (2) people consult astrologers for the same reason for which they consult psychotherapists, but without the possible stigma attached to the latter; (3) clients get empathy, advice, compliments, and positive comments about possible future traumas, all of which amounts to supportive psychotherapy (Lester [1982]). Skafte, a psychologist and counselor, tested the effect of introducing newspapers astrology, palmistry, and numerology into personal and vocational counseling, by saying, for example: "A person born under your sign is supposed to enjoy travel — does this sound like you?" (Skafte [1969]) She found that: (1) this provides a focal point for discussion that often stimulates the clients to talk openly about themselves; (2) mutual interest in an unconventional activity quickly creates closeness; (3) the focus on individual qualities meets the client's need to feel special. Consequently, when used in this way, astrology may be usable without the need to be true.

But astrology has its dark side, too. Steiner, a medical and psychiatric social worker, underwent a 12-year survey of American astrologers, palmists, numerologists, Tarot readers, and similar "consultants" (Steiner [1945]). She concluded: (1) there is no agony like emotional turmoil; people will seek relief anywhere, usually quite uncritically; (2) in general, consultants were utterly untrained for professional practice; many were unscrupulous and dishonest; (3) no technique was better or worse than others; yet all consultants claimed success for their particular system.

Orthodoxy and Astrology

It is interesting that today, in the era in which man has made his first steps towards the stars, we have armies of astrologists, taking money

from superstitious people. Does the fact that the influence of religion is now lesser than in the 19th century also contribute to this? If a believer reads in the Holy Bible — in *Genesis*, 25, 26 —, concerning the birth of Esau and Jacob, that Jacob "came out and his hand took hold of Esau's heel", and sees so different destinies in these twins, will he also believe in astrological horoscopes based on the positions of celestial objects at the time of birth?

For example, in 19th-century Serbia, when the influence of the Orthodox Church was dominant, astrological nonsense was condemned in practically all calendars; for example, in one of them was written: "The Almighty God rules the World, not the planets, which are only creations of His hands. Such belief existed a long time ago, in ancient Egypt, among the non-believers who believed that the planets ruled the human destiny and the World."

In the Holy Bible, in *Deuteronomy*, 10-12, Moses advises his people: "There should not be found in you any one who is… a practicer of magic, or anyone who looks for omens…, or a professional foreteller of events… For everybody doing these things is something detestable to God, and on account of these detestable things your God is driving them away from before you…"

It should be noted, however, that the flowering of astrology during the Renaissance helped even some of the popes. For example, Sixtus IV and Julius II were actively occupied with astrology. The successor of Julius II, Leon I, assembled a group of astrologers advising him during his pontificate (Alevisopoulos [1999]) and Paul III (1468-1549) also used the advice of astrologers. However, astrology was never recognized officially by the Catholic Church. On the contrary, for example, the council of Saragossa, in 1380, decided that "who believes and entrusts with astrology should be excommunicated". A number of canons of the Church — as, for example, the 24th canon of the Ankir council (A.D. 314), the 36th canon of the Laodicaea council (A.D. 360), the canons of the Sixth Universal convention, the canons of Saint Basil the Great and of his younger brother Saint Gregory of Nissa — condemn any fortune-telling and their techniques, including astrology. In canons 65 and 72 of Saint Basil the Great, fortune-telling, which is the destruction of human liberty, is equivalent to murder (Alevisopoulos [1999]).

According to the Bible (Genesis, 1, 14): "And God said, Let there be lights in the firmament of the heaven to divide the day from the night; and let them be for signs, and for seasons, and for days, and years".

Consequently, according to the Bible, the stars and planets do not have any influence on the human destiny. They cannot raise or ruin anyone. "But God is the judge: he puteth down one, and seteth up another"

(*Psalms*, 75, 7). "Who is like unto the Lord our God… He raiseth up the poor out of the dust, and lifteth the needy out of the dunghill; that he may set him with princes, even with the princes of his people" (*Psalms*, 113, 5-8).

Is there in these words anything about luck or about the wheel of fortune that some people exalt and others abase, according to the positions of stars and planets? Saint Maxim the Greek (1999 [a]) says: "Not from stars, Zodiac and planets, but from the Creator, 'Father of light', comes every good gift and perfect prize to those which are deserving such gift and prize".

Concerning different fortune-tellers and their practice, including the fortune-telling from stars, the prophet Isaiah says: "Therefore thou hast forsaken thy people, the house of Jacob, because they be replenished from the east, and are soothsayers like the Philistines, and they please themselves in the children of strangers" (*Isaiah*, 2, 6).

And the prophet Zecchariah: "And it must occur [that] in case a man should prophesy anymore, his father and his mother, the ones who caused his birth, must also say to him: You will not live, because falsehood is what you have spoken in the name of God… And it must occur in that day [that] the prophets will become ashamed each one of his visions when he prophesies" (*Zechariah*, 13, 3-4).

Saint John of Damascus says: "The Greeks thought that the stars, the Sun and the Moon, and their rise-ups and set-downs govern all concerning us. We believers claim that with the help of them are only announced rain and aridity, warm and cold weather, humid and dry days, and winds and not at all acts concerning us. If we do our works in accordance with the star motions, it will mean that we do as we do under pressure and what is done under pressure is neither a good, nor an evil act. If we do neither good, nor evil in accordance with our own willness, we deserve neither a praise, nor an award, neither a scolding, nor a punishment. Even God will be unjust in such a case, as one who to some gives good and to others evil. Also in such a case it is not He who governs with His creation, neither about it thinks" (see, *e.g.*, Saint Maxim the Greek [1999 a]).

This is, in fact, the main remark about astrology, since the human liberty and free will are the principal facts in life. Our society is founded on the postulation that a man is free and can make decisions concerning himself and the others. For his acts, a man is responsible not only to God, but also to the community. On this conviction are founded the constitutions and laws of our countries.

Astrology attacks human liberty and free will. Decisions that a man makes for himself are given over to an astrologer. A free man becomes in

such a way the astrologer's "client" without any liberty to make decisions according to his own free will, without the astrologer. In such a way, a man also throws away all his responsibility.

For example, Saint Maxim the Greek says: "If by the movements of stars and by their conjunctions we receive the gifts of God, then our reason and the free will of our souls depend on zodiacal properties, and by them are directed towards virtue or towards a culpable life, and then the apostolic sermon becomes needless, and our faith becomes needless… Nobody then should care about virtue or try to avoid vices… Thus, one should not have fear of Judgment, since his justification will be that he is forced by the evil master who forced him to different vices against his will" (Saint Maxim the Greek, [1999 b]).

God promised to reward those who are good by their own will and not by coercion. Jesus said to his disciples: "If any man *will* come after me, let him deny himself" (*Matthew*, 16, 24).

If our acts were governed by the stars and not by our own free will, He would have said not "If anyone *will*", but "If anyone *could*". Saint Maxim the Greek also says (1999 [b]): "If there exists some zodiacal force forcing us to act against our will, why does He command: 'You shall not kill. You shall not commit adultery. You shall not steal. You shall not testify falsely as a witness against your fellow man'" (*Exodus*, 20, 13-16)?

Also, when Adam committed sin in the Garden of Ede, as advised by the snake, why did God punish the sinner and the snake and not planet Mercury?

Finally, concerning the astrologers' saying that the planets, their conjunctions, and the zodiac give good and evil to a particular person or to the whole city, very illustrative are the words of the prophet Isaiah on the disaster of the Egyptian Empire: "Let them stand up, now, and save you, the worshippers of the heavens, the lookers at the stars, those giving out knowledge at the new moons concerning the things that will come upon you. Look! They have become like stubble. A fire itself will certainly burn them up. They will not deliver their soul from the power of the flame" (*Isaiah*, 47, 13-14).

In the end, let us emphasize that the scientific arguments together with those of the Orthodox Church are more effective in the struggle against astrological superstition and that should be permanent, because this is the struggle for the Freedom of Will and the human Liberty.

References

ALEVISOPOULOS, A. — *Astrologija u svetlosti pravoslavlja* (in Serbian, translated from Greek), in V. Dimitrijević, J. Srbulj (eds.), *Astrologija u svetlosti pravoslavlja* (*Astrology in the Light of Orthodoxy*), Svetilo, Belgrade, 1999.

DEAN, G. — "Does astrology need to be true? Part 1: A look at the real thing", in *The Skeptical Inquirer*, 11, no. 2 (1986/1987), pp. 166-185.

FUZEAU-BRAESCH, Suzel — *L'Astrologie* (coll. « Que sais-je? », no. 248), Paris, 1989 (in Serbian: *Astrologija*, Šta znam?, no. 7, Plato, Belgrade, 1997).

LESTER, D. — "Astrologers and psychics as therapists", in *American Journal of Psychotherapy*, 36 (1982), p. 56.

MAXIM the Greek (St.) — *O tome da promisao Božja a ne zvezde i kolo sreće odredjuju ljudsku sudbinu* (*About the fact that God's providence, not stars and the wheel of fortune determine the human fate*), in Dimitrijević & Srbulj, *op.cit.*, p. 37 (1999 [a]) • *Protiv onih koji se trude da pomoću posmatranja zvezda predskazuju budućnost, i o čovekovoj slobodnoj volji* (*Against those who try with the help of star observations to foretell the future, and on the human free will*), in Dimitrijević & Srbulj, *op.cit.*, p. 48 (1999 [b]).

PERINBANAYAGAM, R.S. — "Self, other, and astrology: Esoteric therapy in Sri Lanka", in *Psychiatry*, 44 (1981), p. 69.

ROSENBLUM, B. — *The Astrologer's Guide to Counseling: Astrology's Role in the Helping Professions*, CRCS, Reno (New York), 1983.

RUDHYAR, D. — "Review of recent advances in natal astrology", in *Zetetic Scholar*, nos. 3-4 (1979), p. 83.

SKAFTE, D. — "The use of palmistry in counseling", in *Voices* (published by the American Academy of Psychotherapists), 5, no. 4 (1969), p. 38.

STEINER, L.R. — *Where Do People Take Their Troubles?*, Houghton Mifflin, Boston, 1945.

TRUZZI, M. — "Astrology: A review symposium (prologue)", in *Zetetic Scholar*, nos. 3-4 (1979), p. 71.

Transdisciplinary Studies — no. 1 (2011), pp. 147-156 © Curtea Veche Publishing, 2011

PROBLEMS OF CALENDAR REFORM AND EASTER DATE DETERMINATION
AND A PROPOSITION TO THE SERBIAN ORTHODOX CHURCH, MADE BY DJORDJE STANOJEVIĆ

Milan S. Dimitrijević
Astronomical Observatory, Belgrade, Serbia

Introduction

From the latter half of the nineteenth century on, a number of Serbian scholars and astronomers have dealt with the question of reforming the Julian calendar. Different propositions for reforming the calendar of the Orthodox Church were made: for example in 1865 by Tatomir Milovuk; in 1866 by Mojsije Pajić; in 1898 by Ljubomir Uzun-Mirković; starting in 1892, on several occasions, by the astronomer and physicist Djordje Stanojević; in 1900 by the founder of the Belgrade Astronomical Observatory Milan Nedeljković and by a secondary school teacher, Maksim Trpković; finally, in 1905 by Petar Tipa.[1] The 1923 Congress of the Orthodox Churches in Constantinople adopted the reform proposition of the Serbian astronomer Milutin Milanković.[2]

The first Serbian astrophysicist and second director of the Belgrade Astronomical Observatory, an astronomer who played a crucial role in the electrification of Serbia, the author of the first color photograph in Serbia, Djordje Stanojević, addressed the Serbian Orthodox Church in 1892 with a proposition for the reformation of the Julian calendar. In 1908, he published in several parts, in the journal of the Serbian Church (*Vesnik Srpske Crkve*) the larger study "The Incorrect Celebration of Easter in the

1. Janković [1984], p. 103.
2. Dimitrijević & Theodossiou [2002], pp. 145-147; Dimitrijević, Theodossiou & Mantarakis [2008], pp. 50-54; Dimitrijević [2005], pp. 347-350.

Orthodox Church and the Calendar Reform"[3], which was published also in book form the same year. At the same time, he offered his article to the French journal *L'Illustration*, together with his proposition for calendar reform. The journal published only a short extract from the text. Not satisfied with it, Stanojević published the article he had submitted to the Parisian journal as a booklet entitled *Le calendrier normal*.

In this article we will discuss the disputes within the Church on the question of the date Easter should be celebrated, known as Pascal/Easter controversies, the activities of Djordje Stanojević concerning the reformation of the calendar and the determination of the Easter date, as well as the similar activities in Russia in the nineteenth century.

On Pascal or Easter Controversies

In his study "The Incorrect Celebration of Easter in the Orthodox Church and the Calendar Reform", Stanojević discussed in detail the origins of the Pascal controversy and gave a full account of the history and development of the various methods for determining the date of Easter. Namely, in the early period of Church history, the date of Easter was always near the middle of the Jewish month Nisan. After the first half of the second century A.D., there existed two groups among Christians.

In the east, *i.e.*, in the Asian part of the Roman Empire, Christians celebrated Easter on the 14th of Nisan, together with the Jews. One should notice that, for the Jews, the 14th of Nisan was the day on which the Passover sacrifice had been made, at the time of the Second Temple. This day was usually called Passover, but it is, in fact, Preparation Day for the seven-day Feast of the Unleavened Bread that begins on Nisan 15th, now also called Passover. Such practice was known as *Quartodecim*-anism in Asia. In other parts of the Roman Empire, the custom was to continue fasting after the 14th of Nisan and to celebrate Easter on the first Sunday thereafter. Namely, Christians wished to celebrate Easter on Sunday, the day of the resurrection of Jesus in all the four Gospels. According to a letter of Irenaeus to Victor, Bishop of Rome, the Roman Church celebrated Easter on Sunday at least since the time of Sixtus I, Bishop of Rome (A.D. 115-125).[4]

These differences in the practice of Easter date determination became an ecclesiastical Pascal or Easter controversy when Victor, Bishop

3. Stanojević [1908], vol. 19, no. 4, pp. 258-267; no. 5, pp. 325-336; nos. 6-7, pp. 428-447; no. 8, pp. 581-614.

4. Irenaeus, quoted in Pamphilius [1890], 5.24.14, 5.24.17.

of Rome, attempted to condemn *Quartodecim*-anism as a heretical practice and excommunicate its followers.[5]

Stanojević underlined that the Jewish Passover celebrated the liberation of the Jews from their Egyptian slavery and Easter — the Christian Passover — "celebrated liberation from the dominion of Satan and Hell"; he also gave the history of further divisions in the determination of the date of Easter.

The Christians were informed by Jews when the 14th of Nisan fell, but some of them, in the later 3rd century, argued that the contemporary Jewish determination of the 14th of Nisan was wrong, since that day came before the vernal equinox. They abandoned the relationing of Easter with the Jewish determination of the lunar month Nisan and started to perform their own determination, connecting Easter with the first Sunday after the full moon occurring after the vernal equinox. Others, however, continued with the traditional reliance on the Jewish calendar (they were called *protopaschites* by later historians). But divisions started to appear, even among those who celebrated Easter on the first Sunday after the full moon occurring after the vernal equinox. In the fourth century A.D., in Rome, the spring equinox fell on the 18th of March; in Alexandria, where astronomy had developed since the times of Ancient Egypt, the 21th of March was taken correctly as marking the beginning of spring.

Eusebius wrote to a number of synods that considered such controversies and supported the celebration of Easter on Sunday. The controversy between those who sided with the independent computations and those who wanted to continue the traditional reliance on the Jewish calendar was formally solved by the First Council of Nicea, convened in A.D. 325 at the summoning of emperor Constantin the Great. The Council adopted only two rules:

(i) the independence from the Jewish calendar, so that Easter be no longer related to the month of Nisan as defined by the Jews, but fall in a lunar month chosen according to Christian criteria — some kind of Christian Nisan;

(ii) that Easter be celebrated by all Christians at the same time.

The Council declared neither that Easter should be on a Sunday, which was a practice at that time, nor that it should not be on the 15th of Nisan (the first Day of the Unleavened Bread, now commonly called Passover). The "Zonaras proviso", the claim that Easter must always fall after the Jewish Nisan 15th, and never coincide with it, was formulated later, in the twelfth century.[6] The Council also declared that the Church of

5. Pamphilius [1890], 5.24.

6. L'Huillier [1996].

Alexandria, which celebrated the spring equinox on the 21st of March, should determine the date of Easter and communicate it to the other Churches.

Stanojević further explained the development of the methods of calculating the Easter date and especially considered cycles when the full moon is on a day with the same date (lunar cycle — 19 years), week days are on the same date (solar cycle — 28 years), the $19 \times 28 = 528$ years cycle, and the inaccuracies introduced by the use of integers and by the accumulation of errors, since the Orthodox Church relates the beginning of cycles to the Creation of the World in 5508 B.C., so that the determination of the date of Orthodox Easter deviates today from the real vernal equinox.

All data needed for the determination of the Easter date should be provided in the ecclesiastic book called Tipik, but Stanojević had established that in the Russian Tipik, the Greek Tipik and the Serbian calendar of Zaharije Orfelin the dates of full moon were different and, consequently, the dates of Easter as well. All quoted irregularities are consequences of the round-off errors in pascal calculations and of the inaccuracy of the Julian calendar, so that the results deviate from nature, *i.e.*, "from the truth". There were two ways to solve this problem. The first was to determine the date of Easter in accordance with the real equinox and real dates of full moon, according to the actual Julian calendar. The basic problem with this determination was the inaccuracy of the Julian calendar, in which the date of the vernal equinox moved towards the beginning of the year, so that after around ten thousands years Christmas and Easter would have to be celebrated at roughly the same time.

This is why Stanojević said: "If the Eastern Orthodox Church wants — and it should want — to maintain the celebration of Easter in the sense of the ecclesiastic rules, it must adopt the second way of eliminating the erroneous celebration of Easter, it must rectify the Julian calendar".

Djordje Stanojević and the Problem of Calendar Reform

The Julian calendar was introduced by Julius Caesar to establish order in the calendric system used in Rome, where the duration of a year was determined arbitrarily by the priests. So, in the 708-th calendric year since the foundation of Rome (*i.e.*, 46 B.C.), there was a 90-day difference between the natural year and the calendric year. Following the advice of the Egyptian astronomer Sosigenes, Caeser performed the calendar reform and introduced the 365-day year, every fourth year being a leap one of 366 days. Caesar prolonged the year 708 *ab urbe condita* for three additional months and the Julian calendar was introduced in Rome on the 1st of

March 45 B.C., or 709 from the foundation of Rome. The vernal equinox fell at that time on the 23rd of March at 5 hours and 32 minutes Jerusalem time. Stanojević underlined that on the same date Jesus Christ was born, more precisely on the 22.89th of March. After 128 years, it had moved onto the 22nd of March, and in the year 256 it had occurred on March 21st, as was the case at the time of the Nicene Council, *i.e.*, the date the Church of Alexandria took for the Easter determination.

In the year 1536, when Pope Gregory XIII performed a calendar reform on the advice of astronomer Aloysius Lilius, the vernal equinox fell on the 11th of March. The papal bull of February 24th, 1582, ordered that the 5th of October of that year become the 15th, thus deleting ten days and returning the vernal equinox to the 21st of March, as it was at the time of the Nicene Council. Moreover, in order to uphold this in the future, he introduced a new intercalation rule, deleting three days every 400 years, so that only secular years divisible by four be leap years. On an average, in the Gregorian calendar the difference of one day related to the tropical year accumulates after 133.33 years.

Stanojević wrote that this calendar should not be adopted, since "the first correction, concerning the past, Gregory made erroneously, and the second one, concerning the future, he made incorrectly". Concerning the first correction, he disapproved of Pope Gregory, since that took as a starting-point for the date of the vernal equinox the Nicene Council, because "if in Christianity there should be a starting-point, it should only be the birth of Christ. […] Our calendar reform should be reduced to the epoch *of Christ's birth*, since according to Christ we are named Christians (and not according to the Nicene Council)."

Moreover, with the new intercalation rule, "the duration of the year […] deviates considerably as much from the particular directly determined values, as from the general average duration of the tropical year, so that errors will accumulate…"

In 1892, Stanojević suggested to Metropolitan Mihailo, the head of the Serbian Orthodox Church, to initiate the question of calendar reform among other autocephalous Churches. The initial disagreement, due to doubt "that the adoption of the reform of Gregory could be interpreted as our transition to Catholicism", he removed by explaining that the reform should be completely independent from, and without any connection to, the Gregorian calendar. Stanojević addressed the Metropolitan in writing, explaining the way in which the reform should have been made, *i.e.*, by deleting one day every 128 years, considering that this was the simplest way to solve the calendar question. He also wrote that one should correct the Julian calendar and move the vernal equinox on the 21st of March, since on the basis of the errors in the literature he used, he believed that

the Nicene Council had moved the beginning of spring from the 18th to the 21st of March, so that it coincide with the time when Christ was born. The Serbian Metropolitan furthered this proposition to the Russian Holy Synod and to the Ecumenical Patriarchate of Constantinople, but without success.

When he went to St. Petersburg in 1896, Stanojević met the main procurator of the Russian Holy Synod, Pobedonoschev, who told him that "Caesar's Calendar does not at all disturb the Russians and it is not recommendable to even initiate this question".

In Russia, the question of the Julian calendar reform was initiated several times, as quoted by Stanojević. At the "Principal assembly" of the Russian Astronomical Society, of February 18th, 1899, on the proposition of professor S.P. Glazenap, the Directional board felt obliged to establish a commission that should debate this question. The commission held eight meetings and Stanojević obtained its report from its president, professor Glazenap, together with whom he observed the total solar eclipse of 1887, from Petrovsk. Emperor Nikolaj II formed a commission in the Imperial Academy of Sciences, for the solution of the calendar question. However, Stanojević was unaware of what that commission "solved and decided".

The report he obtained provided the history of the question of calendar reform in Russia, where it was initiated several times. The Imperial Academy of Sciences suggested in 1830 that the Gregorian calendar be adopted, but emperor Nikolaj I refused. Professor Medler, director of the Dorpat (today Tartu, in Estonia) observatory suggested in 1864 to retain the Julian calendar, but to delete one day from every 128-th year, so that those given years, which are leap according to the Julian calendar, remain normal. Stanojević detailed the different propositions for calendar reform considered by the commission, which ultimately adopted Medler's version and decided that the "reform should be performed from the birth of Christ, not from the Nicene Council".

Further on, Stanojević exposed in detail the problem of determining the duration of the tropical year and mentioned the results of calculations made by Bessel, Ferster, Newcomb, Hansen, Olufsen, Harknes, and Leverier. He quotes that the propositions of those dealing with the question of reforming the Julian calendar, for example Trpković and Nedeljković, "have a general, principled error". In each of those propositions, the authors adopted a certain value of the tropical year reduced to an epoch; according to that value, they tried to find an adequate formula that would reduce to a minimum the difference between the adopted year and the Julian year of 365.25 days. "They estimate the value of their propositions according to how many thousands or tens of thousands of years will be needed so that the error related to this tropical year increase by one

day. The tropical year, however, is variable; due to precession and other secular variations, it oscillates between some minimal and some maximal value."

If the average value around which the tropical year oscillates were determined, it would not be "a lot of combinations and solutions for the calendar reform, but only one, based on the average duration of the tropical year, resulting from all possible multisecular variations". Unfortunately, Stanojević concluded that it was not possible to perform such a reform, since we do not know the average value of duration of the tropical year, but remarked that we do know that the oscillations around that unknown value are within plus or minus 55 seconds.

He presented Medler and Klinkerfues' analysis of 1879, which arrived, for the average tropical year for the period between 3040 B.C. and A.D. 7600, at the duration of 365 days, 5 hours, 48 minutes, and 45 seconds. Stanojević emphasized that the great importance of this result is that the Julian year differs from it by exactly 11 minutes and 15 seconds and that the difference grows to exactly one day every 128 years. Moreover, the number 128 is divisible by four without any rest, so that every such year is a leap year. Adopting the condition that each 128-th year be a normal one and not a leap one, the one-day difference could be eliminated without any new formula or additional intercalation rule. That is why, Stanojevic´ underlined, it was not possible to say after how many tens of thousands of years the error could grow by one day, since we could talk about an error only if science demonstrated that the average tropical year differs from this value, but even then, if, "after many thousands of years, astronomical observations demonstrate that we have lost one day, or that we are maybe, according to the duration of the average tropical year, in front of nature by one day, this day can be taken into account without any difficulty with the corresponding sign". He emphasized the practical significance of such an average tropical year for the calendar and concluded that due to this it should be adopted even if it is not completely correct and suggested that: "For the basis of correction of our calendar, and certainly that of a general Christian one, it should be declared that the duration of the tropical year is 365 days, 5 hours, 48 minutes, and 45.00 seconds". He also suggested to entitle the year so calculated as a *calendric*, or *Christian*, or *Nikolian year* "in honor of the greatest deputy of the Eastern Orthodox Church, Emperor Nikolaj II, if the reform of our calendar is to be done during his reign".

Stanojević also discussed the problem of returning the vernal equinox date, according to the Julian calendar, from March 8th to 23rd, as it was at the time of the birth of Christ. He calculated that, from Christ's birth onwards, the difference had grown by 14 days, 22 hours, 7 minutes,

and 30 seconds, so that 14 days had to be deleted at once and the rest should have been deleted when the difference grew up again to one day, which was going to happen in 1920. One way was to delete, during two years, all the 31st dates in months which had such a number of days and the second way was to perform the deletion at once. In such a case, this should have been done during a period without great ecclesiastic holidays, and according to Stanojević, if the Church agreed, the most convenient period was during the great Easter fasting and the best was that the day of the vernal equinox, March 8th, should be declared March 22nd. He also considered other possibilities, noticing that the when and how of the reformation of the calendar should have been decided by representatives of the Church. Finaly, Stanojević presented his proposition of the reform of the Julian calendar in the following way:

a) the years not divisible by four without a rest would be normal years of 365 days (as up to now).
b) the years divisible by four without a rest would be leap years of 366 days (as up to now);
c) the years divisible by 128 without a rest would be normal years (new rule).

The first such year should have been 1920, then 2048, 2176 etc.

Stanojević underlined that the difference between his proposition and the others, such as the Gregorian calendar or Trpković's version, was that there are no secular and non-secular years and no special numbers to be kept in mind, which were all unnecessary complications. In his version of calendar reform, only one number had to be kept in mind, 128, which indicated the number of years after which the difference between nature's time and the calendar grew up to one day and explained why that extra day had to be deleted.

In the final part of his book, Stanojević explained how such a reform would relate to the particular rules for the ecclesiastic calculation of the date of Easter, like the solar and lunar cycles, the epacta etc. He concluded that: "These rules will be almost exactly as when the Orthodox Church established them for the calculations and will be free of the errors that they contain today. […] Based on the exact and true data — and not as up to now on data which are not exact and true —, Easter will be celebrated in the sense determined by the First Universal Council."

In Paris, probably in 1908, Stanojević tried to inform the French public about his solution to the problem of the calendar, first with the help of the journal *L'Illustration*, which published his contribution very shortened, and then in a booklet of 15 pages, where he presented the full text offered to the well-known French journal.

In the first part, he exposed the shortened version of his proposition for the reform of the Julian calendar. In the second part, he dealt with the division of the year into months and presented new ideas not given in the works in Serbian. He mentioned one of the complications in the calendar, namely that, with today's division into months, each year is individual and the allocation of the days in a week and their dates differ from year to year. The problem would be solved by a calendar having a year with of 364 days, while the 365-th day would be a neutral one and certainly a holiday. 364 days contain exactly 52 weeks of seven days. Such a year could be divided into months in two ways. Delaporte suggested that they be divided into 13 months of 4 weeks; Groselaude saw them divided into four trimesters of 13 weeks each. In both solutions, the year began on the same day.

Stanojević said that the first solution was more practical since there were 13 identical months of 28 days each and everything began on a Monday and ended on a Sunday. Each month had the same number of working days and weekend days and dates were the same in all months. The only flaw was that such a year could not be divided into half-years and trimesters, since it had 13 months instead of 12.

The other solution was more sympathetic to Stanojević, since it was closer to our daily habitudes. The year had four trimesters of 91 days and each had 13 weeks. Dates and weeks were the same in each trimester. Each began on the same day and comprised two months of 30 days and one of 31. All months had the same number of working days. The former solution contained "stabilized" months, the latter "stabilized" trimesters.

In both propositions, the 365-th day was not discussed. It was inserted at the end of the year as a holiday, and was considered neutral, additional, nul. Stanojević underlined that on this day persons would be born as well or they pass away and various events would happen. Hence, such a day should also have a name and a date. Since according to both propositions the year began on a Monday as the 1st of January and ended on a Sunday as the 31st of December, he suggested that the extra day be called *final Sunday* or *terminal Sunday* (*dimanche final* ou *dimanche terminal*). Discussing the inconsistencies of the previous propositions that this date should be the date 0, because then it was not clear whether it was previous to the 1st of January or followed the 31st of December, Stanojević suggested that this day should be the 32nd of December. According to the same logic, he wrote that the 366-th day in a leap year should be entitled *leap Sunday* (*dimanche bissextil*) and should become the 32nd of June.

It is interesting that a similar proposition of a year of 364 days with four trimesters of 91 days, one World Day after December 30th and one Leap Day after June 30th every four years was formulated by Elizabeth

Achelis, who founded the World Calendar Association in 1930 and the *Journal of the World Calendar* in 1931.

In the end, Stanojević considered the question of the date of Easter in such a calendar, showing that this holiday remained mobile, but, since according the second solution, for example, vernal equinox was always on Saturday, the 23rd of March, then Easter could only occur on five dates, on Sundays the 24th and 31st of March, the 7th, 14th, and 21st of April.

In his analyses on the calendar, Stanojević exposed a complete solution of the calendar question, which is simple, complete, and exact. So this fragment of creative work of this outstanding personality deserves full attention.

REFERENCES

ACHELIS, E. — "A Common-sense Calendar", in the *Journal of Calendar Reform* (published by the World Calendar Association), Vol. X, No. 3, pp. 116-119.

DIMITRIJEVIĆ, M.S. — *Should the New Julian Calender Adopted in Constantinople in 1923 Be Called of Milanković, Milanković-Trpković or Trpković-Milanković?* (in Serbian), in Milan S. Dimitrijević (ed.), *Proceedings of the Conference "Development of Astronomy among the Serbs III", Belgrade, 25-28 April 2004*, No. 6, Belgrade, 2005.

DIMITRIJEVIĆ, M.S.; E. THEODOSSIOU — "The Calendar of the Greek Orthodox Church", in *Astronomical and Astrophysical Transactions*, vol. 21, 2002.

DIMITRIJEVIĆ, M.S.; E.TH. THEODOSSIOU, P.Z. MANTARAKIS — "Milutin Milanković and the Reform of the Julian Calendar in 1923", in *Journal of Astronomical History and Heritage*, vol. 11, 2008.

JANKOVIĆ, N. — *The Serbs and the Reform of the Julian Calendar* (in Serbian), in *Proceedings of the VII-th National Conference* (published by the Astronomical Society "Rudjer Bošković"), No. 4, Belgrade, 1984.

L'HUILLIER, Peter — *The Church of the Ancient Councils*, St. Vladimir's Seminary Press, 1996.

PAMPHILIUS, Eusebius — *Church History: Life of Constantine, Oration in Praise of Constantine*, New York, Christian Literature Publishing Co., 1890.

STANOJEVIĆ, Dj.M. — *The Incorrect Celebration of Easter in the Orthodox Church and the Calendar Reform* (in Serbian), reprinted from *Vesnik Srpske Crkve*, Belgrade, Printing Office of Andra Petrović, 1908, pp. 1-83.

STANOÏÉVITCH, G.M. — *Le Calendrier normal*, Paris, M. Vermont (without year), pp. 1-15, in D. Trifunović, *Djordje Stanojević, Professor and Rector of Belgrade University*, author's edition, Belgrade, 1997, pp. 1-40 (the year 1908 is quoted here).

Transdisciplinarity in Science and Religion
No. 1 / 2007, pp. 137-152

© Curtea Veche Publ., 2007

Hydor from Ancient Greek Cosmogonies to Modern Astrophysics

EFSTRATIOS TH. THEODOSSIOU*, MILAN S. DIMITRIJEVIC**,
VASSILIOS N. MANIMANIS*, TH. GRAMMENOS*

*University of Athens, School of Physics,
Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics

**Astronomical Observatory of Belgrade, Serbia

Introduction

Calm or rapid, still or running, water is considered to be the "blood" of Earth, which through the network of rivers runs in its veins offering life. It is the most precious liquid of our planet, indispensable and beneficial to humans, animals and plants. Water is the primary substance of the human organism, as well as the basis of the ancient Greek myths of cosmogony, one of the dominant "elements" of the world, necessary for the creation and the continuation of life. It is colourless, odourless and tasteless, yet valuable and irreplaceable. Nevertheless, to this day, natural sciences have not managed to reveal all its secrets. Water has always been at the centre of the scientific, mythological, religious, and philosophical inquiries of humanity.

Since the most ancient times, human beings have realized how important water is for the existence of life, as well as for the entire world. Philosophers and ordinary people alike believed that *hydor* was the start of all things, since everything seemed to contain water. In the cosmogonic myths of all human races, water possesses magical properties and is a regenerating, revitalizing and purifying substance.

Water, the symbol of life, became the object of adoration of almost all primitive races of ancient times. The ancient Greeks believed in many watery deities of the sea and of the rivers. Besides Poseidon (Neptune),

the god of the sea, they worshipped Nereus and the Nereids, Proteus, Triton etc. Furthermore, they had deified many rivers, such as Acheloos, Alpheios, Assopos, and others.

In the Orphic cosmogony, water and matter were the fundamental cosmic elements of World Creation. Protomatter is not surely originated according to its present physical description, but it was a kind of material element. Damascius, the Neoplatonic philosopher of the 6th century A.D., notes in his *De Principiis* that:

> "The Orphic Theology which is said to be according to Hieronymus and Hellanicus (provided he is not one and the same man) is as follows: water existed from the beginning, he says, and matter, from which earth was solidified" [cited in Kirk *et al.*, 1995, p. 24].

Already in the Homeric era, the ancient Greeks believed in the watery Oceanus (Ocean). Homer mentions that the Earth is a flat disk; around it runs a mythical river, the Ocean. The Ocean has no sources, nor estuary, it is *apsorroos*, *i.e.* cyclically moving or backward flowing. Its current goes back to where it started in a ceaseless and eternal motion. The ancient Greeks believed that the *apsorroos* watery Ocean encircled the entire Earth: "Were it even the streams of the river Oceanus, from whom they all are sprung" (Homer, *Iliad*, XIV, 246). Over the flat Earth was the hemispherical dome of Heaven, exactly covering it, as a huge apsidal dome. That is, the cosmology of those time consisted of the dome of the heavens, with a disk-like earth floating on water.

The Ocean was the father of all gods. This is stated by Plato (*Cratylus*, 402 bc):

> "Just so Homer, too, says — Ocean the origin of the gods, and their mother Tethys [Oceanus, from whom the gods are sprung, and mother Tethys (*Iliad*, XIV, 201, 302)]; and I believed Hesiod says that also [*Theogony*, 337: Tethys bare to Ocean eddying rivers (Hesiod [1914], p. 103)], Orpheus, too, says… Fair-flowing Oceanus was the first to marry, and he wedded his sister Tethys, daughter of his mother" (Plato [1926], p. 69).

Aristotle, in his *Metaphysics* (Book I, III, 983b 6), provides more details:

> "There are some who think that the men of very ancient times, long before the present era, who first speculated about the gods, also held this same opinion about the primary entity. For they represented Oceanus and Tethys to be the parents of Creation, and the Oath of the gods to be water — Styx (*Iliad*, XIV, 20, 81): 'for that he is a branch of the water of Styx, the dread river of oath' (*Iliad*, II, 755), 'Come now, swear to me by the inviolable water of Styx' (*Iliad*, XIV, 271), 'And the down-flowing water of Styx, which is the greatest and most dread oath for the blessed gods' (*Iliad*, XV, 37), as they call it". (Aristotle [1933], p. 21).

Professor G.J. Whitrow, in his *Time in History* writes:

> "Homer was not interested in the origin of things and had no cosmogony beyond the idea that water is the origin of all things. This was expressed mythologically by calling Oceanus the river which encircles the world's disk, the origin of all things (*Iliad*, XIV, 246). W.K.C. Guthrie ([1961], pp. 39-40), who has drawn attention to this, makes the interesting point that it was probably an Ionian idea, since 'it reappears in Ionian philosophy and in the eastern peoples to whose influence early Ionia lay particularly open'. It will be recalled that Thales, the first Greek philosopher, was Ionian, and he maintained that the first principle (*arche*) of all things is water" (Whitrow [1989], pp. 37-38).

Cosmogony

In ancient Greece, astronomy as a science began in the 6th century B.C. by the Ionian philosophers. The Greek philosophers in Ionia (Asia Minor) tried to understand not only the facts, but also the "why" and "wherefore" behind everything, including every physical and astronomical phenomenon. The foundation of the Ionian School in Miletus was the starting point of the Presocratic thought namely the first philosophical thought in the Ancient Greek world.

According to Professor Herbert Dingle (*The Scientific Adventure-Essays in the History and Philosophy of Science*):

> "Philosophy proper, then, may be said to have begun with the first man who took the whole of experience as his field of study and tried to see it as a related set of manifestations of some common unifying principle. In the Western world that man is generally considered to have been Thales of Miletus, who lived some 600 years before Christ, and the fact that this unifying principle was something now so unacceptable as water is as nothing beside the immeasurably important fact that he caught the first glimpse of the goal which philosophers have ever since been striving to reach" (Dingle [1953], pp. 197-198).

Thales of Miletus (624-547 B.C.) was the leading Ionian philosopher, the first who raised the point that a material substance explains all the natural phenomena and, according to his cosmogony, the material cause of all things was *hydor*. Sextus Empiricus, also reports this fact:

> "Of the school of Miletus the founder was Thales (circa 600 B.C.). He declared that the fundamental substance of which the world was made is water" (Sextus Empiricus [1933], p. 7).

Similarly, Sir W.C. Dampier, in his *History of Science*, writes about it:

> "The importance of the Milesian School of philosophy lies in the fact that, for the first time, it assumes that the whole universe is natural, and potentially explicable by ordinary knowledge and rational inquiry" (Dampier [1929], p. 16).

The English philosopher Bertrand Russell, in his *History of Western Philosophy*, says that:

> "The Milesian School is important, not for what it achieved, but for what is attempted" (Russell [1946], p. 47).

Hydor is an ancient Greek word meaning "water", a word that is still in use. A lot of English words are derived from this single Greek word: *Hydra*, *hydraulic*, *hydrocarbon*, *hydrodynamics*, *hydrofoil*, *hydrogen*, *hydroxide*, and many others. For example *hydrogen*, as a Greek word, is formed from the word *hydor* (meaning "water") and the verb *genno* (meaning "to give birth"). It means that hydrogen is the element from which water was born, the water-forming element. Thales of Miletus, one of the seven Wise Men of Greece, was the first among the Greek philosophers to speculate about the primary material element of all beings and cosmic phenomena.

The American astronomer Theodore P. Snow writes the following in his *Dynamic Universe*:

> "The first formal scientific thought evolved after the time of Homer's writing, and its inception is associated with the philosopher Thales (c. 624-547 B.C.), who lived in Miletus, on the eastern shore of the Aegean Sea. His principal contribution was the idea that rational inquiry can lead to understanding the universe, going beyond describing it. This general precept was adopted by followers of Thales, who formed the so-called Ionian school of thought, named for that part of Greece (now Turkey) surrounding Miletus. […] Thales did create a primitive cosmology, encompassing the idea that all the basic elements of the universe were formed from water, the primeval substance" (Snow [1998], pp. 43-44).

Hydor was the "first principle" for philosopher Thales, a native of the rich city of Miletus, in Asia Minor. He said that everything is made of water. Earth was the result of the condensation of water; air is produced from water by rarefaction and air again, when heated, becomes fire. Thales expressed the opinion that the whole universe was born from water ("He stated that water is the first principle of the nature"). Hence, for the first time in the history of science, an explanation was attempted of the cosmic phenomena, based not on the willing action of an anthropomorphic deity, but on an impersonal natural principle.

The importance of water in nature and life was probably the main reason that led the Milesian philosopher to this conclusion.

Thales of Miletus believed that the world was once made of water and that solid land was created out of the waters through a natural process, similar to the deposits he had observed at the Nile's delta in Egypt.

Thales, who introduced the sciences of mathematics and astronomy in Greece, observed the world around him carefully and saw that the element, obviously more abundant in nature than others, is *hydor*. From this fact he suggested that water must be the basic element of the beginning of the Cosmos, the essential component of all things.

His cosmology is based on water, as the essence of all matter. Aristotle wrote that Thales was the first to suggest a single material substractum for the Universe — namely water. To Thales the entire Universe was a living organism, nourished by exhalation from water.

Thales of Miletus, the establisher of theoretical geometry and astronomy, as a carrier of the ancient Greek abstract spirit, not satisfied only by documentation and learning of facts, seeks the theoretical explanation and justification of the phenomena, conceived the "first principle", which became a basic term of the international scientific thinking.

Water, beyond any divine interventions, was for the great philosopher the essential component of all material things and all natural beings were mutations of this initial matter.

The attempt of the Ionian School, and particularly of Thales, to formulate the first philosophical system is described by Aristotle in his work *The Metaphysics,* where he distinctively states that all Ionian philosophers proposed some *arche* (generative cause) of the Cosmos. As we know from Aristotle (Book I, III, 983b 2-5) most of the earliest philosophers:

> "…conceived only of material principles as underlying all things. That of which all things consist; from which they first come and into which on their destruction they are ultimately resolved, of which the essence persists although modified by its affections — this, they say, is an element and principle of existing things. Hence they believe that nothing is either generated or destroyed, since this kind of primary entity always persists" (Aristotle [1933], p. 19).

The British philosopher Bertrand Russell, in his *History of Western Philosophy*, also reports this:

> "Thales of Miletus, according to Aristotle, thought that water is the original substance, out of which all others are formed; and he also maintained that the earth rests on water. Aristotle also says of him that he said the magnet has a soul in it, because it moves the iron; further, that all things are full of gods" (Russell [1946], p. 44).

In the same way, nothing else is generated or destroyed; for there is some entity (or more than one) which always persists and from which all other things are generated. All have not agreed, however, as to the number and character of these principles. Thales, the founder of this school of philosophy, says that the permanent entity is water (due to this he also assumed that Earth floats on water). Presumably he derived this assumption from seeing that the nutriment of everything is moist, and that the heat itself is generated from moisture and depends upon it for its existence (and a thing is generated from something that is always its first principle).

He derived his assumption, then, from this: "…and also from the fact that the seeds of everything have a moist nature, whereas water is the first principle of the nature of most things" (Aristotle, I, III, 983b 2-5, p. 19). Water is the origin of all things, since all elements are made of water and are essentially water.

Similarly, Diogenes Laertius, in his *Lives of Eminent Philosophers* (I, 27) writes about the hypothesis of Thales of Miletus:

> "His doctrine was that water is the universal primary substance and that the world is animated and full of divinities" (Diogenes Laertius [1925], p. 27).

In addition, Sir Th.L. Heath, in his *Greek Astronomy*, writes:

> "Thales laid it down that the first principle of all things is water, and that the universe is animated and full of gods" (Heath [1932], p.2).

Therefore, according to the view of Thales — and of other Ionian thinkers — the universe was a huge watery mass, upon which the Earth was floating, having the shape of a vast circular disk. In other words, the Earth was likened to a flat surface, floating on the waters of the universe, while at the same time it was the centre of our planetary system and of the universe in general.

We should not be impressed by this general view of the wise men of that era. Even today, during the Orthodox service of Good Thursday, it is chanted: "…the One who suspended the Earth among the waters".

Furthermore, the hypothesis of the floating Earth was known to the ancient Greeks from Homer's *Odyssey* (I, 79), where Poseidon (Neptune) is called ruler of the Earth. Poseidon, the god of the sea, was initially a terrestrial deity:

> "Poseidon will let go his anger, for he will in no way be able, against all the immortal gods and in their despite, to contend alone" (Homer [1919], p. 19).

The ancient Greeks easily reconciled the two traditions, probably because they believed the Earth was floating on the sea. Thus, Poseidon one time resides in the sea and another time he walks on Earth, making it trembling as he is considered an "earth-shaker" or "earth-quaker": "From that time forth Poseidon, the earth-shaker, does not indeed slay Odysseus" (*ibidem*, I, 74).

It was exactly this suggestion about a floating Earth — known already from the *Odyssey* — which prompted Thales to propose a theory about the earthquakes. He thought that, since the Earth was floating like a boat on the cosmic waters, the disturbances, which the watery mass could have, were the reason for the earthquakes.

Seneca reports the following in his *Naturales Quaestiones*:

> *Quae sequitur Thaletis inepta sentetia est. Ait enim terrarum orbem aqua sustineri et vehi more navigii mobilitateque eius fluctuare tunc cum dicitur tremere; non est ergo mirum si abundat umor ad flumina profundenda, cum in umore sit totus. Hanc veterem et rudem sententiam explode. Nec est quod credas in hunc orbem aquam subire per rimas et facere sentinam* (Seneca, I, III, 14).

An English translation of the relevant passage reads:

> "The following theory of Thales is silly. For he says that this round of lands is sustained by water and is carried along like a boat, and on the occasions when the earth is said to quake it is fluctuating because of the movement of the water. It is no wonder, therefore, that there is abundant water for making the rivers flow since the entire round is in water. Reject this antiquated, unscholarly theory. There is also no reason that you should believe water enters this globe through cracks, and forms bilge" (Seneca [1971], p. 231).

Similarly, in the Old Testament *Book of Job* (26, 7), God is described as: "He stretcheth out the north over the empty place, and hangeth the earth upon nothing" (Holy Bible [1979], p. 594).

Additionally, in the *Book of Ecclesiastes* (1, 7) we read about the water's circle: "All the rivers run into the sea; yet the sea is not full; unto the place from whence the rivers come, thither they run again" (Holy Bible [1979], p. 712).

It is obvious that in the Jewish tradition water is the beginning of Creation, a kind of *theophaneia* (or God appearance).

The tradition of Thales of Miletus was followed by Hippo of Samos, who based his view mainly on physiological observations, as for example the humidity of living organisms. Hippo was obviously influenced by the doctrines of Thales, as far as his ideas on cosmogony are concerned. This is also supported by the Neoplatonic philosopher and commentator of Aristotle's works Simplicius (1882) in *Aristotelis Physicorum* (I, 2, 23, p. 23). Hippo of Samos (or Rhegium) was a medical writer and eclectic philosopher who lived in the latter half of the 5th century B.C.

Sextus Empiricus in his *Against the Physicists* (III, I, 361) reports that Hippo and Onomacritus accepted the water as the original element, from which fire originated, and from the dominance of the fire over water came the universe (Cosmos): "Hippo of Rhegium, fire and water; and Onomacritus in his Orphica, fire and water and earth" (Sextus Empiricus [1936], p. 175).

The views of Hippo can be found in Hermann Diels' 1996-edition of *Fragmente der Vorsokratiker*. Hippo held that nothing exists beyond the things we perceive. Consequently, he believed that the gods who were being worshipped were great persons or heroes deified by the people. Due to these opinions, Hippo was considered an atheist. In his *Metaphysics* (I, III, 984a 5), Aristotle, who reproves him for the inferiority of his hypotheses, despises his views: "I say nothing of Hippo, because no one would presume to include him in this company, in view of the paltriness of his intelligence" (Aristotle [1933], p. 21).

At the beginning of the 5th century B.C., Heraclitus (544-484 B.C.) "regarded perpetual change as a fundamental law governing all things" (Whitrow [1989], p. 38), but also had his own views concerning fire and water.

Diogenes Laertius, in his *Lives of Eminent Philosophers* (II, IX, 8-11), gives more details for Heraclitus, who believed that:

> "For fire by contracting turns into moisture, and this condensing turns into water; water again when congealed turns into earth. This process he calls the downward path. Then again earth is liquefied, and thus gives rise to water, and from water the rest of the series is derived. He reduces nearly everything to exhalation from the sea. This process is the upward path. Exhalations arise from earth as well as from sea; those from sea are bright and pure, those from earth dark. The bright exhalations feed fire, the moist element by the others" (Diogenes Laertius [1925], p. 417).

Xenophanes of Colophon (565-488 B.C.) expanded on the original thinking of the Ionian School by adding the earth as a primordial element of the original creation. This is explicit in two of the 29 fragments saved from his work *On Nature*: "For all things come from earth, and in earth all things end by becoming earth" (cited in Fairbanks [1898], p. 69, Fragment B27); "All things that come into being and grow are earth and water" (*ibidem*, Fragment B29).

According to Sextus Empiricus (*Against the Physicists*, III, I, 361), Xenophanes believed that: "Verily all we men are sprung from earth and from water." ([1936], p. 175). That is: "…he believed all things to be made out of earth and water" (Russell [1946], p. 59).

However, the problem that rose with the cosmological hypothesis that the primal elements of Creation were two — water and earth — was that they were not contrasting. Consequently, a motion between them could not be justified.

Empedocles (483-430 B.C.), the Greek philosopher who, according to Aristotle, lived at Acragas, in Sicily, included the earth in the set of the simple elements of nature, from which originated the Cosmos: water, fire, air and earth: "Empedocles — adding earth as a fourth element to those already mentioned (that is, water, fire, air) — takes all four" (cited in Aristotle's *Metaphysics*, I, III, 948a 8; [1933], p. 21). And similarly: Empedocles Acragantinos "supposed that the universe is made from four elements — the roots of all things. These were, fire, air, water and earth" (cited in Fraser [1948], p. 314).

In Empedocles' philosophy, according Sextus Empiricus (*Against the Physicists*, III, I, 362-363) water is symbolized by Nestis, probably a Sicilian female deity of the waters. This name comes from the ancient Greek verb *nao*, which means "to spring, to gush up". Nestis created the spring of life of the mortals by shedding her tears: "Empedocles and the Stoics, earth and water and air and fire. Four are the roots of all things, and list thou first to their titles: Shining Zeus, and Here the life-bringer, and Aidoneus, Nestis, too, who wetteth with tears the fountain of mortals." Comments of the translator R.G. Burry: "Zeus probably stands for the element 'air', Here for 'earth', Aidoneus for 'fire'; Nestis certainly for 'water'. 'The fountain' or (physical source) is the semen" (Sextus Empiricus [1936], p. 175).

Water, fire, air and earth were, according to the presocratic philosophers identified with life, *anima* (soul) and the natural force that moves everything in the Universe. The presocratic philosophical thought influenced the entire Greek and western civilization. Considering that during those times there was no scientific awareness in a world of poetry and mythology, the emergence of the presocratic philosophy is astonishing.

As mentioned by the English philosopher Bertrand Russell, in *his History of Western Philosophy*, in all history

> "…nothing is so surprising or so difficult to account for as the sudden rise of the civilization in Greece. Much of what makes civilization had already existed for thousands of years in Egypt and in Mesopotamia, and had spread thence to neighbouring countries. But certain elements had been lacking until the Greeks supplied them. What they achieved in art and literature is familiar to everybody, but what they did in the purely intellectual realm is even more exceptional" (Russell [1946], p. 21).

Water in the world mythology and in the Christian tradition

For centuries, humans believed in the miraculous and purifying power of water. An ancient Greek tradition says that young people used to cut their hair before coming of age and offered it as a sacrifice to the deities of the rivers.

For the ancient Greeks, a part of the Ocean disappeared inside the depths of the Earth, where it met the waters of the Styx, the river of Hades and of the dead, with its black and frigid waters.

Even the Olympian gods made oaths to the name of the waters of the Styx, which met with Cocytus, the other river of the Underworld: "Cocytus, which is a branch of the water of the Styx" (Homer, *The Odyssey*, XX, 514; [1919], p. 395). If some god breached this terrible oath, the other gods punished him or her: they would leave him/her alone for ten years, without nectar and ambrosia.

Pausanias, in his *Description of Greece* (I, Attica, XVIII, 5), notes that this river is in Thesprotia:

> "There is also Cocytus, a most unlovely stream. I believed it was because Homer had seen these places that he made bold to describe in his poems the regions of Hades, and gave to the rivers there the names of those in Thesprotia" (Pausanias [1918], p. 85).

According to the Greek tradition, the waters of the Styx sprung out of a vertical rock about 200 metres high, located in the Chelmos or Aroanian Mountains of Peloponnese. The traveler Pausanias considered the water of the Styx lethal for humans and animals, whilst another tradition correlates it with the "immortal water", the water that gave immortality to whoever drunk it.

Pausanias reports the following in his *Description of Greece* (III, Arcadia, XVIII, 2-6):

> "He also represents the Styx as a river in Hades… Its water brings death to all, man and beast alike. It is said too that it once brought death even upon goats, which drank of the water first; later on all the wonderful properties of the water were learnt… Whether Alexander, the son of Philip, met his end by this poison I do not know for certain, but I do know that there is a story to this effect" (Pausanias [1925], pp. 433-435).

Today, the water of the Styx gushes from a black spring; for this reason the place is called Mavroneri (meaning "black-water"). We visited the place, because about three hours on foot from it, is the location where the new, largest reflecting telescope of Greece (Aristarchus the Samian), with a diameter of 2.3 metres, will be built.

The ancient Greeks worshipped Poseidon, as their god of the waters and the sea; the Romans believed in Neptune, the Scandinavians worshipped Oegin, and the Indians had Varuna, while at the same time they had (and have) the deified rivers Gange and Indus. The worship of water and of its associated deities presents an impressive continuity from the Neolithic age up to our days.

If the submersion in water symbolizes, at a personal level, death and regeneration, at the cosmic level it represents the destruction of the Old World and the beginning of a new one. At the same time, the Flood is the punisher and the purifying end of a decadent world. Many ancient peoples practiced the ritual of purification using water — via a purifying washing, a sprinkling, or a total immersion.

The Christians later adopted this most ancient and universal symbolism of water as a purifying and regenerative medium. Indeed, in the Christian tradition, water constitutes a symbol of purification and expiation. One of the most important sacraments is Baptism. The word means "immersion in the water". According to the Orthodox tradition, the baptized person is immersed three times into blessed water in the name of the Holy and life-giving Trinity. This way, he or she enters the Church, released from the original sin. Christ Himself was the first to be baptized by Saint John the Baptist in the river Jordan. From then on, Jordan has been considered a sacred river, similar to the sacred rivers Indus, Gange and others in Hinduism.

The Church celebrates the Baptism of Christ with a special feast, the Epiphany, every January 6th (the 19th according to the Julian calendar used in the Russian, Serbian and some other Orthodox Churches). On this day, the priest blesses the waters of the region, the rivers and the sea by throwing into them a Holy Cross. Whoever jumps into the water and catches the Cross is considered to be blessed by God. In Serbia, such Holy Cross is made from ice. For example, up to 1914, the cross was thrown into the Sava River in Belgrade and Sabac. This was the old substitution of the pagan human sacrifice to the demon of water. In Aleksinac and Nis, water was blessed at the crossroad from the centre of the town. The Holy Cross was put on a table, both made from ice, and around it were dishes with water to be blessed. Blessed water is kept by people believing that it has prophylactic powers (Kulisic *et al.* [1970]).

On other occasions, such as the beginning the every new school year, a sprinkling ceremony is performed. The priest blesses both teachers and pupils so that they may have a creative school year, during which they coexist in harmony and have a good collaboration.

Water in physics and astrophysics

Water is a basic substance, yet even to this day science has not revealed all the secrets hiding into a single drop of it. This omnipresent odourless, colourless and tasteless liquid still remains enigmatic.

We mentioned that in Antiquity it was considered as an "element". Drawing our information from modern books of physics and chemistry — *e.g.* see Ball [2000] and Benjamin [2001] — in 1781, the English chemist Henry Cavendish (1731-1810) demonstrated the chemical compound nature of water, a combination of hydrogen and oxygen which could be produced by burning hydrogen: "Thus finally dethroning it from its old ground position as one of the elements" (Dampier [1929], p. 198).

At the beginning of the 19th century, the French chemist Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) and French mathematician Pierre-Simon de Laplace (1749-1827) determined its composition as a mixture of 85% oxygen and 15% hydrogen.

Actually, the chemical analysis of water dates back to April 1800 and the work of the English engineer and publisher William Nicholson (1735-1815), whose hobby was science. In cooperation with the chemist Sir Anthony Carlisle, he assembled a large voltaic pile and, by means of it, discovered the electrolysis of water (Fraser [1948], p. 447).

The analysis of water was completed by the work of J.L. Gay-Lussac (1778-1850) and Alexander von Humboldt (1769-1859) (eudiometric composition, 1805), and, finally, by the French chemist Jean-Baptiste André Dumas (1800-1884) in 1843.

Being a union of two atoms of hydrogen and one of oxygen, water has the chemical formula H_2O. Its molecule is stable and a considerable amount of energy is needed for its breaking — equal to that released when it is formed.

Water exerted a direct influence during the formation of the Earth, when the latter was still a cosmic body with a liquid metallic core, slowly transforming into a protoplanet, with successive waves of asteroid and comet remains feeding it with ice and stellar dust. Several theories try to explain the shaping and evolution of this proto-Earth. One of these is that the primordial floods carved the first structures on its terrain; probably the same water is being recycled up today. The mantle of the Earth incorporates water in the order of 0,3% of its weight, in the fluid substance of silicates and metallic salts. The total volume of the mantle water is one to two times the volume of the oceans. This oceanic volume has remained the same for the last two billions years.

When life dominated on the continents, every organism living there kept inside it enough water as a testimony of the common watery origin. Water is the main substance of the human body, approximately 70% of its weight. In a sense, water is the link between the living creatures and between them and the universe. On the other hand, the history of humanity was essentially determined by the search for water, and we believe that the existence of water will again determine the exploration of the universe. The great civilizations were born near water and from the water.

Charles G. Fraser mentions in his *Story of Physics* that:

> "Although the Florentines had discovered about 1600 that water has an 'anomalous expansion' near its freezing point and therefore minimum volume and maximum density, it was not until 1804 that an accurate determination of that temperature was made. This work was done by Thomas C. Hope, professor of chemistry at Edinburgh University, another of Black's old students" (Fraser [1948], p. 346).

Water presents many irregularities in its physical properties, notably the maximization of its density at the temperature of about +4°C; this maximum density equals, by definition, to 1 gr/cm^3. Water is an excellent solvent, dissolving a great number of substances. In general, the increase of its temperature causes an increase of the solubility of the solid substances immersed in it, and a decrease of the solubility of gases.

Water can change its form, becoming a solid or a gas. By definition of the Celsius temperature scale, it solidifies (freezes) at 0°C and boils at 100°C under normal pressure (760 mm Hg). The volume of water increases

during solidification, so the density of ice is 0.92 g/cm^3. The specific heat, as well as the latent heat of the melting and evaporation of water is particularly high. Thus, the presence of water halts the sudden large temperature variations on the surface of the Earth.

On June 20th, 2000, NASA discovered evidence of the presence of water on the surface of Mars. The finding, made by the Mars Global Surveyor spacecraft through its Mars Orbiter Camera, suggests that liquid water did flow onto the surface in the geologically recent past. Images taken by the MOC also suggest sources of liquid water on Mars.

Newly released images from NASA's Galileo spacecraft of the Jovian moon Europa show evidence that there is slush and perhaps even liquid water, beneath Europa's icy surface. The presence of water would be in favour of assumptions that life may have existed on Europa's soil at some point in its history.

Water is also found in other Jovian and Saturnian satellites, and in comets. The first molecule to be detected by radio-astronomical methods was the radical OH in 1963. Some OH sources in interstellar H II regions show strong H_2O emission as well. Their H_2O emission is variable, with intensity changes occurring in periods of months and days. Water molecules are also found in OH-IR stars, which are probably dust enshrouded Myras having periods of 600 to 2000 days and are not visible optically. Recently, water molecules have been detected in the mid-infrared (11-12 microns) spectrum of Arcturus, a K1.5III giant star (Ryde *et al.* [2003]). In Brand *et al.* [2003], the analysis of the properties of water maser emission in 14 star-forming regions has been performed while Beck *et al.* [2003] have found and investigated water vapour emissions from an ellyptical ring of masers located near the protostar Cepheus A HW2.

Conclusion

Thales of Miletus believed that water is the first principle, the material cause of all things. This was a revolutionary and radical view for that period. We should not forget that Thales' audacity was considerable, since he was the first to reject any divine and supernatural authority — without thinking the consequences — and thus he essentially put aside and drastically reduced the role of gods in the terrestrial events!

In modern physics and astrophysics, we know that hydrogen is the dominant element in the Universe, and that everything else originated from its nuclear reactions. Today, knowing that water is not an element, but a chemical compound of two parts hydrogen and one part oxygen, we may say that the hypothesis of Thales of Miletus was correct — at least

by two thirds! In the water's molecule are hidden: a) the primordial element, hydrogen, that is the evidence of the beginning of time, and b) oxygen, the ashes of the stars. That means that water reminds us that we are bound together with every form of terrestrial life and, like it, we are a part of the history of the whole universe!

Acknowledgements

This study formed part of the research at the University of Athens, Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, School of Physics. We are grateful to the University for its financial support through the Special Account for Research Grants. It is also supported by the Ministry of Science and Environment Protection of Serbia, through the project 146022, History and Epistemology of Natural Sciences.

Bibliography

ARISTOTLE, *The Metaphysics*, London, Heinemann, 1933 (The Loeb Classical Library; English translation by Hugh Tredenick, 1968).

BALL, Ph., *Life's Matrix: A Biography of Water*, New York, Farrar, Straus and Giroux, 2000.

BENJAMIN, M.M., *Water Chemistry*, McGraw-Hill, 2001.

BRAND, J., CESARONI, R., COMORETTO, G., FELLI, M., PALAGI, F., PALLA, F., VALDETTARO, R., *Astron. Astrophys.*, 407, 2003, 573.

DAMPIER, W.C., *A History of Science and Its Relation with Philosophy and Religion*, Cambridge, Cambridge University Press, 1929 (reprinted 1946).

DIELS, Hermann, *Die Fragmente der Vorsokratiker*, Herausgegeben von Walther Kranz, (volumes I and II), Zürich, Weidmann, 1996.

DINGLE, H., *The Scientific Adventure. Essays in the History and Philosophy of Science*, New York, Philosophical Library, 1953.

DIOGENES LAERTIUS, *Lives of Eminent Philosophers*, London, Heinemann, 1925 (The Loeb Classical Library; English translation by R.D. Hicks, revised and reprinted 1959).

FAIRBANKS, A., *Xenophanes: Fragments and Commentary*, London, K. Paul, Trench and Trubner, 1898.

FRASER, C.G., *Half-Hours with Great Scientists — The Story of Physics*, Toronto, University of Toronto Press, 1948.

GUTHRIE, W.K.C., *The Greeks and Their Gods*, Boston, Beacon Press, 1961.

HEATH, Th.L., *Greek Astronomy*, New York, Dover, 1932.

HESIODUS, *The Homeric Hymns and Homerica (Theogony)*, London, Heinemann, 1914 (The Loeb Classical Library; English translation by Hugh G. Evelyn-White, reprinted 1954).

HOLY BIBLE, The Gideons International Ed., National Publishing Company, USA, 1979.

HOMER, *The Iliad*, London, Heinemann, 1924 (The Loeb Classical Library; English translation by A.T. Murray, 1954) ; *The Odyssey*, London, Heinemann, 1919 (The Loeb Classical Library; English translation by A.T. Murray, revised by G.E. Dimock, reprinted 1995).

KIRK, G.S., RAVEN, J.E., SCHOFIELD, M., *The Presocratic Philosophers, A Critical History with a Selection of Texts*, Cambridge, Cambridge University Press, 1995 (reprint of the 1957 edition).

KULISIC, S., PETROVIC, P.Z., PANTELIC, N., *Serbian Mythological Dictionary* (in Serbian), Belgrade, Nolit, 1970, p. 72.

PAUSANIAS, *Description of Greece*, Volume I, London, Heinemann, 1918 (The Loeb Classical Library; English translation by W.H.S. Jones, reprinted 1959) ; *Description of Greece*, Volume III, London, Heinemann, 1925 (The Loeb Classical Library; English translation by W.H.S. Jones, reprinted 1960).

PLATO, *Cratylus*, *Parmenides*, *Greater Hippias*, *Lesser Hippias*, London, Heinemann, 1926 (The Loeb Classical Library; English translation by H.N. Fowler, 1953).

RUSSELL, Bertrand, *History of Western Philosophy*, London, G. Allen and Unwin, 1946.

RYDE, N., LAMBERT, D.L., RICHTER, M.J., LACY, J.H., *Astrophys. J.*, 580, 2002, 447.

SENECA, *Naturales Quaestiones*

The authors can be contacted at the following addresses:

Efstratios Th. Theodossiou — etheodos@phys.uoa.gr
Vassilios N. Manimanis — vmanimanis@phys.uoa.gr
Milan S. Dimitrijevic — mdimitrijevic@aob.bg.ac.yu

Transactions IAU, Volume XXVIIIA
Reports on Astronomy 2009–2012
Ian Corbett, ed.
© International Astronomical Union 2012
doi:10.1017/S1743921312003079

COMMISSION 14 ATOMIC AND MOLECULAR DATA

DONNEES ATOMIQUE ET MOLECULAIRES

PRESIDENT **Glenn M. Wahlgren**
VICE-PRESIDENT **Ewine F. van Dishoeck**
PAST PRESIDENT **Steven R. Federman**
ORGANIZING COMMITTEE **Peter Beiersdorfer, Milan S. Dimitrijevic, Alain Jorissen, Lyudmila I. Mashonkina, Hampus Nilsson, Farid Salama, Jonathan Tennyson**

COMMISSION 14 WORKING GROUPS

Div. XII / Commission 14 WG	**Atomic Data**
Div. XII / Commission 14 WG	**Collision Processes**
Div. XII / Commission 14 WG	**Molecular Data**
Div. XII / Commission 14 WG	**Solids and Their Surfaces**

TRIENNIAL REPORT 2009–2012

1. Introduction

The main purpose of Commission 14 is to foster interactions between the astronomical community and those conducting research to provide data vital to reducing and analysing astronomical observations and conducting theoretical investigations. One way that the Commission accomplishes this goal is through triennial compilations on recent relevant research in astronomy, atomic, molecular and solid state physics, and related fields of chemical analysis. The most recent compilations appear in the accompanying set of Commission 14 WG Triennial Reports, which were produced by members of the Working Groups and the Organizing Committee of Commission 14.

During the most recent triennial period, members of Commission 14 have also been active in organizing and participating in meetings of various types. In part, it is through these meetings that the astronomical community can communicate their needs to data producers, while data producers provide the results of their studies. Input from the astronomical community is critical to maintaining the vitality of the data producing community, fostering collaboration on proposals and projects that can lead to funding opportunities for data producers. The WG reports provide a record of these meetings and other activities relevant to the Commission.

2. Looking forward to the next triennial period

The importance of continued efforts to improve and expand on the current state of atomic and molecular data comes from recent developments in ground-based and orbital astronomical observatories.

Investigations in atomic spectroscopy remain a critical undertaking for the iron-group elements at all wavelengths. These elements provide a large number of spectral lines, which are of interest in their own right as well as contributing to line blending. Data for characterizing spectral lines at ultraviolet wavelengths of post-iron-group elements still remains undetermined for basic abundance analyses. The near-infrared region has come of age in the past few years with the commissioning of high spectral resolution instruments, such as the ESO VLT CRIRES, and requires accurate wavelengths and transition probabilities for most elements. At longer wavelengths, atomic spectra are virtually unchartered territory except for the strongest features. High precision radial velocity determinations and wavelength calibration and standards at infrared wavelengths both require continued laboratory analysis.

With the flow of data at far-infrared and sub-millimeter wavelengths becoming available from the Herschel Space Observatory, ALMA (Atacama Large Millimeter / Submillimeter Array), and SOFIA (Stratospheric Observatory for Infrared Astronomy), molecular data are needed for line identification and chemical abundance studies. Such data include transitions of simple hydrides and complex molecules, infrared spectra of hot bands from molecules that probe brown dwarfs and exoplanet atmospheres, and ultraviolet / optical data of radiative processes associated with photochemistry. These areas continue to draw much activity and the Commission is expected to highlight results in this area for the astronomical community during the next triennial period.

In the last few years the study of particulate matter has experienced an astonishing increase in the number of studies of the formation of molecules on surfaces of dust grain analogs. The long bibliographic list in this area, provided in the WG report, is a subset of a much longer list of publications on this subject. The interest in chemical/physical processes occurring on the surfaces of dust grains has been spurred by the desire to understand observations coming from infrared and sub-millimeter space telescopes.

Collisional cross-sections and processes are necessary for accurate astrophysical plasma modelling and interpretation, as for example modelling atmospheres of exoplanets and developing strategies in the search of biomarkers. Such collisional processes include electron impact excitation and ionization, charge transfer collisions, and neutral hydrogen atom impact excitation and ionization. However, for the elements beyond Ca (with few exceptions, e.g. Fe II), it still appears preferable to use an effective collision strength of unity for forbidden transitions and the van Regemorter formalism for allowed transitions. Thus, experimental and theoretical studies of collision processes remains important for astrophysical research. The WG report on collisional processes provides ample literature appropriate for analysing stellar spectral features. However, developing methods of incorporating these data into spectrum analysis remains fertile ground for future studies.

Concerning line profiles, such data remain of critical importance for analysis, interpretation and synthesis of astrophysical spectra of high resolution, when taking into account plans for Extremely Large Telescopes and space telescopes.

Finally, a continuing effort of importance to the astronomical community is the availability of data and bibliographic information through data bases, along with the critical assessment of these data. The databases most often do not focus on data of solely astrophysical importance, but rather on data of general importance to a wide variety of fields. On-going efforts to standardize formats for spectral line data bases are likely to produce fruitful results within the next few years. The WG Triennial Reports summarize databases of current interest to astrophysics.

Glenn M. Wahlgren
President of the Commission

Transactions IAU, Volume XXVIIIA
Reports on Astronomy 2009–2012
Ian Corbett, ed.
© International Astronomical Union 2012
doi:10.1017/S1743921312003109

DIVISION XII / COMMISSION 14 / WORKING GROUP COLLISION PROCESSES

CO-CHAIRS **Gillian Peach**
Milan S. Dimitrijevic

TRIENNIAL REPORT 2009–2012

1. Introduction

Research in atomic and molecular collision processes and spectral line broadening has been very active since our last report, Peach, Dimitrijević & Stancil 2009. Given the large volume of the published literature and the limited space available, we have attempted to identify work most relevant to astrophysics. Since our report can not be comprehensive, additional publications can be found in the databases at the web addresses listed in the final section. Elastic and inelastic collisions among electrons, atoms, ions, and molecules are included and charge transfer can be very important in collisions between heavy particles.

Numerous meetings on collision processes and line broadening have been held throughout the report period. Important international meetings that provide additional sources of data through their proceedings are: the 19th *International Conference on Spectral Line Shapes (ICSLS)* (Gigosos & González 2008), the 7th *Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics* (SCSLSA) (Popović & Dimitrijević 2009), the XXVI *International Conference on Photonic, Electronic, and Atomic Collisions* (ICPEAC) (Orel *et al.* 2009), the 20th *ICSLS* (Lewis & Predoi-Cross 2010), the 22nd *International Conference on Atomic Physics* (ICAP) (Bachor, Drummond & Hannaford 2011), and the 7th *International Conference on Atomic and Molecular Data and their Applications* (Bernotas, Karazija & Rudzikas 2011). The 8th SCSLSA and the XXVIIth ICPEAC took place in June and July 2011 and their proceedings will be published in *Baltic Astronomy* and *Journal of Physics: Conference Series*, respectively.

2. Electron collisions with atoms and molecules

Collisions of electrons with atoms, molecules and atomic and molecular ions are the major excitation mechanism for a wide range of astrophysical environments. In addition, electron collisions play an important role in ionization and recombination, contribute to cooling and heating of the gas, and may contribute to molecular fragmentation and formation. In the following sections we summarize recent work on collisions for astrophysically relevant species, including elastic scattering, excitation, ionization, dissociation, recombination and electron attachment and detachment.

A review has been published of the atomic data necessary for the non-LTE analysis of stellar spectra (Mashonkina 2009). Other references are listed below for scattering by the atoms and molecules specified.

2.1. *Electron scattering by neutral atoms*

Elastic scattering: H (screened Coulomb interactions) (Zhang *et al.* 2010), Mg (Zatsarinny *et al.* 2009), Ar (Gargioni & Grosswendt 2008), I (Zatsarinny *et al.* 2011), Mn, Cu, Zn,

Ni, Ag, Cd (Felfli *et al.* 2011), Rb, Cs, Fr (Gangwar *et al.* 2010).

Excitation: H (screened Coulomb interactions) (Zhang *et al.* 2010, Zhang *et al.* 2011), He($2^{1,3}$S) (Wang *et al.* 2009, Wang *et al.* 2010), He, Ne (Kretinin *et al.* 2008), Mg (Zatsarinny *et al.* 2009), Ar (Gargioni & Grosswendt 2008).

Ionization: He (Bray *et al.* 2010, Ren *et al.* 2011), He(2^1S) (Wang *et al.* 2010), Ar (Gargioni & Grosswendt 2008).

Total cross section: Na (Jiao *et al.* 2010).

2.2. *Electron scattering by atomic ions*

Elastic scattering: Mg^+, Ca^+ (Mitroy & Zhang 2008).

Excitation: Hydrogen isoelectronic sequence Cr^{23+}–Ni^{27+} (Malespin *et al.* 2011), Lithium isoelectronic sequence Be^+–Kr^{33+} (Liang & Badnell 2011), Ne^{3+}, Ne^{6+} (Ludlow *et al.* 2011), Neon isoelectronic sequence Na^+–Kr^{26+} (Liang & Badnell 2010), Sodium isoelectronic sequence Mg^+–Kr^{25+} (Liang *et al.* 2009b), Mg^{4+} (Hudson *et al.* 2009), Mg^{8+} (Del Zanna *et al.* 2008), Si^{9+} (Liang *et al.* 2009a), S^{8+}–S^{11+} (Liang *et al.* 2011), K^+ (Tayal & Zatsarinny 2010), Fe^{10+} (Del Zanna *et al.* 2010), Fe^{12+} (Storey & Zeippen 2010), Fe^{18+} (Butler & Badnell 2008), Ni^{10+} (Aggarwal & Keenan 2008a), Ni^{18+} (Aggarwal & Keenan 2008c).

Recombination: H^+ (Chluba *et al.* 2010), N^+ (Fang *et al.* 2011), Aluminium isoelectronic sequence Si^+–Zn^{17+} (Abdel-Naby *et al.* 2011), Argon isoelectronic sequence K^+–Zn^{12+} (Nikolić *et al.* 2010), Fe7+, Fe^{8+} (Schmidt *et al.* 2008), Selenium ions Se^{q+}, $q = 1 - 6$ (Sterling & Witthoeft 2011).

Energy levels, radiative and excitation rates: O^{3+} (Aggarwal & Keenan 2008b, Keenan *et al.* 2009), O^{6+} (Aggarwal & Keenan 2008d), Si^+ (Bautista *et al.* 2009), Ar^{17+} (Aggarwal *et al.* 2008), Selenium ions Se^{q+}, $q = 1 - 6$ (Sterling & Witthoeft 2011).

X-ray line emission: Na^{9+} (Phillips *et al.* 2010).
Radiative and Auger decay: Aluminium ions Al^{q+}, $q = 0 - 11$ (Palmeri *et al.* 2011).

2.3. *Electron scattering by molecules*

Elastic scattering: H_2O (Liu & Zhou 2010), $(H_2O)_2$ (Bouchiha *et al.* 2008), Li_2 (Tarana & Tennyson 2008), CO (Allan 2010), NH (Rajvanshi & Baluja 2010), NO_2 (Munjal *et al.* 2009), S_2 (Rajvanshi & Baluja 2011), SO_2 (Machado *et al.* 2011), SOS (Kaur *et al.* 2010), S_3 (Kaur *et al.* 2011).
Electron exchange: O_2, NO, NO_2 (Holtkötter & Hanne 2009).

Excitation: H_2 (Kretinin *et al.* 2008), Li_2 (Tarana & Tennyson 2008), CO (Allan 2010), N_2 (Kato *et al.* 2010, Johnson *et al.* 2010, Mavadat *et al.* 2011), NH (Rajvanshi & Baluja 2010), NO_2 (Munjal *et al.* 2009), S_2 (Rajvanshi & Baluja 2011), SOS (Kaur *et al.* 2010), S_3 (Kaur *et al.* 2011), C_2H_4 (da Costa *et al.* 2008).

Ionization: N_2 (Gochitashvili *et al.* 2010), NH (Rajvanshi & Baluja 2010), SiCl, $SiCl_2$, $SiCl_3$, $SiCl_4$ (Kothari *et al.* 2011), SO, SO_2 (Vinodkumar *et al.* 2008), SOS (Kaur *et al.* 2010), S_2 (Rajvanshi & Baluja 2011), S_3 (Kaur *et al.* 2011).

Total cross sections: SO, SO_2, SO_2Cl_2, SO_2ClF, SO_2F_2 (Joshipura & Gangopadhyay 2008), SO_2 (Machado *et al.* 2011), C_2H_4O (Szmytkowski *et al.* 2008), CH_3OH, CH_3NH_2 (Vinodkumar *et al.* 2008).

Dissociative processes: H_2 (Celiberto *et al.* 2009, Bellm *et al.* 2010, Celiberto *et al.* 2011), HCl (Fedor *et al.* 2010), HCl, DCl, HBr, DBr (Fedor *et al.* 2008), C_2H_2 (Chourou & Orel 2008).

Attachment: C_2H, C_2N (Harrison & Tennyson 2011).

2.4. *Electron scattering by molecular ions*

Detachment: C_2^- (Halmová *et al.* 2008).
Excitation: C_2^- (Halmová *et al.* 2008), CO^+ (Stäuber & Bruderer 2009).
Rotational cooling: HD^+ (Shafir *et al.* 2009).

Dissociative and recombination processes: HD^+ (Fifirig & Stroe 2008, Takagi *et al.* 2009, Stroe & Fifirig 2011), H_3^+ (Glosík *et al.* 2009), HF^+ (Roos *et al.* 2008, Roos *et al.* 2009), CH_3^+, CD_3^+ (Bahati *et al.* 2009), $CD_3OCD_2^+$, $(CD_3)_2OD^+$ (Hamberg *et al.* 2010a), CD_3CDOD^+, $CH_3CH_2OH_2^+$ (Hamberg *et al.* 2010b).

3. Collisions between heavy particles

A review entitled 'Energetic ion, atom and molecule reactions and excitation in H_2 discharges' has recently been published (Phelps 2009). Other references are listed below for the atomic and molecular processes specified.

3.1. *Collisions between neutral atoms and atomic ions*

Inelastic scattering: H + H (Barklem *et al.* 2011), Na + H (Barklem *et al.* 2010).
Excitation: H + H^+ (Winter 2009).

Charge transfer processes: H, D, T + He^{2+} (Stolterfoht *et al.* 2010), H^- + H^+, mutual neutralization (Stenrup *et al.* 2009), H + H^+ (Winter 2009), H + Li^{2+} (Mančev 2009), H + B^{5+}, C^{4+} (Barragán *et al.* 2010), H + C^{3+}, O^{3+}, Si^{3+} (Guevara *et al.* 2011), H^+ + Li^+, Be^{2+}, B^{3+}, C^{4+} (Samanta & Purkait 2011), He + H^+ (Guzmán *et al.* 2009, Harris *et al.* 2010, Fischer *et al.* 2010), He + H^+, He^{2+} (Zapukhlyak & Kirchner 2009), He + H^+, He^+, He^{2+} (Schöffler *et al.* 2009), He + $^3He^{2+}$ (Alessi *et al.* 2011), He + He^{2+}, Li^+, Li^{2+}, Li^{3+}, C^{6+}, O^{8+} (Samanta *et al.* 2011), He + C^{3+} (Wu *et al.* 2009b), He + N^{3+} (Liu *et al.* 2011b), He + O^{3+} (Kamber *et al.* 2008, Wu *et al.* 2009a), He, Ne, Ar, Kr, Xe + C^{3+} (Santos *et al.* 2010), He^+ + He^+ (Mančev 2009),
Li + H, H^+ (Cabrera-Trujillo *et al.* 2008), Li + H^+ (Liu *et al.* 2011a), Ne + C^{2+}, C^{3+}, O^{2+}, O^{3+} (Ding *et al.* 2008), Na + H ion-pair production (Barklem *et al.* 2010), Mg + H^+, He^{2+} (Kumari *et al.* 2011), Mg + Cs^+ (Sabido *et al.* 2008), Ar + H^+ (Cabrera-Trujillo *et al.* 2009), Ar + O^{3+} (Kamber *et al.* 2008).

Ionization: H + H^+ (Winter 2009), He + H^+ (Guzmán *et al.* 2009), He + He^{2+} (Ogurtsov *et al.* 2011), He, Ne, Ar, Kr, Xe + H^+ (Miraglia & Gravielle 2008), He, Ne, Ar, Kr, Xe + C^{3+} (Santos *et al.* 2010), Li^+, Na^+, K^+, Rb^+ + H^+ (Miraglia & Gravielle 2008).

Detachment: C^-, O^-, F^-, Na^-, Si^-, S^-, Cl^-, Ge^- + He, Ne, Ar (Jalbert *et al.* 2008), F^-, Cl^-, Br^-, I^- + H^+ (Miraglia & Gravielle 2008).

Energy loss and stopping cross sections: Li + H, H^+ (Cabrera-Trujillo *et al.* 2008), H, D, T + He^{2+} (Cabrera-Trujillo *et al.* 2011).

3.2. *Collisions between atoms and molecules*

Dissociative processes: H_2O + H^+ (Monce *et al.* 2009), H_2O + He^+ (Garcia *et al.* 2008).

Radiative association: H_2 + H^- (Ayouz *et al.* 2011).

Excitation and/or fragmentation: CN^- + H_2 (Agúndez *et al.* 2010), CO^+ + H (Andersson *et al.* 2008), CO_2^+ + He (González-Magaña *et al.* 2008), CO^+ + H, H_2 (Stäuber & Bruderer 2009).

Charge transfer processes: D_2, O_2, H_2O, $CO_2 + O^{3+}$ (Kamber *et al.* 2008), $H_2 + He^{2+}$ (Khoma *et al.* 2009), $CH_3 + H^+$ (Nagao *et al.* 2008), $CO_2 + He^+$ (Lin & Mayer 2010), $HCl + C^{2+}$ (Rozsályi *et al.* 2011).

Ionization and/or capture: $H_2O + H^+$, He^{2+}, C^{6+} (Illescas *et al.* 2011), $C_2H_4 + H^+$ (Getahun *et al.* 2010), $N_2 + H^+$ (Gochitashvili *et al.* 2010).

4. Stark broadening

Knowledge of Stark broadening parameters (line widths and shifts) for a large number of atomic transitions is very important for the analysis, interpretation and modelling of stellar spectra, circumstellar conditions and H II regions. For hot dense stars such as white dwarfs this is often the most important broadening mechanism.

4.1. *Developments in line broadening theory*

Rosato *et al.* (2009) have reexamined the Stark broadening of hydrogen lines in the presence of a magnetic field and developed an impact theory for ions, valid for low electron densities ($N_e \leqslant 10^{14}$ cm^{-3}), which takes into account the Zeeman splitting of the atomic energy levels. Rosato *et al.* (2010) have also studied numerically the role of time ordering in such plasmas, by using a simulation code that accounts for the evolution of the microscopic electric field generated by the charged particles moving close to the atom. Calisti *et al.* (2010) have developed a very fast method to account for the dynamical effects of charged particles on the spectral line shape emitted by plasmas, based on a formulation of the frequency fluctuation model.

Ab initio calculations of Stark broadening parameters, i.e. calculations where the required atomic energy levels and oscillator strengths are determined during the calculation and are not taken from other sources, have been considered and reviewed by Ben Nessib (2009). A book has recently been published (Gordon & Sorochenko 2009) that gives a detailed account of the surprising discovery in the 1960's of the radio recombination lines and their subsequent analysis. Even now some features have still not been satisfactorily explained.

4.2. *Isolated lines*

For isolated lines Stark broadening is dominated by collisions with plasma electrons. Broadening parameters have been determined theoretically for:

One line from the 3s-3p transition array for each of the spectra Si XI, Ti XI, Cr XIII, Cr XIV, Fe XV, Fe XVI, Ni XVIII and Fe XXIII and two lines from the array for K VIII, Ca IX, Sc X and Ti XI (Elabidi & Sahal-Bréchot 2011); two lines for 3s-3p transitions for ions C IV, N V, O VI, F VII, Na IX, Mg X, Al XI, Si XII and P XIII and one line for Ne VIII (Elabidi *et al.* 2009); the 2s-2p resonance doublets of C IV, N V, O VI, F VII and Ne VIII ions (Elabidi *et al.* 2011). These calculations all use a quantum mechanical approach.

For five lines of Cu I (Zmerli *et al.* 2010) and the lines Ne I 837.8 nm (Christova *et al.* 2010b) and Ar I 737.2 nm (Christova *et al.* 2010a), new Stark broadening parameters are obtained using a semiclassical perturbation approach. A semi-empirical approach, which uses a set of wave functions obtained from Hartree-Fock relativistic calculations and includes core polarization effects, has been applied to 58 lines of Pb IV (Alonso-Medina *et al.* 2010) and 171 lines of Sn III (Alonso-Medina & Colón 2011).

Broadening parameters have been obtained experimentally for the following numbers of lines:

34 Pb I (Alonso-Medina 2008), 25 Pb III (Alonso-Medina 2011), 34 Pb IV and 4 Pb V (Bukvić *et al.* 2011), 28 Cd III (Djeniže *et al.* 2009, Bukvić *et al.* 2009b), 13 Si I, 15 Si II, 28 Si III and 9 Si IV (Bukvić *et al.* 2009a), 29 (Bukvić *et al.* 2008) and 19 (Djurović *et al.* 2011) Ar III, 30 Kr III (Ćirišan *et al.* 2011), 12 Ne II, 8 Kr II and 5 Xe II (Peláez *et al.* 2010b), 38 Xe II (Peláez *et al.* 2009a, Peláez *et al.* 2009b), 10 Xe III (Peláez *et al.* 2009b), 5 Au I and 26 Au II (Djeniže 2009), 9 Sb III (Djeniže 2008), 15 Mn I and 10 Fe I (Zielinska *et al.* 2010), 21 Fe II (Aragón *et al.* 2011) and C I 833.5 nm (Bartecka *et al.* 2011).

The regularities and systematic trends of Stark broadening parameters and reasons for deviations have been investigated within the multiplets (Peláez *et al.* 2010b, Peláez *et al.* 2009a), along the homologous sequence of singly-ionized noble gases (Peláez *et al.* 2010a), within the spectral series (Christova *et al.* 2010a) and along isoelectronic sequences (Elabidi *et al.* 2009, Elabidi *et al.* 2011). Also the dependence of electron- and proton-impact Stark widths on the upper-level ionization potential within different series of spectral lines of neutral magnesium (Tapalaga *et al.* 2011) and as a function of charge on the atomic core (Elabidi & Sahal-Bréchot 2011) have been evaluated and discussed. This kind of trend and regularity analysis can be useful for the prediction of Stark broadening parameters and therefore for the spectroscopic diagnostic of astrophysical plasmas.

4.3. *Transitions in hydrogenic and helium-like systems*

Stark-broadened line profiles of the hydrogen Brackett series have been computed within the Model Microfield Method for the conditions of stellar atmospheres and circumstellar envelopes (Stéhle & Fouquet 2010), and Tremblay & Bergeron (2009) have performed improved calculations for the Stark broadening of hydrogen lines in dense plasmas typical of white-dwarf atmospheres. The central asymmetry of the Hβ line has been measured and analysed (Djurović *et al.* 2009) and new experimental results for Hα and Hγ have been published (Mijatović *et al.* 2010a, Mijatović *et al.* 2010b).

Omar (2010, 2011) published new calculations for the Stark broadening of the He I lines at 504.8 nm, 388.9 nm, 318.8 nm, 667.8 nm and 501.6 nm formed in a dense plasma. Tables of Stark broadening for the He I 447.1 nm line have been generated using computer simulations (Gigosos & González 2009). This line and its forbidden component have also been studied theoretically (González *et al.* 2011) and experimentally (Ivković *et al.* 2010, González *et al.* 2011). Gao *et al.* (2008) have carried out experiments for the He I 388.9 nm and 706.5 nm lines.

5. Broadening by neutral atoms and molecules

The analysis of experimental molecular spectra in order to extract line shape parameters is often very difficult. Line shapes can be affected by collisional narrowing and the dependence of collisional broadening and shifting on molecular speed. When these effects are sufficiently important, fitting Voigt profiles to experimental spectra produces systematic errors in the parameters retrieved. Here the experimental and theoretical results selected have been confined to the basic atomic and molecular data required for a description of the pressure broadening and shift of lines and molecular bands.

Since the last report an important book has been published (Hartman *et al.* 2008) that gives a comprehensive review of experimental and theoretical work on collisional effects in molecular spectra. In the following sections the items are labelled by 'E' and 'T' to indicate experimental work and theoretical analysis, respectively.

5.1. *Broadening and shift of atomic lines*

New research has been published in the period 2008-2011 and the transitions studied together with the perturbing atoms or molecules are listed below. The work is theoretical except where indicated by 'E'.

H: line wings of Lyα broadened by H and He (Allard *et al.* 2009a, Allard & Christova 2009); line wings of Lyγ by H^+ (Allard *et al.* 2009b) and Hα by H (Allard *et al.* 2008).
He: self broadening of line $3s^3S$–$2p^3P$ (Allard *et al.* 2009c, Allard *et al.* 2011).
Li: self broadening of resonance line (Reggami *et al.* 2009); resonance line broadened by He (Peach & Whittingham 2009, Peach 2010a, Peach 2010b); 2s-3d transition broadened by Ne and Ar (Rosenberry & Stewart 2011).
Na: resonance line broadened by H (Peach 2010b); lines 3s-3p and 3p-3d broadened by He (Peach & Whittingham 2009, Peach 2010a, Peach 2010b).
K: self broadening of resonance line (Reggami *et al.* 2009) and line wings (Talbi *et al.* 2008).
K, Rb and Cs: self broadening of principal series (E) (Vadla *et al.* 2009).
Rb: 5s-5p D2 line, broadening by He, CH_4, C_2H_6, C_3H_8, n-C_4H_{10} (E) (Zameroski *et al.* 2011).
Cs: 6s-6p D2 line, broadening by ^{3}He, H_2, HD, D_2, N_2, CH_4, C_2H_6, CF_4 (E) (Pitz *et al.* 2010).

5.2. *Broadening and shift of molecular lines*

Much new data have been published since the last report was prepared. The molecules are listed below with their perturbing atomic or molecular species and are labelled by 'E' and 'T' to indicate experimental work and theoretical analysis, respectively.

H_2-Ar: collision-induced absorption (T) (Tran *et al.* 2011b).
D_2-Kr: collision-induced absorption (E) (Abu-Kharma *et al.* 2010).
HI: lines broadened by N_2 (E) (Domanskaya *et al.* 2011).
HBr: self broadening (E) (Domanskaya *et al.* 2009).
HI and HBr: lines broadened by rare gases (E) (Domanskaya *et al.* 2009).
HDO: lines broadened by CO_2 (T) (Gamache *et al.* 2011).
HCl: lines broadened and shifted by N_2, He, Ar and Xe (E) (Hurtmans *et al.* 2009).
HCN: lines broadened by N_2, O_2 and air (E) (Yang *et al.* 2008).
H_2CO: lines broadened by H_2CO and N_2 (E+T) (Jacquemart *et al.* 2010).
HNO_3: lines broadened by N_2 (T) (Laraia *et al.* 2009).
HO_2: lines broadened by N_2 (E) (Miyano & Tonokura 2011).
H_2O_2: lines broadened by N_2, O_2 and air (E) (Sato *et al.* 2010).
H_2O: lines broadened by H_2 (E) (Krupnov 2010), (T) (Wiesenfeld & Faure 2010); by H_2 and He (E) (Dick *et al.* 2010); by N_2 (E) (Lavrentieva *et al.* 2010; by N_2 and O_2 (T) (Gamache & Laraia 2009); by O_2 (E) (Petrova *et al.* 2011; by H_2O (E) (Lisak *et al.* 2009, Ptashnik & Smith 2010); by H_2O, N_2, O_2 (E+T) (Cazzoli *et al.* 2008, Cazzoli *et al.* 2009, Koshelev 2011); by air (T) (Voronin *et al.* 2010); by CO_2 (T) (Sagawa *et al.* 2009); by H_2, He, N_2, O_2 and CO_2 (E) (Dick *et al.* 2009b); by rare gases (E+T) (Fiadzomor *et al.* 2008).
CH_4: lines broadened by N_2 (T) (Gabard & Boudon 2010); by N_2 and O_2 (E) (Lyulin *et al.* 2009); by CH_4 (E) (Smith *et al.* 2010, Lyulin *et al.* 2011); by CH_4 and N_2 (E) (McRaven *et al.* 2011); by O_2 and air (E) (Martin & Lepère 2009); by air (E) (Smith *et al.* 2009, Smith *et al.* 2011).
C_2H_2: broadened by H_2 (T) (Thibault *et al.* 2011a); by H_2 and D_2 (E+T) (Thibault

et al. 2009); by N_2 (E) (Dhyne *et al.* 2009, Fissiaux *et al.* 2009, Dhyne *et al.* 2010); by C_2H_2 (E) (Li *et al.* 2010, Povey *et al.* 2011, Dhyne *et al.* 2011); by He and Ar (T) (Ivanov & Buzykin 2010); by Ne and Kr (E) (Nguyen *et al.* 2009a).
C_2H_4: lines broadened by C_2H_4 (E) (Flaud *et al.* 2011); by Ar (E+T) (Nguyen *et al.* 2009b).
C_2H_6: lines broadened by N_2 (E) (Blanquet *et al.* 2009); by C_2H_6 and N_2 (E) (Devi *et al.* 2010b, Devi *et al.* 2010c); by O_2 and air (E) (Fissiaux *et al.* 2010).
CH_3Br: lines broadened by N_2 (T) (Boussetta *et al.* 2011); by CH_3Br, N_2 and O_2 (E) (Hoffman & Davies 2009); by CH_3Br (T) (Goméz *et al.* 2010).
CH_3F: lines broadened by CH_3F and He (E) (Koubek *et al.* 2011).
CO: lines broadened by CO, N_2 and O_2 (E) (Koshelev & Markov 2009); by H_2, N_2, O_2, CO, CO_2 and He (E) (Dick *et al.* 2009a).
CO_2: by O_2 (E) (Devi *et al.* 2010a); by CO_2 (E+T) (Predoi-Cross *et al.* 2010, Tran *et al.* 2011a); by CO_2, N_2 and O_2 (E) (Li *et al.* 2008); by air (T) (Hartmann 2009), (E) (Gulidova *et al.* 2010), (E+T) (Lamouroux *et al.* 2010); by He (E) (Deng *et al.* 2009); by air and Ar (E) (Farooq *et al.* 2010).
Cs_2: lines broadened by Cs_2 (E) (Misago *et al.* 2009).
N_2: lines broadened by H_2 (T) (Goméz *et al.* 2011); by N_2 (E+T) (Thibault *et al.* 2011b).
NH_3: lines broadened by H_2 and He (E) (Hanley *et al.* 2009); by He (T) (Dhib 2010; by NH_3 (E) (Aroui *et al.* 2009, Guinet *et al.* 2011); by NH_3 and O_2 (E+T) (Nouri *et al.* 2009).
O_2: lines broadened by O_2 (E) (Lisak *et al.* 2010, Wójtewicz *et al.* 2011); by O_2 and OO isotopologues (E) (Long *et al.* 2011); by O_2 and air (E) (Long *et al.* 2010).
O_2-CO_2: collision-induced absorption (E) (Vangvichith *et al.* 2009).
O_3: lines broadened by air (Drouin & Gamache 2008); by N_2 and air (E+T) (Tran *et al.* 2011c).
OH: lines broadened by N_2, H_2O and Ar (E) (Hwang *et al.* 2008).
OCS lines broadened by N_2, O_2 and OCS (E) (Koshelev & Tretyakov 2009); by N_2 and O_2 (E) (Galalou *et al.* 2011).
I_2: lines broadened by Ar (E) (Phillips & Perram 2008).

6. Databases

Some useful databases are:

Vienna Atomic Line Database (VALD) of atomic data for analysis of radiation from astrophysical objects, containing central wavelengths, energy levels, statistical weights, transition probabilities and line broadening parameters for all chemical elements of astronomical importance. It can be found at http://vald.astro.univie.ac.at/ (Kupka *et al.* 1999).

The database of Robert L. Kurucz comprises atomic line parameters, including line broadening. An update to this database is discussed by Kurucz 2011. (http://kurucz.harvard.edu)

CHIANTI database (Dere *et al.* 2009) contains a critically evaluated set of up-to-date atomic data for the analysis of optically thin collisionally ionized astrophysical plasmas. It lists experimental and calculated wavelengths, radiative data and rates for electron and proton collisions, see websites http://sohowww.nascom.nasa.gov/solarsoft and http://www.damtp.cam.ac.uk/user/astro/chianti/.

CDMS – Cologne Database for Molecular Spectroscopy, see website
http://www.ph1.uni-koeln.de/vorhersagen/, provides recommendations for spectroscopic

transition frequencies and intensities for atoms and molecules of astronomical interest in the frequency range 0-10 THz, i.e. 0-340 cm^{-1} (Müller *et al.* 2005).

BASECOL database (http://basecol.obspm.fr) contains excitation rate coefficients for ro-vibrational excitation of molecules by electrons, He and H_2 and it is mainly used for the study of interstellar, circumstellar and cometary atmospheres.

TIPTOPbase (http://cdsweb.u-strasbg.fr/topbase/home.html) contains:
(i) TOPbase, that lists atomic data computed in the Opacity Project; namely LS-coupling energy levels, gf-values and photoionization cross sections for light elements ($Z \leqslant 26$) of astrophysical interest and
(ii) TIPbase that lists intermediate-coupling energy levels, transition probabilities and electron impact excitation cross sections and rates for astrophysical applications ($Z \leqslant 28$), computed by the IRON Project.

HITRAN – (HIgh-resolution TRANsmission molecular absorption database) is at http://www.cfa. harvard.edu/hitran/ (Rothman *et al.* 2009). It lists individual line parameters for molecules in the gas phase (microwave through to the UV), photoabsorption cross-sections for many molecules, and refractive indices of several atmospheric aerosols. A high temperature extension to HITRAN is HITEMP (To access the HITEMP data: ftp to cfa-ftp.harvard.edu; user = anonymous; password = e-mail address). It contains data for water, CO_2, CO, NO and OH (Rothman *et al.* 2010).

GEISA – (Gestion et Etude des Informations Spectroscopiques Atmosphériques) is a computer-accessible spectroscopic database, designed to facilitate accurate forward radiative transfer calculations using a line-by-line and layer-by-layer approach. It can be found at http://ether.ipsl.jussieu.fr/etherTypo/?id=950 (Jacquinet-Husson *et al.* 2008).

NIST – The National Institute of Standards and Technology hosts a number of useful databases for Atomic and Molecular Physics. A list can be found at
http://www.nist.gov/srd/atomic.cfm. Among them are: An atomic spectra database and three bibliographic databases providing references on atomic energy levels and spectra, transition probabilities and spectral line shapes and line broadening.

STARK-B database (http://stark-b.obspm.fr) contains theoretical widths and shifts of isolated lines of atoms and ions due to collisions with charged perturbers, obtained using the impact approximation (Sahal-Bréchot 2010).

The European FP7 project will finish at the end of 2012. The virtual Atomic and Molecular Data Centre (VAMDC - http://www.vamdc.eu/) is being created with the aim of building an accessible and interoperable e-infrastructure for atomic and molecular data that will upgrade and integrate European (and other) A&M database services (Dubernet *et al.* 2011, Rixon *et al.* 2011).

References

Abdel-Naby, Sh. A., Nikolić, D., Gorczyca, T. W., *et al.* 2011, *A&A*, in press, DOI: http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201117544
Abu-Kharma, M., Omari, H. Y., Shawaqfeh, N., & Stamp, C. 2010, *JMoSp*, 259, 111
Aggarwal, K. M., Hamada, K., Igarashi, A., *et al.* 2008, *A&A*, 487, 383
Aggarwal, K. M. & Keenan, F. P. 2008a, *EuPhJD*, 46, 205
Aggarwal, K. M. & Keenan, F. P. 2008b, *A&A*, 486, 1053
Aggarwal, K. M. & Keenan, F. P. 2008c, *A&A*, 488, 365
Aggarwal, K. M. & Keenan, F. P. 2008d, *A&A*, 489, 1377
Agúndez, M., Cernicharo, J., Guélin, M., *et al.* 2010, *A&A*, 517, L2
Alessi M., Otranto, S. & Focke, P. 2011, *PhRvA*, 83, 014701
Allan, M. 2010, *PhRvA*, 81, 042706

Allard, N. F., Kielkopf, J. F., Cayrel, R., & Van't Veer-memmerat, C. 2008, *A&A*, 480, 581
Allard, N. F. & Christova, M. 2009, *New Astron. Rev.*, 53, 252
Allard, N. F. Kielkopf, J. F. 2009a, *A&A*, 493, 1155
Allard, N. F., Noselidze, I., & Kruk, J. W. 2009b, *A&A*, 506, 993
Allard, N. F., Deguilhem, B., Gadea, F. X., *et al.* 2009c, *EPL*, 88, 53002
Allard, N. F., Bonifaci, N., & Denat, A. 2011, *EuPhJD*, 61, 365
Alonso-Medina, A. 2008, *Spectrochim. Acta B*, 63, 598
Alonso-Medina, A., Colón, C., Montero, J. L., & Nation, L. 2010, *MNRAS*, 401, 1080
Alonso-Medina, A. 2011, *Spectrochim. Acta B*, 66, 439
Alonso-Medina, A. & Colón, C. 2011, *MNRAS*, 414, 713
Andersson, S., Barinovs, Ģ., & Nyman, G. 2008, *ApJ*, 678, 1042
Aragón, C., Vega, P., & Aguilera, J. A. 2011, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 44, 055002
Aroui, H., Laribi, H., Orphai, J., & Chelin, P. 2009, *JQSRT*, 110, 2037
Ayouz, M., Lopes, R., Raoult, M., *et al.* 2011, *PhRvA*, 83, 052712
Bachor, H., Drummond, P., & Hannaford, P., eds. 2011, Proc. 22nd *International Conference on Atomic Physics*, *JP-CS*, 264
Bahati, E. M., Fogle, M., Vane, C. R., *et al.* 2009, *PhRvA*, 79, 052703
Barklem, P. S., Belyaev, A. K., Dickinson, A. S., & Gadéa, F. X. 2010, *A&A*, 519, A20
Barklem, P. S., Belyaev, A. K., Guitou, M., *et al.* 2011, *A&A*, 530, A94
Barragán, P., Errea, L. F., Guzmán, F., *et al.* 2010, *PhRvA*, 81, 062712
Bartecka, A., Baclawski, A., & Musielok, J. 2011, *Cent. Eur. J. Phys.*, 9, 131
Bautista, M. A., Quinet, P., Palmeri, P., *et al.* 2009, *A&A*, 508, 1527
Bellm, S., Lower, J., Weigold, E., & Mueller, D. W. 2010, *PRL*, 104, 023202
Ben Nessib, N. 2009, *New Astron. Rev.*, 53, 255
Bernotas, A., Karazija, R., & Rudzikas, Z., eds. 2011, Proc. 7th *International Conference on Atomic and Molecular Data and their Applications*, *AIP-CP*, 1344
Blanquet, G., Auwera, J. V., & Lepère, M. 2009, *JMoSp*, 255, 72
Bouchiha, D., Caron, L. G., Gorfinkiel, J. D., & Sanche, L. 2008, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 41, 045204
Boussetta, Z., Aroui, H., Jacquemart, D., *et al.* 2011, *JQSRT*, 112, 769
Bray, I., Fursa, D. V., Kadyrov, A. S., & Stelbovics, A. T. 2010, *PhRvA*, 81, 062704
Bukvić, S., Žigman, V., Srećković, A. & Djeniže, S. 2008, *JQSRT*, 109, 2869
Bukvić, S., Djeniže, S., & Srećković, A. 2009a, *A&A*, 508, 491
Bukvić, S., Djeniže, S., Srećković, A., & Nikolić, Z. 2009b, *Phys. Lett. A*, 373, 2750
Bukvić, S., Djeniže, S., Nikolić, Z., & Srećković, A. 2011, *A&A*, 529, A83
Butler, K. & Badnell, N. R. 2008, *A&A*, 489, 1369
Cabrera-Trujillo, R., Sabin, J. R., Deumens, E., & Öhrn, Y. 2008, *PhRvA*, 78, 012707
Cabrera-Trujillo, R., Amaya-Tapia, A., & Antillón, A. 2009, *PhRvA*, 79, 012712
Cabrera-Trujillo, R., Sabin, J. R., Öhrn, Y., *et al.* 2011, *PhRvA*, 83, 012715
Calisti, A., Mossé, C., Ferri, S., *et al.* 2010, *PhRvE*, 81, 016406
Cazzoli, G., Puzzarini, C., Buffa, G., & Tarrini, O. 2008, *JQSRT*, 109, 2820
Cazzoli, G., Puzzarini, C., Buffa, G., & Tarrini, O. 2009, *JQSRT*, 110, 609
Celiberto, R., Janev, R. K., Wadehra, J. M., & Laricchiuta, A. 2009, *PhRvA*, 80, 012712
Celiberto, R., Janev, R. K., Wadehra, J. M., & Laricchiuta, A. 2011, *PhRvA*, 84, 012707
Chluba, J., Vasil, G. M., & Dursi, L. J. 2010, *MNRAS*, 407, 599
Chourou, S. T. & Orel, A. E. 2008, *PhRvA*, 77, 042709
Christova, M., Dimitrijević, M. S., & Kovačević, A. 2010a, *JP-CS*, 207, 2024
Christova, M., Dimitrijević, M. S., Simić, S., & Sahal-Bréchot, S. 2010b, *JP-CS*, 207, 2025
Ćirišan, M., Peláez, R. J., Djurović, S., *et al.* 2011, *PhRvA*, 83, 012513
da Costa, R. F., Bettega, M. H. F., & Lima, M. A. P. 2008, *PhRvA*, 77, 042723
Del Zanna, G., Rozum, I. & Badnell, N. R. 2008 *A&A*, 487, 1203
Del Zanna, G., Storey, P. J. & Mason, H. E. 2010 *A&A*, 514, A40
Deng, W., Mondelain, D., Thibault, F., *et al.* 2009, *JMoSp*, 256, 102
Dere, K. P., Landi, E., Young, P. R., *et al.* 2009, *A&A*, 498, 915

Devi, V. M., Benner, D. C., Miller, C. E., & Predoi-Cross, A. 2010a, *JQSRT*, 111, 2355
Devi, V. M., Benner, D. C., Rinsland, C. P., *et al.* 2010b, *JQSRT*, 111, 2481
Devi, V. M., Rinsland, C. P., Benner, D. C., *et al.* 2010c, *JQSRT*, 111, 1234
Dhib, M. 2010, *JMoSp*, 259, 80
Dhyne, M., Fissiaux, L., Populaire, J.-C., & Lepère, M. 2009, *JQSRT*, 110, 358
Dhyne, M., Joubert, P., Populaire, J.-C., & Lepère, M. 2010, *JQSRT*, 111, 973
Dhyne, M., Joubert, P., Populaire, J.-C., & Lepère, M. 2011, *JQSRT*, 112, 969
Dick, M. J., Drouin, B. J., Crawford, T. J., & Pearson, J. C. 2009a, *JQSRT*, 110, 628
Dick, M. J., Drouin, B. J., & Pearson, J. C. 2009b, *JQSRT*, 110, 619
Dick, M. J., Drouin, B. J., & Pearson, J. C. 2010, *PhRvA*, 81, 022706
Ding, B. W., Chen, X. M., Yu, D. Y., *et al.* 2008, *PhRvA*, 78, 062718
Djeniže, S. 2008, *Phys. Lett. A*, 372, 6658
Djeniže, S. 2009, *Spectrochim. Acta B*, 64, 242
Djeniže, S., Srećković, A., & Bukvić, S. 2009, *EuPhJD*, 62, 185
Djurović, S., Ćirišan, M., Demura, A. V., *et al.* 2009, *PhRvE*, 79, 046402
Djurović, S., Mar, S., Peláez, R. J., & Aparicio, J. A. 2011, *MNRAS*, 414, 1389
Domanskaya, A. V., Bulanin, M. O., Kerl, K., & Maul, C. 2009, *JMoSp*, 253, 20
Domanskaya, A. V., Asfin, R. E., Maul, C., *et al.* 2011, *JMoSp*, 265, 69
Drouin, B. J. & Gamache, R. R. 2008, *JMoSp*, 251, 194
Dubernet, M. L., Boudon, V., Culhane, J. L., *et al.* 2011, *JQSRT*, 111, 2151
Elabidi, H. & Sahal-Bréchot, S. 2011, *EuPhJD*, 61, 285
Elabidi, H., Sahal-Bréchot, S., & Ben Nessib, N. 2009, *EuPhJD*, 54, 51
Elabidi, H., Sahal-Bréchot, S., Dimitrijević, M. S., & Ben Nessib, N. 2011, *MNRAS*, 417, 2624
Fang, X., Storey, P. J. & Liu, X.-W. 2011 *A&A*, 530, A18
Farooq, A., Jeffries, J. B., & Hanson, R. K. 2010, *JQSRT*, 111, 949
Fedor, J., May, O., & Allan, M. 2008, *PhRvA*, 78, 032701
Fedor, J., Winstead, C., McKoy, V., *et al.* 2010, *PhRvA*, 81, 042702
Felfi, Z., Msezane, A. Z., & Sokolovski, D. 2011, *PhRvA*, 83, 052705
Fiadzomor, P. A. Y., Keen, A. M., Grant, R. B., & Orr-Ewing, A. J. 2008, *Chem. Phys. Lett.*, 462, 188
Fifirig, M. & Stroe, M. 2008, *Phys. Scr.*, 78, 065302
Fischer, D., Gudmundsson, M., Berényi, Z., *et al.* 2010, *PhRvA*, 81, 012714
Fissiaux, L., Dhyne, M., & Lepère, M. 2009, *JMoSp*, 254, 10
Fissiaux, L., Blanquet, G., & Lepère, M. 2010, *JQSRT*, 111, 2037
Flaud, J.-M., Lafferty, W. J., Devi, V. M., *et al.* 2011, *JMoSp*, 267, 3
Gabard, T. & Boudon, V. 2010, *JQSRT*, 111, 1328
Galalou, S., Ben Mabrouk, K., Aroui, H., *et al.* 2011, *JQSRT*, 112, 2750
Gamache, R. R. & Laraia, A. L. 2009 *JMoSp*, 257, 116
Gamache, R. R., Laraia, A. L. & Lamouroux, J. 2011 *Icarus*, 213, 720
Gangwar, R. K., Tripathi, A. N., Sharma, L., & Srivastava, R. 2010, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 43, 085205
Gao, H. M., Ma, S. I., Xu, C. M., & Vu, L. 2008, *EuPhJD*, 47, 191
Garcia, P. M. Y., Sigaud, G. M., Luna, H., *et al.* 2008, *PhRvA*, 77, 052708
Gargioni, E. & Grosswendt, B. 2008, *Rev. Mod. Phys.*, 80, 451
Getahun, H., Errea, L. F., Illescas, C., *et al.* 2010, *EuPhJD*, 60, 45
Gigosos, M. A. & González, M. Á. (eds.) 2008, Proc. 19th *International Conference on Spectral Line Shapes*, *AIP-CP*, 1058
Gigosos, M. A. & González, M. Á. 2009, *A&A*, 503, 293
Glosík, I., Plašil, R., Korolov, I., *et al.* 2009, *PhRvA*, 79, 052707
Gochitashvili, M. R., Kezerashvili, R. Ya., & Lomsadze, R. A. 2010, *PhRvA*, 82, 022702
Goméz, L., Jacquemart, D., Bouanich, J.-P., *et al.* 2010, *JQSRT*, 111, 1252
Goméz, L., Ivanov, S. V., Buzykin, O. G., & Thibault, F. 2011, *JQSRT*, 112, 1942
González-Magaña, O., Cabrera-Trujillo, R. & Hinojosa, G. 2008, *PhRvA*, 78, 052712
González, M. Á., Ivković, M., Gigosos, M. A., *et al.* 2011, *A&A*, 503, 293

Gordon, M. A. & Sorochenko, R. L. 2009, *Radio Recombination Lines* (New York:Springer Science+Business Media)
Guevara, N. L., Teixeira, E., Hall, B., *et al.* 2011, *PhRvA*, 83, 052709
Guinet, M., Jeseck, P., Mondelain, D., *et al.* 2011, *JQSRT*, 112, 1950
Gulidova, O. S., Asfin, R. E., Grigoriev, I. M., & Filippov, N. N. 2010, *JQSRT*, 111, 2315
Guzmán, F., Errea, L. F., & Pons, B. 2009, *PhRvA*, 80, 042708
Halmová, G., Gorfinkiel, J. D., & Tennyson, J. 2008, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 41, 155201
Hamberg, M., Österdahl, F., Thomas, R. D., *et al.* 2010a, *A&A*, 514, A83
Hamberg, M., Zhaunerchyk, V., Vigren, E., *et al.* 2010b, *A&A*, 522, A90
Hanley, T. R., Steffes, P. G., & Karpowicz, B. M. 2009, *Icarus*, 202, 316
Harris, A. L., Peacher, J. L., Schulz, M., & Madison, D. H. 2010, *JP-CS*, 212, 012031
Harrison, S. & Tennyson, J. 2011, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 44, 045206
Hartmann, J.-M. 2009, *JQSRT*, 110, 2019
Hartmann, J.-M., Boulet, C., & Robert, D. 2008, *Collisional Effects on Molecular Spectra* (Amsterdam:Elsevier)
Hoffman, K. J. & Davies, P. B. 2009, *JMoSp*, 254, 69
Holtkötter, I. & Hanne, G. F. 2009, *PhRvA*, 80, 022709
Hudson, C. E., Ramsbottom, C. A., Norrington, P. H. & Scott, M. P. 2009, *A&A*, 494, 729
Hurtmans, D., Henry, A., Valentin, A., & Boulet, C. 2009, *JMoSp*, 254, 126
Hwang, S. M., Kojima, J. N., Nguyen, Q.-V., & Rabinowitz, M. J. 2008, *JQSRT*, 109, 2715
Illescas, C., Errea, L. F., & Méndez, L., *et al.* 2011, *PhRvA*, 83, 052704
Ivanov, S. V. & Buzykin, O. G. 2010, *JQSRT*, 111, 2341
Ivković, M., González, M. Á., & Jovićević, S., *et al.* 2010, *Publ. Astron. Obs. Belgrade*, 89, 201
Jacquemart, D., Laraia, A. L., & Tchana, F. K., *et al.* 2010, *JQSRT*, 111, 1209
Jacquinet-Husson, N., Scott, N. A., & Chedin, A., *et al.* 2008, *JQSRT*, 109, 1043
Jalbert, G., Wolff, W., Magalhães, S. D., & de Castro Faria, N. V. 2008, *PhRvA*, 77, 012722
Jiao, L., Zhou, Y., & Wang, Y. 2010, *PhRvA*, 81, 042713
Johnson P. V., Young, J. A. & Malone, C. P., *et al.* 2010, *JP-CS*, 204, 012003
Joshipura, K. N. & Gangopadhyay, S. 2008, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 41, 215205
Kamber, E. Y., Abu-Haija, O., & Wardwell, J. A. 2008, *PhRvA*, 77, 012701
Kato, H., Suzuki, D., & Ohkawa, M., *et al.* 2010, *PhRvA*, 81, 042717
Kaur, S. & Baluja, K. L. 2010, *PhRvA*, 82, 022717
Kaur, S., Bharadvaja, A., & Baluja, K. L. 2011, *PhRvA*, 83, 062707
Keenan, F. P. Crockett, P. J., & Aggarwal, K. M., *et al.* 2009, *A&A*, 495, 359
Khoma, M. V., Lazur, V. Yu., & Janev, R. K. 2009, *PhRvA*, 80, 032706
Koshelev M. A. & Tretyakov, M. Yu. 2009, *JQSRT*, 110, 118
Koshelev M. A. & Markov, V. N. 2009, *JQSRT*, 110, 526
Koshelev M. A. 2011, *JQSRT* 112, 550
Kothari, H. N., Pandya, S. H., & Joshipura, K. N. 2011, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 44, 125202
Koubek, J. & Boulet, C., Perrin A., *et al.* 2011, *JMoSp*, 266, 12
Kretinin, I. Yu, Krisilov, A. V. & Zon, B. A. 2008 *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 41, 215206
Krupnov, A. F. 2010, *PhRvA*, 82, 036703
Kumari, S., Chatterjee, S. N., Jha, L. K., & Roy, B. N. 2011, *EuPhJD*, 61, 355
Kupka, F., Piskunov, N., & Ryabchikova, T. A., *et al.* 1999, *A&AS*, 138, 119
Kurucz, R. L. 2011, *CanJPhys*, 89, 417
Lamouroux, J., Tran, H., & Laraia, A. L., *et al.* 2010, *JQSRT*, 111, 2321
Laraia, A. L., Gamache, R. R., & Hartmann, J.-M., *et al.* 2009, *JQSRT*, 110, 687
Lavrentieva, N. N., Petrova, T. M., Solodov, A. M., & Solodov, A. A. 2010, *JQSRT*, 111, 2291
Lewis, J. K. C. & Predoi-Cross, A. (eds.) 2010, Proc. 20th *International Conference on Spectral Line Shapes*, *AIP-CP*, 1290
Li, J. S., Liu, K., & Zhang, W. J., *et al.* 2008, *JMoSp*, 252, 9
Li, J. S., Durry, G., & Cousin, J., *et al.* 2010, *JQSRT*, 111, 2332
Liang, G. Y., Whiteford, A. D., & Badnell, N. R. 2009a, *A&A*, 499, 943
Liang, G. Y., Whiteford, A. D., & Badnell, N. R. 2009b, *A&A*, 500, 1263

Liang, G. Y. & Badnell, N. R. 2010, *A&A*, 518, A64
Liang, G. Y. & Badnell, N. R. 2011, *A&A*, 528, A69
Liang, G. Y., Badnell, N. R., & Zhao, G., *et al.* 2011, *A&A*, 533, A87
Lin, Y. & Mayer, P. M. 2010, *Chem. Phys.*, 378, 103
Lisak, D., Havey, D. K., & Hodges, J. T. 2009, *PhRvA*, 79, 052507
Lisak, D., Masłowski, P., & Cygan, A., *et al.* 2010, *PhRvA*, 81, 042504
Liu, J.-B. & Zhou, Ya.-J. 2010, *Chin. Phys. B*, 19, 093403
Liu, L., Liu, C. H., Wang, J. G., & Janev, R. K. 2011, *PhRvA*, 84, 032710
Liu, X. J., Wang, J. G., Qu, Y. Z., & Buenker, R. J. 2011, *PhRvA*, 84, 042706
Long, D. A., Havey, D. K., & Okumura, M., *et al.* 2010, *JQSRT*, 111, 2021
Long, D. A., Havey, D. K., & Yu, S. S., *et al.* 2011, *JQSRT*, 112, 2527
Ludlow, J. A., Lee, T. G., & Ballance, C. P., *et al.* 2011, *PhRvA*, 84, 022701
Lyulin, O. M., Nikitin, A. V., & Perevalov, V. I., *et al.* 2009, *JQSRT*, 110, 654
Lyulin, O. M., Perevalov, V. I., & Morino, I., *et al.* 2011, *JQSRT*, 112, 531
Machado, L. E., Sugohara, R. T., & dos Santos, A. S., *et al.* 2011, *PhRvA*, 84, 032709
McRaven, C. P., Cich, M. J., & Lopez, G. V., *et al.* 2011, *JMoSp*, 266, 43
Malespin, C., Ballance, C. P., & Pindzola, M. S., *et al.* 2011, *A&A*, 526, A115
Mančev, I. 2009, *EuPhJD*, 51, 213
Martin, B. & Lepère, M. 2009, *JMoSp*, 255, 6
Mashonkina, L. 2009, *Phys. Scr.*, T134, 014004
Mavadat, M., Ricard, A., Sarra-Bournet, C., & Laroche, G. 2011, *JPhD: Appl. Phys.*, 44, 155207
Mijatović, Z., Nikolić, D., Kobilarov, R. & Ivković, M. 2010a, *Publ. Astron. Obs. Belgrade*, 89, 217
Mijatović, Z., Nikolić, D., Kobilarov, R. & Ivković, M. 2010b, *JQSRT*, 111, 990
Miraglia, J. E. & Gravielle, M. S. 2008, *PhRvA*, 78, 052705
Misago, F., Lepèere, M., Bouanich, J.-P., & Blanquet, G. 2009, *JMoSp*, 254, 16
Mitroy, J. & Zhang, J. Y. 2008, *EuPhJD*, 46, 415
Miyano, S. & Tonokura, K. 2011, *JMoSp*, 265, 47
Monce, M. N., Pan, S., Radeva, N. L., & Pepper, J. L. 2009, *PhRvA*, 79, 012704
Müller, H. S. P., Schlöder, F., Stutzki, J., & Winnewisser, G. 2005, *JMoStr*, 742, 215
Munjal, H., Baluja, K. L., & Tennyson, J. 2009, *PhRvA*, 79, 032712
Nagao, M., Hida, K., & Kimura, M., *et al.* 2008, *PhRvA*, 78, 012708
Nguyen, L., Blanquet, G., Dhyne, M., & Lepèere, M. 2009a, *JMoSp*, 254, 94
Nguyen, L., Blanquet, G., Populaire, J.-C., & Lepèere, M. 2009b, *JQSRT*, 110, 367
Nikolić, D., Gorczyca, T. W., Korista, K. T., & Badnell, N. R. 2010, *A&A*, 516, A97
Nouri, S., Ben Mabrouk, K., & Chelin, P., *et al.* 2008, *JMoSp*, 258, 75
Ogurtsov, G. N., Ovchinnikov, S. Yu., Macek, J. H. & Mikoushkin, V. M. 2011, *PhRvA*, 84, 032706
Omar, B. 2010, *Int. J. Spectrosc.*, 506346
Omar, B. 2011, *J. At. Mol. Opt. Phys*, ID 850807
Orel, A. E., Starace, A. F., & Nikolić, D., *et al.* (eds.) 2009, Proc. XXVI *International Conference on Photonic, Electronic & Atomic Collisions*, *JP-CS*, 194
Palmeri, P., Quinet, P., & Mendoza, C., *et al.* 2011, *A&A*, 525, A59
Peach, G., Dimitrijević, M. S., & Stancil, P. C. 2009, in Karel A. van der Hucht (ed.), *Reports on Astronomy 2006-2009, IAU Transactions XXVIIA* (Cambridge: CUP), 385
Peach, G. & Whittingham, I. B. 2009, *New Astron. Rev.*, 53, 227
Peach, G. 2010a, in: *Mem. S.A.It. Suppl.*, 15, 68
Peach, G. 2010b, in: *Spectral Line Shapes*, Proc. 20th Intern. Conf., AIP-CP, 1290, 14
Peláez, R. J., Djurović, S., & Ćirišan, M., *et al.* 2009a, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 42, 125002
Peláez, R. J., Djurović, S., & Ćirišan, M., *et al.* 2009b, *A&A*, 507, 1697
Peláez, R. J., Djurović, S., & Ćirišan, M., *et al.* 2010a, *A&A*, 518, A60
Peláez, R. J., Djurović, S., Ćirišan, M., Aparicio, J. A., & Mar, S. 2010b, *JP-CS*, 257, 2021
Petrova, T. M., Solodov, A. M., & Solodov, A. A., *et al.* 2011, *JQSRT*, 112, 2741
Phelps, A. V. 2009, *PhRvE*, 79, 066401

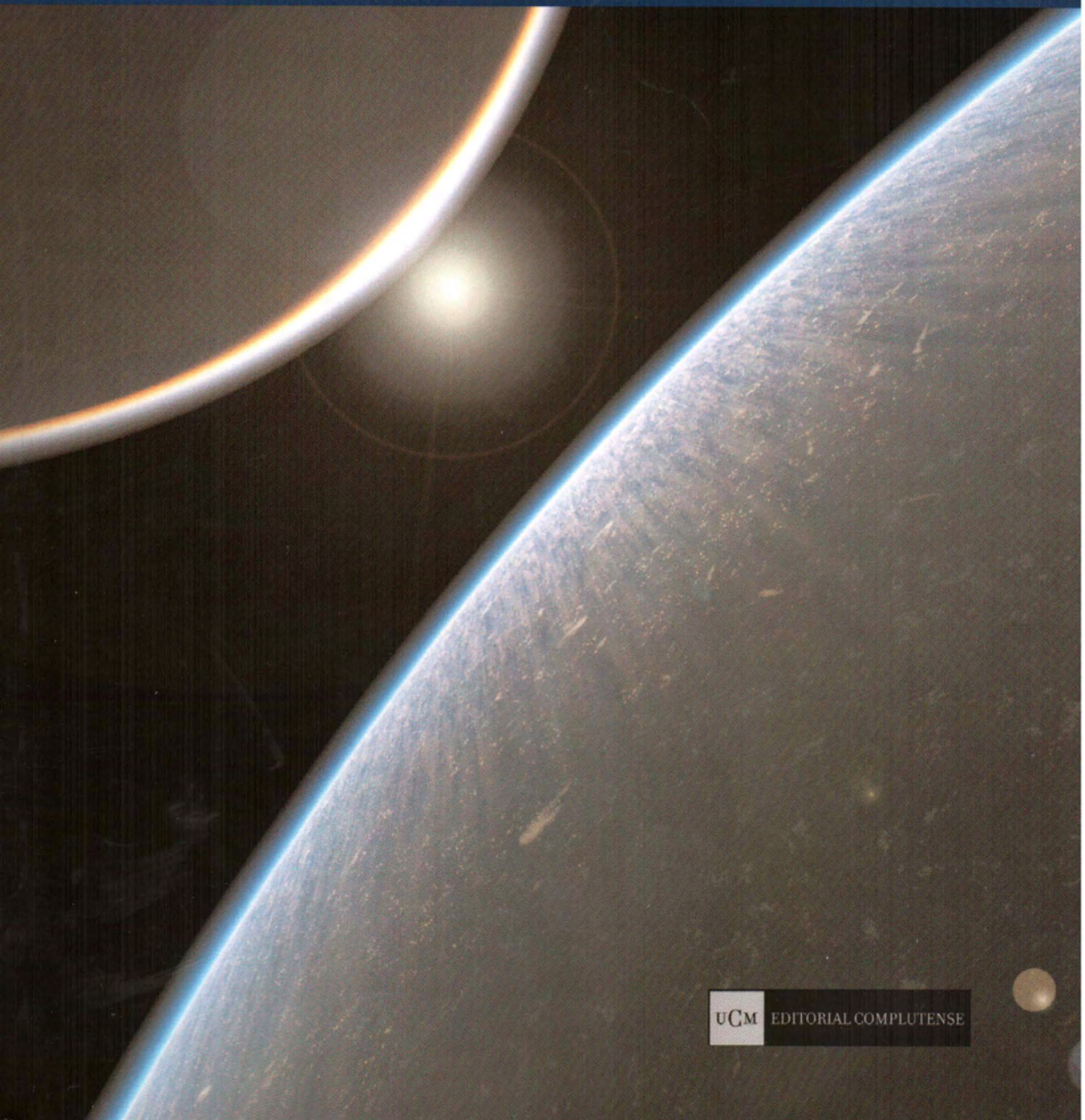
Phillips, G. T. & Perram, G. P. 2008, *JQSRT*, 109, 1875
Phillips, K. J. H., Aggarwal, K. M., Landi, E., & Keenan, F. P. 2010, *A&A*, 518, A41
Pitz, G. A., Fox, C. D., & Perram, G. P. 2010, *PhRvA*, 82, 042502
Popović, L. Č. & Dimitrijević, M. S. (eds.) 2009, Proc. 7th Serbian Conf. *Spectral Line Shapes in Astrophysics, New Astron. Rev.*, 53, 107
Povey, C., Predoi-Cross, A., & Hurtmans, D. R. 2011, *JMoSp*, 268, 177
Predoi-Cross, A., Liu, W., & Murphy, R., *et al.* 2010, *JQSRT*, 111, 1065
Ptashnik, I. V. & Smith, K. M. 2010, *JQSRT*, 111, 1317
Rajvanshi, J. S. & Baluja, K. L. 2010, *PhRvA*, 82, 062710
Rajvanshi, J. S. & Baluja, K. L. 2011, *PhRvA*, 84, 042711
Reggami, L., Bouledroua, M., Allouche, A. R., & Aubert-Frécon, M. 2009, *JQSRT*, 110, 72
Ren, X., Bray, I., & Fursa, D. V., *et al.* 2011, *PhRvA*, 83, 052711
Rixon, G., Dubernet, M. L., & Piskunov, N., *et al.* 2011, *AIP-CP*, 1344, 107
Roos, J. B., Larson, Å. A., & Orel, A. E. 2008, *PhRvA*, 78, 022508
Roos, J. B., Orel, A. E., & Larson, Å. A. 2009, *PhRvA*, 79, 062510
Rosato, J., Marandet, Y., & Capes, H., *et al.* 2009, *PhRvE*, 79, 046408
Rosato, J., Boland, D., & Difallah, M., *et al.* 2010, *Int. J. Spectrosc.*, 374372
Rosenberry, M. A. & Stewart B. 2011, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 44, 055207
Rothman, L. S., Gordon, I. E., & Barbe, A., *et al.* 2009, *JQSRT*, 110, 533
Rothman, L. S., Gordon, I. E., & Barbe, A., *et al.* 2010, *JQSRT*, 111, 2139
Rozsályi, E., Bene, E., & Halász, G. J., *et al.* 2011, *PhRvA*, 83, 052713
Sabido, M, de Andrés, J. & Sogas, J., *et al.* 2008, *EuPhJD*, 47, 63
Sagawa, H., Mendrok, J., & Seta, T., *et al.* 2009, *JQSRT*, 110, 2027
Sahal-Bréchot, S. 2010, *JP-CS*, 257, 2037
Samanta, R. & Purkait, M. 2011, *EuPhJD*, 64, 311
Samanta, R., Purkait, M., & Mandal, C. R. 2011, *PhRvA*, 83, 032706
Santos, A. C. F., Sigaud, G. M., & Melo, W. S., *et al.* 2010, *PhRvA*, 82, 012704
Sato, T. O., Mizoguchi, A., & Mendrok, J., *et al.* 2010, *JQSRT*, 111, 821
Schmidt, E. W., Schippers, S., & Bernhardt, D., *et al.* 2008, *A&A*, 492, 265
Schöffler, M. S., Titze, J., & Schmidt, Ph. H., *et al.* 2009, *PhRvA*, 79, 064701
Shafir, D., Novotny, S., & Buhr, H., *et al.* 2009, *PRL*, 102, 223202
Smith, M. A. H., Benner, D. C., Predoi-Cross, A., & Devi, V. M. 2009, *JQSRT*, 110, 639
Smith, M. A. H., Benner, D. C., Predoi-Cross, A., & Devi, V. M. 2010, *JQSRT*, 111, 1152
Smith, M. A. H., Benner, D. C., Predoi-Cross, A., & Devi, V. M. 2011, *JQSRT*, 112, 952
Stäuber, P. & Bruderer, S. 2009, *A&A*, 505, 195
Stéhle, C. & Fouquet, S. 2010, *Int. J. Spectrosc.*, 506346
Stenrup, M., Larson, Å. A., & Elander, N. 2009, *PhRvA*, 79, 012713
Sterling, N. C. & Witthoeft, M. C. 2011, *A&A*, 529, A147
Stolterfoht, N., Cabrera-Trujillo, R., & Krstić, P. S., *et al.* 2010, *PhRvA*, 81, 052704
Storey, P. J. & Zeippen, C. J. 2010, *A&A*, 511, A78
Stroe, M. & Fifirig, M. 2011, *EuPhJD*, 61, 63
Szmytkowski, C., Domaracka, A. Możejko, P., & Ptasińska-Denga, E. 2008, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 41, 065204
Takagi, H., Hara, S., & Sato, H. 2009, *PhRvA*, 79, 012715
Talbi, F., Bouledroua, M., & Alioua, K. 2008, *EuPhJD*, 50, 141
Tapalaga, I., Dojčinović, I. P., & Purić, J. 2011, *MNRAS*, 415, 503
Tarana, M. & Tennyson, J. 2008, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 41, 205204
Tayal, S. S. & Zatsarinny, O. 2010, *A&A*, 510, A79
Thibault, F., Fuller, E. P., & Grabow, K. A., *et al.* 2009, *JMoSp*, 256, 17
Thibault, F., Ivanov, S. V., & Buzykin, O. G., *et al.* 2011a, *JQSRT*, 112, 1429
Thibault, F., Martinez, R. Z., Bermejo, D., & Goméz, L. 2011b, *JQSRT*, 112, 2542
Tran, H., Boulet, C., & Stefani, S., *et al.* 2011a, *JQSRT*, 112, 925
Tran, H., Thibault, F., & Hartmann, J.-M. 2011b, *JQSRT*, 112, 1035
Tran, H., Picquet-Varrault, B., & Boursier, C., *et al.* 2011c, *JQSRT*, 112, 2287

Tremblay, P.-E. & Bergeron, P. 2009, *ApJ*, 696, 1755
Vadla, C., Horvatic, V., & Niemax, K. 2009, *PhRvA*, 80, 052506
Vangvichith, M., Tran, H., & Hartmann, J.-M. 2009, *JQSRT*, 110, 2212
Vinodkumar, M., Limbachiya, C., & Joshipura, K. N., *et al.* 2008, *JP-CS*, 115, 012013
Voronin, B. A., Lavrentieva, N. N., & Mishina, T. P., *et al.* 2010, *JQSRT*, 111, 2308
Wang, Y. C., Zhou, Y., Cheng, Y., & Ma, J. 2009, *Chin. Phys. Lett.*, 26, 083401
Wang, Y. C., Zhou, Y., & Cheng, Y., *et al.* 2010, *JPhB: At. Mol. Opt. Phys.*, 43, 045201
Wiesenfeld, L. & Faure, A. 2010, *PhRvA*, 82, 040702(R)
Winter, T. G. 2009, *PhRvA*, 80, 032701
Wójtewicz, S., Lisak, D., & Cygan, A., *et al.* 2011, *PhRvA*, 84, 032511
Wu, Y., Qi, Y. Y., & Zou, S. Y., *et al.* 2009, *PhRvA*, 79, 062711
Wu, Y., Qi, Y. Y., & Yan, J., *et al.* 2009, *PhRvA*, 80, 022715
Yang, C., Buldyreva, J., Gordon, I. E., *et al.* 2008 *JQSRT*, 109, 2857
Zameroski, N. D., Hager, G. D., & Rudolph, W., *et al.* 2011, *JQSRT*, 112, 59
Zapukhlyak, M. & Kirchner, T. 2009, *PhRvA*, 80, 062705
Zatsarinny, O., Bartschat, K., & Gedeon, S., *et al.* 2009, *PhRvA*, 79, 052709
Zatsarinny, O., Bartschat, K., & Garcia, G., *et al.* 2011, *PhRvA*, 83, 042702
Zhang, S. B., Wang, J. G., & Janev, R. K. 2010, *PhRvA*, 81, 032707
Zhang, S. B., Wang, J. G., Janev, R. K., & Chen, X. J. 2011, *PhRvA*, 83, 032724
Zielinska, S., Pellerin, S., & Dzierzega, K., *et al.* 2010, *JPhD: Appl. Phys.*, 43, 434005
Zmerli, B., Ben Nessib, N., Dimitrijević, M. S., & Sahal-Bréchot, S. 2010, *Phys. Scr.*, 82, 055301

UV Astronomy: Stars from Birth to Death

Proceedings of the Joint Discussion n. 4 during the I. A. U. General Assembly of 2006

Ana Inés Gómez de Castro y Martin A. Barstow (eds.)



UCM EDITORIAL COMPLUTENSE

UV ASTRONOMY: STARS FROM BRITH TO DEATH

Ana I. Gómez de Castro y Martín A. Barstow (eds.)

Proceedings of the Joint Discussion n. 4 during
the I. A. U. General Assembly of 2006

UCM EDITORIAL COMPLUTENSE

No está permitido la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del copyright.

© 2007 *by* Ana I. Gomez de Castro y Martín A. Barstow de la edición y los autores de sus textos.

© 2007 by Editorial Complutense, S. A.
Donoso Cortés, 63 - 4.ª planta. 28015 Madrid
Tels.: 91 394 64 60/1. Fax: 91 394 64 58
ecsa@rect.ucm.es
www.editorialcomplutense.com

Primera edición: Julio de 2007

ISBN: 978-84-7491-852-6
Depósito legal: M-34090-2007

Impreso en España-*Printed in Spain*

A New Approach For DACs And SACs Phenomena In The Atmospheres Of Hot Emission Stars

D. Nikolaidis [1] E. Danezis [1], E. Lyratzi [1], L. Č. Popović[2], M. S. Dimitrijević[2], A. Antoniou[1], E. Theodossiou[1],

[1]University of Athens, Faculty of Physics, Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, Panepistimioupoli, Zographou 157 84, Athens – Greece
[2]Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade, Serbia

ABSTRACT

DACs and SACs phenomena in Hot Emission Stars

In this paper we present a mathematical model reproducing the complex profile of the spectral lines of Oe and Be stars that present DACs or SACs. This model presupposes that the regions, where these spectral lines are formed, are not continuous but consist of a number of independent absorbing or emitting density layers of matter and an external general absorption region. In this model we assume that the line broadening is due to the random motion of the ions and the rotation of the density regions that produce the spectral line and its satellite components. With this method we can calculate the values of the apparent rotational and radial velocities, the Gaussian standard deviation of the random motions of the ions, the random velocities of these motions, as well as the optical depth, the Full Width at Half Maximum (FWHM), the absorbed and the emitted energy and finally the column density of the independent regions of matter which produce the main and the satellites components of the studied spectral lines.

Key words: UV astronomy, hot emission stars, DACs, SACs

1. Introduction

DACs (Discrete Absorption Components) are discrete spectral lines which appear in the spectra of hot emission stars (Bates & Halliwell, 1986). These absorption spectral lines are not unknown. They are spectral lines of the same ion and the same wavelength as a main spectral line, shifted at different $\Delta\lambda$, as they are created in different density regions which rotate and move radially with different velocities (Danezis et al. 2003).

DACs are lines, easily observed, when the regions that give rise to such lines, rotate with low velocities and move radially with high velocities. However, if the regions that give rise to such lines rotate with large velocities and move radially with small velocities, the produced lines have large widths and small shifts. As a result they are blended among themselves as well as with the main spectral line and thus they are not discrete. In such a case the name Discrete Absorption Component is inappropriate and we use only the name SACs (Satellite Absorption Components).

2. The line function

Danezis et al. (1991, 1998, 2002, 2003) proposed a new model to explain the complex structure of the density regions of hot emission stars, where the spectral lines that present SACs or DACs are created.

The main hypothesis of this model is that the stellar envelope is composed of a number of successive independent absorbing density layers of matter, a number of emission regions and an external general absorption region.

By solving the equations of radiation transfer through a complex structure, as the one described, we conclude to a function for the line profile, able to give the best fit for the main spectral line and its Satellite Components at the same time.

In the case of spherical symmetry around the star or around the density regions which produce the SACs, the line profile function takes the following form:

$$I_\lambda = \left[I_{\lambda 0} \prod_i e^{-L_{ai}\xi_{a}i} + \sum_j S_{\lambda ej} \left(1 - e^{-L_{ej}\xi_{ej}}\right) \right] e^{-L_g \xi_g} \qquad (1)$$

where:

$I_{\lambda 0}$ is the initial radiation intensity, L_{ai}, L_{ej}, L_g are the distribution functions of the respective absorption coefficients, $\xi_{ai}, \xi_{ej}, \xi_g$ are the optical depths in the center of the respective spectral line components and $S_{\lambda ej}$ is the source function which is constant during the observation.

3. The calculation of the distribution functions L

In order to calculate the distribution functions L we suppose that the line broadening is a function of the rotational velocity of the density regions which create the SACs and the random velocities of the ions within these regions.

Let us consider a spherical density region and a point A_i in its equator. If the laboratory wavelength of a spectral line that arises from A_i is λ_{lab}, the observed wavelength will be $\lambda_0 = \lambda_{lab} + \Delta\lambda_{rad}$.

If the spherical density region rotates, we will observe a displacement $\Delta\lambda_{rot}$ and the new wavelength of the center of the line λ_i is $\lambda_i = \lambda_0 \pm \Delta\lambda_{rot}$ where $\Delta\lambda_{rot} = \lambda_0 z \sin\varphi$, where V_{rot} is the observed rotational velocity of the point A_i.

This means that $\lambda_i = \lambda_0 \pm \lambda_0 z \sin\varphi = \lambda_0 (1 \pm z \sin\varphi)$ and if $-\frac{\pi}{2} < \varphi < \frac{\pi}{2}$ then $\lambda_i = \lambda_0 (1 - z \sin\varphi)$

If we consider that the spectral line profile is a Gaussian distribution we have: $P(\lambda) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\left[\frac{\lambda-\kappa}{\sigma\sqrt{2}}\right]^2}$
where κ is the mean value of the distribution and in the case of the line profile it indicates the center of the spectral line that arises from A_i. This means that:

$$P(\lambda) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\left[\frac{\lambda-\lambda_0(1-z\sin\varphi)}{\sigma\sqrt{2}}\right]^2} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{[\lambda-\lambda_0(1-z\sin\varphi)]^2}{2\sigma^2}}$$

For all the semi-equator we have: $L(\lambda) = \int\limits_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{[\lambda-\lambda_0(1-z\sin\varphi)]^2}{2\sigma^2}} \cos\varphi d\varphi$

If we make the transformation $\sin\varphi = x$ and $u = \frac{\lambda-\lambda_0(1-zx)}{\sqrt{2}\sigma}$
then

$$L(\lambda) = \frac{1}{\lambda_0 z\sqrt{\pi}} \int\limits_{\frac{\lambda-\lambda_0(1+z)}{\sigma\sqrt{2}}}^{\frac{\lambda-\lambda_0(1-z)}{\sigma\sqrt{2}}} e^{-u^2} du \text{ or } L(\lambda) = \frac{1}{\lambda_0 z\sqrt{\pi}} \left[\int\limits_0^{\frac{\lambda-\lambda_0(1-z)}{\sigma\sqrt{2}}} e^{-u^2} du - \int\limits_0^{\frac{\lambda-\lambda_0(1+z)}{\sigma\sqrt{2}}} e^{-u^2} du \right]$$

$$L(\lambda) = \frac{\sqrt{\pi}}{2\lambda_0 z} \left[erf\left(\frac{\lambda - \lambda_0(1-z)}{\sqrt{2}\sigma}\right) - erf\left(\frac{\lambda - \lambda_0(1+z)}{\sqrt{2}\sigma}\right) \right]$$

The distribution function from the semi-spherical region is:

$$L_{final}(\lambda) = \frac{\sqrt{\pi}}{2\lambda_0 z} \int\limits_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \left[erf\left(\frac{\lambda-\lambda_0}{\sqrt{2}\sigma} + \frac{\lambda_0 z}{\sqrt{2}\sigma}\cos\theta\right) - erf\left(\frac{\lambda-\lambda_0}{\sqrt{2}\sigma} - \frac{\lambda_0 z}{\sqrt{2}\sigma}\cos\theta\right) \right] \cos\theta d\theta$$

This $L_{final}(\lambda)$ is the distribution that replaces the old rotational distribution L that our group proposed some years ago (Danezis et al 2003).

4. Testing the model

In order to check the above spectral line function, we calculated the rotational velocity of He I λ 4387.928 Å absorption line in the spectra of five Be stars, using two methods, the classical Fourier analysis and our model. The results are favorable for our model.

The values of the rotational velocities, calculated with Fourier analysis, some time, are a little higher than the values calculated with our method, as in Fourier analysis the whole broadening of the spectral lines is assumed to represent the rotational velocity.

In contrary, our model accepts that a part of this broadening arises from the random motion of the ions.

We point out that with our model, apart from the rotational velocities, we can also calculate some other parameters, such as the standard Gaussian deviation (σ), the velocity of random motions of the ions, the radial velocities of the regions producing the studies spectral lines, the full width at half maximum (FWHM), the optical depth, the column density and the absorbed or emitted energy.

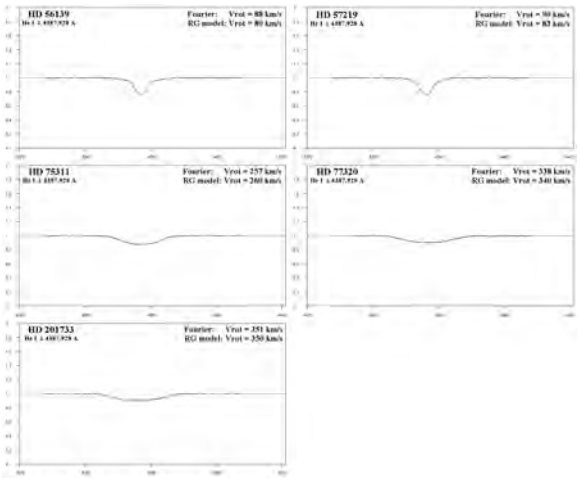


Figure 1: The five He I λ 4387.928 Å fittings for the studied Be stars and the measured rotational velocities with both methods. The results are favorable for our model. The thick line presents the observed spectral line profile and the thin one the model fit. The differences between the observed spectrum and its fit are hard to see, as we have accomplished the best fit.

A second test of our model is to calculate the random velocities of the layers that produce the C IV satellite components of 20 Oe stars with different rotational velocities. The values of the random velocities do not depend on the inclination of the rotational axis. As the ionization potential of the regions that create the satellite components for all the studied stars is the same, we expect similar average values of the random velocities for each component for all the studied stars. We apply the model on the C IV line profiles of 20 Oe stellar spectra taken with the IUE satellite (IUE Database http://archive.stsci.edu/iue). We examine the complex structure of the C IV resonance lines ($\lambda\lambda$ 1548.155 Å, 1550.774 Å). Our sample includes the subtypes

O4 (one star), O6 (four stars), O7 (five stars), O8 (three stars) and O9 (seven stars). The values of the photospheric rotational velocities are taken from the catalogue of Wilson (1963). After the study of the C IV spectral lines we detected two components in 9 stars, three in 7 stars, four in 3 stars and five in one star. The results that we present in Figs. 2 and 3 are favorable for our model. The differences between the average values of the random velocities of the satellite components arise from the small variations of the temperature that exist in each one of the regions that produce the satellite components.

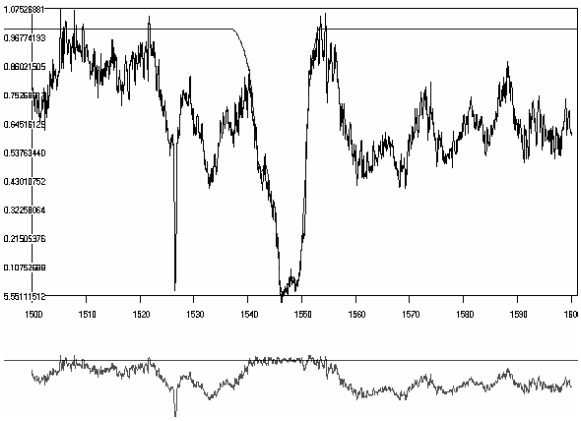


Figure 2: The best fit of the C IV UV doublet. The green diagram presents the differences between the theoretical and the physical line shape.

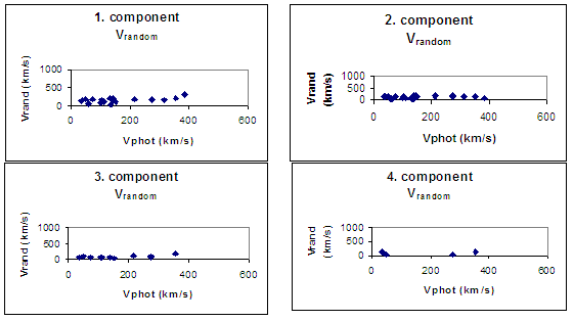


Figure 3: Relation between the random velocities and the photospheric rotational velocities of the studied stars.

5. Conclusions

In this paper we presented a model that can describe the spectral lines of hot emission stars, which present SACs or DACs. Here we give some of our conclusions: (a) The results obtained from the two tests confirm the theoretical accuracy of the proposed model. (b) The proposed model can explain the peculiar and complex profiles of the spectral lines which present SACs and DACs phenomena, indicating the existence of layers of matter with different physical conditions.

Acknowledgements:

This research project is progressing at the University of Athens, Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, under the financial support of the Special Account for Research Grants, which we thank very much. This work also was supported by Ministry of Science and Environment Protection of Serbia, through the projects "Influence of collisional processes on astrophysical plasma line shapes" and "Astrophysical spectroscopy of extragalactic objects".

References

[1] Bates, B. and Halliwell, D. R., Discrete absorption components in spectra of mass-losing stars - an analytical model for the trajectories of gas parcels and streams, *Monthly Notices of the R.A.S.*, 223, 673, 1986.

[2] Danezis, E., Theodossiou, E. and Laskarides, P.G., The far UV spectrum of the Be star AX Monocerotis, *Astrophysics and Space Science*, 179, 111, 1991.

[3] Danezis, E., Nikolaidis, D., Theodossiou, E., Stathopoulou, M. and Kosionidis, A., Satellite spectral components and moving shells in the atmospheres of Early Type Stars - The example of HD 175754, *Proceedings of the 65th Czech and the 7th European Joint Conference, JENAM '98, Prague, Czech Republic*, 1998.

[4] Danezis, E., Nikolaidis, D., Lyratzi, E., Stathopoulou, M., Theodossiou, E., Kosionidis, A., Drakopoulos, C., Christou, G. and Koutsouris, P., A new model of density layers of matter in the expanding gaseous envelope of Oe and Be stars, *Proceedings of the IAU Symposium 210: Modeling of stellar atmospheres, Uppsala, Sweden*, 2002.

[5] Danezis, E., Nikolaidis, D., Lyratzi, V., Stathopoulou, M., Theodossiou, E., Kosionidis, A., Drakopoulos, C., Christou G. and Koutsouris, P., A new model for the structure of the DACs regions in the Oe and Be stellar atmospheres, *Astrophysics and Space Science*, 284, 1119, 2003.

[6] Wilson, R. E., General Catalogue Of Stellar Radial Velocities, *Washington, Carnegie Institution of Washington Publication*, 601, 1963.

Long term variability of the coronal and post - coronal C IV region of the Oe star HD 93521

A. Antoniou [1] E. Danezis [1], E. Lyratzi [1], D. Nikolaidis [1], L. Č. Popović [2], M. S. Dimitrijević [2], E. Theodossiou [1],

[1]University of Athens, Faculty of Physics, Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, Panepistimioupoli, Zographou 157 84, Athens – Greece
[2]Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade, Serbia

ABSTRACT

SACs in the C IV regions of HD 93521

We examine the timescale changes of C IV spectral lines of the Oe star HD 93521, during a period of 16 years, applying the model proposed by Danezis et al. (2003, 2005a, b). We found that the spectral lines consist of one or more Satellite Absorption Components (SACs or DACs) which construct the whole spectral profile. In this paper we present the time scale variation of the rotational and random velocities.

Key words: Oe stars, HD 93521, SACs, best fit, rotational velocity, random velocity

1. Introduction

HD 93521 is a relatively bright, very rapidly rotating O9.5V star with a rotational velocity about 400 km/s (Conti & Ebbets (1977), Hobbs et al. (1982)). These characteristics, together with its exceptionally high Galactic latitude (b=+63.130, Galactic length l =183.30, Costero & Stalio (1984)) have made it a favorite target for studies regarding stars out of the Galactic plane (e.g. Pettini & West (1982); Hobbs et al. (1982); Danly (1989); Spitzer & Fitzpatrick (1992)).

In this paper we apply the model proposed by Danezis et al. (2005) and Nikolaidis et al. (2006) for the outer atmospheres of Oe and Be stars, to the star HD 93521 and

we present some first results deriving from this application. This model allows the existence of many absorption shells or many independent density regions, considers that the expanding outer atmosphere consists of some absorbing and an outer emitting shell and concludes to a function for the spectral line able to reproduce the profiles of all the spectral lines with grate accuracy. We calculate the values of parameters which contribute to the line broadening as the apparent rotational and random velocities of the independent regions of matter which produce the main absorption spectral lines of C IV and their satellite components as well as the Full Width at Half Maximum (FWHM). Finally, we present the time- scale changes for the calculated parameters.

2. The Gaussian - Rotational model (GR-model)

For our study the line broadening is only an effect of two reasons: The first is the rotational velocity of the spherical region that produces the spectral line and the second one is the random velocities of the ions, which make thermal random motions. In this model we present a new approach, which describes both of these factors. We consider that the area of gas, which creates a specific spectral line consists of independent absorbing regions followed by independent regions that both absorb and emit and an outer absorbing region. We apply the method proposed by Danezis et al. (2003- 2005) and Nikolaidis et al.(2006) on spectra of the star HD 93521 and we examine the timescale variation of the physical parameters stated below.

3. The study of the coronal and post - coronal C IV region of the moving atmosphere of the Oe star HD 93521

This study is based on the analysis of eleven different spectra of HD 93521 taken with the IUE -satellite (IUE Database http://archive.stsci.edu/iue) and we examine structure of the spectral lines C IV $\lambda\lambda$ 1548.155 , 1550.774 Å.

In Fig. 1 we present a spectral line of C IV region and its best fit. We consider that in each region there are some very small Gaussian thermal motions and other blends, which are present in the spectrum as very small peaks. In the graph below each profile we present the difference between the fit and the real spectral line.

In Figs. 2, 3, 4 and 5 we present the time -scale change of the apparent rotational V_{rot} (km/s), random velocities V_{rand} (km/s), the radial velocities V_{rad} and the Full Width at Half Maximum (FWHM) of the $\lambda\lambda$ 1548.155, 1550.774 Å C IV resonance lines for the independent density regions of matter which create the 5 satellite components.

4. Conclusions

As a first result we detect that the above C IV spectral lines consist of one or more Satellite Absorption Components (SACs or DACs, Danezis et al. (2005)). The ro-

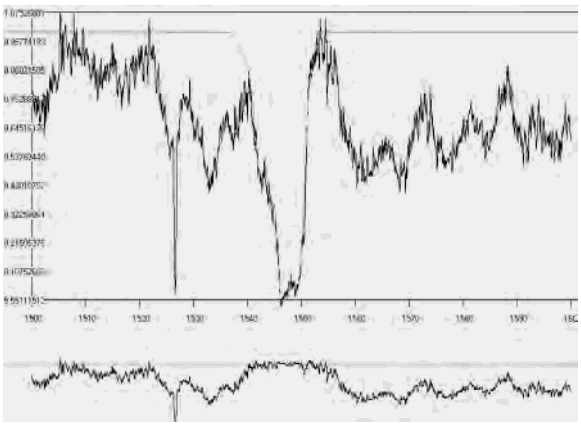


Figure 1: The C IV $\lambda\lambda$ 1548.155, 1550.774 Å resonance lines in the spectrum SWP04472 of HD 93521. Each of C IV spectral lines consists of five SACs.

tational velocities of each of the five regions present a relatively constant behavior, apart from the value in the component in the spectrum SWP54524 (28.4.95), which has been tested carefully. The same phenomenon we can see in the random, in the radial velocities as well as in the FWHM, except of three values in the first component. We point out that the new and important aspect of our study is the values' calculation of the above parameters and their time scale variations, using the DACs or SACs theory. Our results are a successful test of this theory and of Danezis et al. (2003, 2005) and Nikolaidis et al. (2006) proposed

Acknowledgements:

This research project is progressing at the University of Athens, Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, under the financial support of the Special Account for Research Grants, which we thank very much. This work also was supported by Ministry of Science and Environment Protection of Serbia, through the projects "Influence of collisional processes on astrophysical plasma line shapes" and "Astrophysical spectroscopy of extragalactic objects".

References

[1] Conti, P. S., Ebbets, D, Spectroscopic studies of O-type stars. VII. Rotational velocities Vsin(i) and evidence for macroturbulent motions., *The Astrophysical Journal* , 213 438, 1977.

[2] Costero, R and Stalio, R. P Cygni and related profiles in the ultraviolet spectra of O-stars, *Astronomy and Astrophysics, Supplement* , 58,95, 1984.

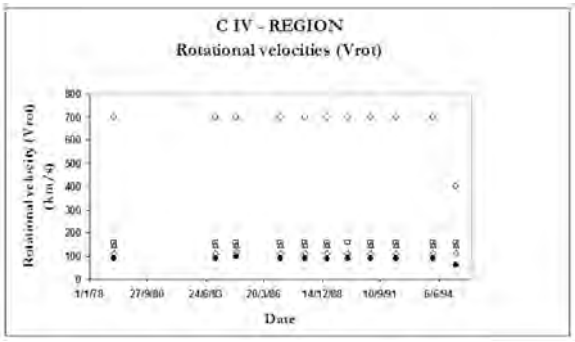


Figure 2: Timescale changes of the apparent rotational velocities V_{rot} (km/s) of the C IV resonance lines ($\lambda\lambda$ 1548.155, 1550.774 Å) for the independent density regions of matter which create the 5 satellite components. The low value (about 400 km/h) in the first component has been tested carefully.

[3] Danezis, E., Nikolaidis, D., Lyratzi, V., Stathopoulou M., Theodossiou, E.,. Kosionidis, A., Drakopoulos, C.,. Christou, G. and. Koutsouris, A., Discontinuous structrures in early type stars' atmospheres, *A&SS*, 284, 1119, 2003

[4] Danezis, E., Nikolaidis, D., Lyratzi, E., Popović, L. Č., Dimitrijević, M. S., Theodossiou, E. and. Antoniou, A., On modeling SACs regions in early type atmospheres, *Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade*, 76, 179, 2005a

[5] Danezis, E., Nikolaidis, D., Lyratzi, E., Popović, L. Č., Dimitrijević, M. S., Theodossiou, E. and. Antoniou, A., A new modeling approach for DACs and SACs regions in the atmospheres of hot emission stars, *Mem.S.A.It.*, 7,107, 2005b.

[6] Danly, Laura The kinematics of Milky Way halo gas. I - Observations of low-ionization species, *The Astrophysical Journal* , 342, 785, 1989.

[7] Hobs, L. M., Wallerstein, G and Huu, E., A new interstellar component in the spectrum of HD 72127A., *The Astrophysical Journal* , 252, L17, 1982.

[8] Pettini, M and West, K. A. Highly ionized gas in the galactic halo, *In ESA 3rd European IUE Conf.* , p. 435-437, 1982.

[9] Nikolaidis, D., Danezis, E., Lyratzi, E., Popović, L. Č., Dimitrijević, M. S, Antoniou, A. & Theodossiou, E., A New Approach for DACs and SACs Phenomena in the Atmospheres of Hot Emission Stars, *Proceedings of XXVI IAU General Assembly, to be published*, 2006.

[10] Spitzer, Lyman, Jr. and Fitzpatrick, Edward L. Highly ionized atoms toward HD 93521, *The Astrophysical Journal* , 391, L41, 1992.

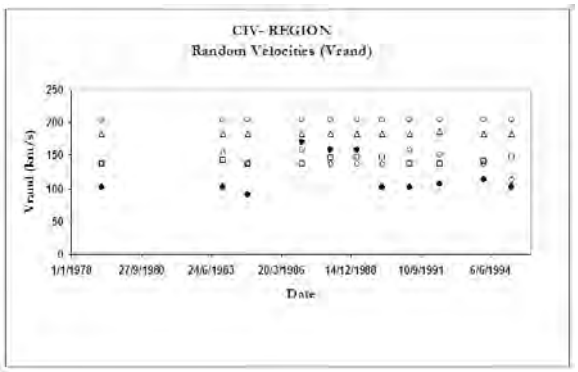


Figure 3: Timescale changes of the Gaussian random velocities V_{rand} (km/s) of the $\lambda\lambda$ 1548.155, 1550.774 Å C IV resonance lines for the independent density regions of matter which create the 5 satellite components

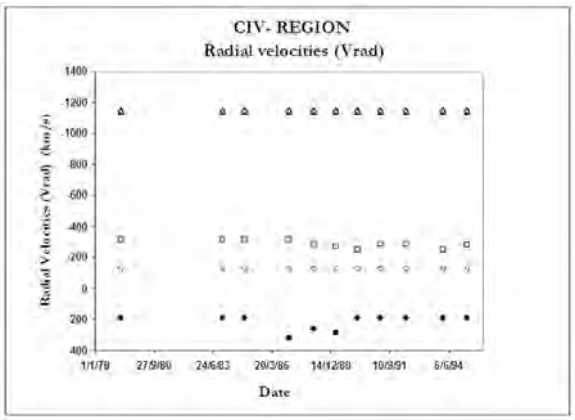


Figure 4: Timescale changes of the radial velocities V_{rad} (km/s) of the $\lambda\lambda$ 1548.155, 1550.774 Å C IV resonance lines for the independent density regions of matter which create the 5 satellite components

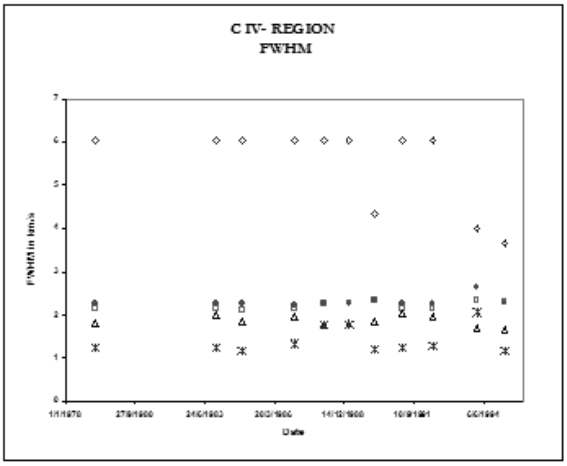


Figure 5: Timescale changes of the Full Width at Half Maximum (FWHM) of the $\lambda\lambda$ 1548.155, 1550.774 Å C IV resonance lines for the independent density regions of matter which create the 5 satellite components

Study of Hα regions in 120 Be-type stars

E. Lyratzi [1], E. Danezis [1], A. Antoniou [1], D. Nikolaidis [1], L. Č. Popović [2], M. S. Dimitrijević [2],

[1]University of Athens, Faculty of Physics, Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, Panepistimioupoli, Zographou 157 84, Athens – Greece
[2]Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade, Serbia

ABSTRACT

DACs and SACs phenomena in Hα line of 120 Be stars

In this study we apply the method proposed by Danezis et al. (2003, 2005) on the stellar spectrographs of 120 Be stars, and we examine the variations of the physical parameters, stated below, as a function of the spectral subtype and the luminosity class.

We found that in the Be-type stellar atmospheres, there are two regions that can produce the Hα Satellite Absorption Components (SACs or DACs). The first one lies in the chromosphere and the second one in the cool extended envelope. With the above method we calculate: a) For the chromospheric absorption components: the optical depth as well as the rotational and radial velocities of the independent regions of matter which produce the main and the satellites components. b) For the emission and absorption components which are created in the cool extended envelope: the FWHM, the optical depth and the radial velocities of the independent regions of matter which produce the main and the satellites components.

Key words: UV astronomy, hot emission stars, Hα, DACs, SACs

1. Introduction

The Hα line profile is the most often and mostly studied profile in the spectra of early type stars. Andrillat & Fehrenbach (1982) and Andrillat (1983) observed that the structure of the emission of Hα line appears to be both very complex and variable

and, in most cases, a central absorption is present. In some spectra, the stellar absorption (called "photospheric line") is present and the emission line, having, probably, chromospheric origin, is superposed on it. Hutchings et al. (1971) proposed that the changes in the profiles may be attributed to the rotation of the stars together with inhomogeneities in their envelopes. These phenomena could result from the existence of "knots" of higher-density material in the extended equatorial envelope, which are released at the photosphere (Hutchings 1970a,b, Bohlin 1970). Slettebak & Reynolds (1978) proposed that the changes of the shape and the total energy in the Hα emission line profile of a Be-type star could result from motions within the shell surrounding the star, from a change in the amount of emitting material in the shell, or both. Doazan (1970) studied 26 Be-type stars and observed that the velocities extracted from the width of the emission lines of Hα, are greater than the rotational velocity (V_{sini}) of the central star. She proposed that the great width of the emission lines of Hα is due to the motion of the envelope, as well as to the motion of matter which is placed in regions far from the central star. She pointed out that the rotation does not provide enough arguments to explain the observed widths of the emission lines. In order to explain the observed large half-width of the Hα emission-line, another source of line broadening is required in addition to envelope rotation, such as electron scattering (Poeckert & Marlborough 1979, Dachs et al. 1981). Andrillat & Fehrenbach (1982) and Andrillat (1983) accepted that this phenomenon is due to electron scattering (Marlborough 1969), or due to the envelope rotation as well as to the motion of the material inside the envelope (Gray & Marlborough 1974, Poeckert & Marlborough 1979).

In this paper, by applying the model proposed by Danezis et al. (2003, 2005), we study whether the hypothesis of Discrete Absorption Components (DACs) and Satellite Absorption Components (SACs) is able to explain the complex structure of the Hα line profile in 120 Be-type stars. With this method we calculate some physical parameters, such as the rotational (V_{rot}) and radial velocities (V_{rad}), as well as the full width at half maximum (FWHM) and the optical depth (ξ), of the independent density layers of matter in the atmospherical regions, where the Hα line is created.

2. The line function

Danezis et al. (2003, 2005) constructed a mathematical model, in order to study the atmospherical regions that create Satellite Absorption Components (SACs).

By solving the equations of radiation transfer through a complex structure, we conclude to a function for the line profile, able to give the best fit for the main spectral line and its SACs at the same time. Such a best fit, through the function of the line profile, enables us to calculate some parameters (rotational and radial velocities, FWHM, optical depth) of the independent layers of matter, which form the main spectral line and its SACs.

In the case of spherical symmetry around the star or around the density regions

which produce the SACs, the line profile function takes the following form:

$$I_\lambda = \left[I_{\lambda 0} \prod_i e^{-L_{ai}\xi_a i} + \sum_j S_{\lambda ej} \left(1 - e^{-L_{ej}\xi_{ej}}\right) \right] e^{-L_g \xi_g} \quad (1)$$

where:
$I_{\lambda 0}$ is the initial radiation intensity, L_{ai}, L_{ej}, L_g are the distribution functions of the respective absorption coefficients, $\xi_{ai}, \xi_{ej}, \xi_g$ are the optical depths in the center of the respective spectral line components and $S_{\lambda ej}$ is the source function which is constant during the observation.

2.1. Rotation distribution function

We consider that the density regions, where the SACs or DACs are created, present spherical symmetry and the main reason of the spectral lines broadening is the rotation of the density regions which create them. In this case the distribution function L has the following form:

$$L(\lambda) = \begin{cases} \sqrt{1-\cos^2\theta_0}, \text{if} \cos\theta_0 = \frac{-\lambda_0 + \sqrt{\lambda_0^2 + 4\Delta\lambda^2}}{2\Delta\lambda z_0} < 1 \\ 0, \text{if} \cos\theta_0 = \frac{-\lambda_0 + \sqrt{\lambda_0^2 + 4\Delta\lambda^2}}{2\Delta\lambda z_0} \geq 1 \end{cases}$$

where:
λ_0 is the observed wavelength of the center of the spectral line, $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$ and

$$z_0 = \frac{\Delta\lambda_{rotation}}{\lambda_{lab}} = \frac{V_{rotation}}{c}$$

where λ_{lab} is the laboratory wavelength of the spectral line and ξ is the optical depth in the center of the spectral line.

2.2. Distribution functions

In case we do not want to consider certain geometry, but only some physical parameters, we may replace the Rotation distribution function with a classical distribution function (Gauss, Lorentz, Voigt).

Gauss: The lines broadening is mainly due to the ions' random motion.

Lorentz: The lines broadening is mainly due to the collisional effects among the ions.

Voigt: The lines broadening is mainly due to the ions' random motion, as well as the collisional effects among the ions, which, in an environment of high pressure and temperature, result to the broadening of the produced spectral lines (synthesis of a Gaussian and a Lorentzian).

3. Application of the model to the Hα line of 120 Be stars

In our study we use the stellar spectrographs which were taken by Andrillat & Fehrenbach (1982) and Andrillat (1983) (resolution 5,5 and 27 Å) with the telescope of 152 cm in the Observatory of Haute Provence.

We applied the model to the Hα line 6562.817 Å in the spectra of 120 Be stars of all the spectral subtypes and luminosity classes.

In most of the Be stellar spectra, the Hα line presents peculiar and complex profiles. Usually the Hα line profile consists of (a) a very broad absorption feature (created in the chromosphere) (b) an emission feature (created in the cool extended envelope) (c) a narrow absorption feature (created in the cool extended envelope).

3.1. Study of the Hα line

We applied the proposed model in order to reproduce these complex profiles. We tried to fit the observed profiles by applying all the classical distribution functions (Gauss, Lorentz, Voigt, Rotation).

We concluded that the best fit is accomplished when we fit: (a) the very broad absorption component with Rotation distribution (the broad absorption line is composed by one to five components) (b) the emission component with Voigt distribution (in 7 of the 120 stars there exist two emission components) (c) the narrow absorption component with Gauss distribution.

The most important point is that the best fit is not a graphical composition of the distributions for each component, but it is the result of the final function of the model where the appropriate distribution function is applied in the place of the exponential.

In Fig. 1 we present the best fit of the Hα line profile in two of the 120 studied stars.

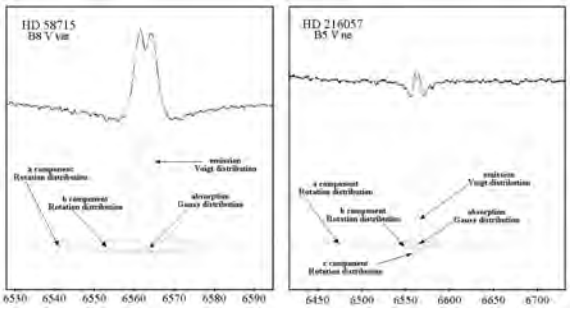


Figure 1: The best fit of the Hα line profile in two of the 120 studied stars. The thick line presents the observed spectral line profile and the thin one the model fit. The differences between the observed spectrum and its fit are hard to see, as we have accomplished the best fit.

4. Conclusions

In this paper we presented the study of the Hα line in 120 Be stars with the model proposed by Danezis et al. (2003, 2005). Here we give some of our conclusions:

(i) The proposed line function (Eq. **??**) is able to reproduce accurately the complex Hα profiles of all the 120 studied Be-type stars. This means that the regions where the Hα line is created are not continuous, but they consist of successive independent density regions. In the place of the exponential $e^{-L\xi}$, which gives the profile of each component, we apply the appropriate distribution function. The choice of the appropriate distribution function depends on the physical conditions of the regions which create the SACs.

(ii) The profiles of the studied Hα lines appear to be peculiar and complex, as they do not present only one spectral line, but a number of SACs, which are created in independent density regions. All the studied stars do not present the same number of independent density regions.

(iii) The density regions which create the SACs of the Hα line, lie in two different atmospherical regions: the chromosphere and the cool extended envelope. Chromospheric absorption regions: one to five successive, independent density regions. Each region creates one Satellite Absorption Component (SAC). Cool extended envelope: density regions which create the emission components and the narrow absorption components.

(iv) (a) The broad absorption components of the Hα line are created in one to five kinematically independent density regions which lie in the chromosphere. The rotational velocity of each density region is 5200 ± 1192 km s^{-1}, 990 ± 170 km s^{-1}, 536 ± 68 km s^{-1}, 352 ± 37 km s^{-1} and 152 ± 46 km s^{-1}. The five density regions do not appear in all the studied stars. The coresponding radial velocity of each density region is 15 ± 121 km s^{-1}, 7 ± 123 km s^{-1}, 19 ± 62 km s^{-1}, 15 ± 60 km s^{-1} and -2 ± 42 km s^{-1}.

(b) The emission components of the Hα line are created, mainly, in a density region which lies in the cool extended envelope. Its radial velocity has the value of 20 km s^{-1}. In 7 of the 120 studied stars there exist two emission components. The Full Width at Half Maximum (FWHM) of the main emission component fluctuates around the value of 7.1 Å. The FWHM of the second emission component (when it appears) fluctuates around the value of 2.0 Å.

(c) The narrow absorption components of the Hα line are created in a density region which lies in the cool extended envelope. Its radial velocity has the value of 0 km s^{-1}. The FWHM of the narrow absorption component fluctuates around the value of 2.0 Å.

Acknowledgements:

This research project is progressing at the University of Athens, Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, under the financial support of the Special Account for Research Grants, which we thank very much. This work also was supported by Ministry of Science and Environment Protection of Serbia, through the projects "Influence of collisional processes on astrophysical plasma line shapes" and "Astrophysical spectroscopy of extragalactic objects".

References

[1] Andrillat, Y. and Fehrenbach, Ch., Study of H-alpha profile in 72 Be stars, *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, 48, 93, 1982.

[2] Andrillat, Y., A second catalog of the profile of the H-alpha line in 55 Be stars, *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, 53, 319, 1983.

[3] Bohlin, R. C., Ultraviolet and Visual Spectra of Gamma Cassiopeiae, *Astrophysical Journal*, 162, 571, 1970.

[4] Dachs, J., Eichendorf, W., Schleicher, H., Schmidt-Kaler, Th., Stift, M. and Tüg, H., Photoelectric scanner measurements of Balmer emission line profiles for southern Be stars. II - A survey for variations, *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, 43, 427, 1981.

[5] Danezis, E., Nikolaidis, D., Lyratzi, V., Stathopoulou, M., Theodossiou, E., Kosionidis, A., Drakopoulos, C., Christou G. and Koutsouris, P., A new model for the structure of the DACs regions in the Oe and Be stellar atmospheres, *Astrophysics and Space Science*, 284, 1119, 2003.

[6] Danezis, E., Nikolaidis, D., Lyratzi, E., Popović, L. Č., Dimitrijević, M. S., Theodossiou, E. and. Antoniou, A., A new modeling approach for DACs and SACs regions in the atmospheres of hot emission stars, *Mem.S.A.It.*, 7, 107, 2005.

[7] Doazan, V., Etude d'etoiles Be : largeur des raies d'emission, *Astronomy and Astrophysics*, 8, 148, 1970.

[8] Gray, D. F. and Marlborough, J. M., Photoelectric Profile Measurements of Halpha and Hbeta in Be Stars, *Astrophysical Journal Supplement*, 27, 121, 1974.

[9] Hutchings, J. B., Expanding atmospheres in OB supergiants. IV, *Monthly Notices of the R.A.S.*, 147, 161, 1970a.

[10] Hutchings, J. B., Rotationally extended stellar envelopes : gamma Cas, *Monthly Notices of the R.A.S.*, 150, 55, 1970b.

[11] Hutchings, J. B., Auman, J. R., Gower, A. C. and Walker, G. A. H., Ultrarapid Activity at Halpha in the Spectra of Be Stars, *Astrophysical Journal*, 170L, 73, 1971.

[12] Marlborough, J. M., Models for the Envelopes of Be Stars, *Astrophysical Journal*, 156, 135, 1969.

[13] Poeckert, R. and Marlborough, J. M., The effects of electron scattering on Balmer emission lines in Be stars, *Astrophysical Journal*, 233, 259, 1979.

[14] Slettebak, A. and Reynolds, R. C., H alf variations in the spectra of the brighter, northern Be stars, *Astrophysical Journal Supplement*, 38, 205, 1978.

The complex structure of the Si IV $\lambda\lambda$ 1393.755, 1402.77 Å regions of 68 Be-type stars

E. Lyratzi [1], E. Danezis [1], A. Antoniou [1], D. Nikolaidis [1], L. Č. Popović [2], M. S. Dimitrijević [2],

[1]University of Athens, Faculty of Physics, Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, Panepistimioupoli, Zographou 157 84, Athens – Greece
[2]Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade, Serbia

ABSTRACT

DACs and SACs phenomena in Si IV resonance lines of 68 Be stars

In our study we apply the method proposed by Danezis et al. (2003) on the spectra of 68 Be stars, taken with I.U.E. and we examine the variations of the physical parameters, stated below, as a function of the spectral subtype.

We found that the absorption atmospherical regions where the Si IV resonance lines originated may be formed of one to five independent density layers of matter which rotate with different velocities, producing one to five Satellite Absorption Components (SACs or DACs). With the above method we calculate the values of the apparent rotational and radial velocities, as well as the optical depth of the independent regions of matter which produce the main and the satellites components of the studied spectral lines.

Key words: UV astronomy, hot emission stars, Si IV, DACs, SACs

1. Introduction

The ultraviolet resonance lines of Si IV ($\lambda\lambda$ 1393.755, 1402.77 Å) arise from the transition $3s^2S - 3p^2P^0$. This doublet is usually an intense feature in the spectra of early type stars and provides us with a useful tool for the study of the stellar atmosphere's structure. Thus, it has been studied by many researchers. The profile

of the resonance lines seem to depend on the spectral subtype and the luminosity class (Snow 1977), so it has been proposed that the doublet may be a significant tool for the spectral classification (Walborn & Nichols-Bohlin 1987, Prinja 1990). It has been observed that the lines present decreasing strength from the earliest to the latest spectral subtypes. Panek & Savage (1976) and Henize et al. (1976, 1981) observed that they disappear in the spectra of Be-type stars later than B3. However, according to Marlborough (1982), Marlborough & Peters (1982) and Slettebak (1994) the doublet may be observed in stars as cool as B8. Many researchers have studied the existence of Satellite Absorption Components (SACs or DACs), which accompany the Si IV resonance lines in the spectra of Be-type stars and which are of circumstellar or interstellar origin (Underhill 1975, Snow 1977, Lamers et al. 1982, Marlborough 1977, 1982, Snow et al. 1979, Hubeny et al. 1986, Danezis 1984, 1987, Sahade et al. 1984, Sahade & Brandi 1985, Hutsemékers 1985, Sapar & Sapar 1992).

In this paper we apply the model proposed by Danezis et al. (2003) in order to investigate the presence of SACs or DACs in Si IV resonance lines' regions in Be-type stars and their kinematical characteristics.

2. Application of the model to the Si IV resonance lines $\lambda\lambda$ 1393.755, 1402.77 Å of 68 Be stars

The data we used are the Si IV resonance lines of 68 Be stars taken from the IUE Archive Search database (http://archive.stsci.edu/cgi-bin/iue). The stellar spectra were observed with IUE satellite using the Short Wavelength range Prime camera (SWP) at high resolution (0.1 to 0.3 Å).

We applied the model proposed by Danezis et al. (2003) to the Si IV resonance lines ($\lambda\lambda$ 1393.755, 1402.77 Å) in the spectra of 68 Be stars of all the spectral subtypes and luminosity classes.

Our first step is to identify the spectral lines in the studied wavelength range, in order to find out which lines may be blended with the Si IV doublet and, thus, may contribute to the observed features. The identification has been made by NIST Atomic Spectra Database (http://physics.nist.gov/cgi-bin/AtData/lines form), as well as the catalogues of Moore (1968) and Kelly (1979). In the studied spectral range, we identified some spectral lines, which are blended with those of Si IV. This means that the observed profiles consist of the Si IV resonance lines, as well as some blended lines. Thus, in order to accomplish the best fit, we should have in mind the existence of blends and the studied profiles should present some "badly fitted" features. Moreover, as we deal with resonance lines, we know that if one line of the doublet is well fitted, we should apply the same parameters to the other one, even if the fit is not so good. In this case the unfitted regions correspond to blends.

In Fig. 1 we present the best fit of the Si IV resonance lines in HD 200310, as an example. In Figs. 2 and 3 we present the rotational and radial velocities of the 5 density regions which create the SACs as a function of the spectral subtype,

respectively. In Fig. 4 we present the optical depth of the 5 SACs for each line of the doublet as a function of the spectral subtype.

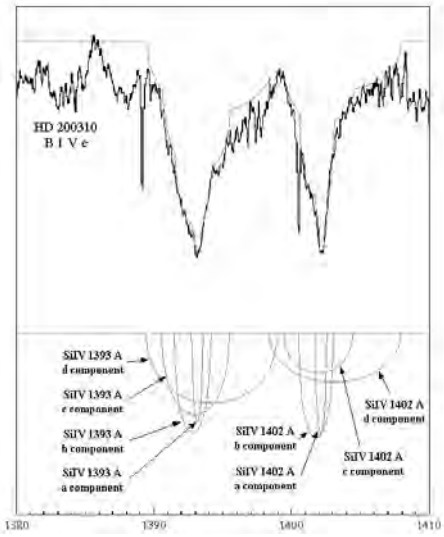


Figure 1: The Si IV resonance line profiles fitted with the proposed model for HD 200310. The thick line present the observed profiles, and the thin line the best fit. The SACs, which compose the observed profile are presented below.

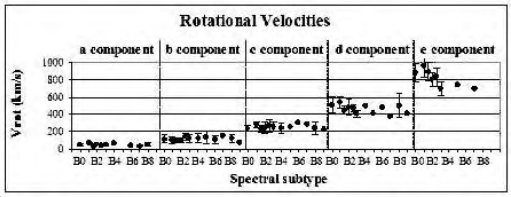


Figure 2: Mean values for each spectral subtype of the rotational velocities of all the SACs as a function of the spectral subtype.

3. Conclusions

We applied the method developed in Danezis et al. (2003) on the Si IV resonance lines of 68 Be stars in order to investigate the kinematical properties of the Si IV resonance lines forming regions. We obtained the rotational and radial velocities which allow us

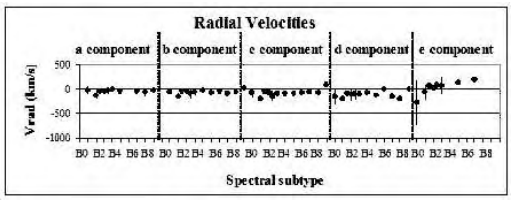


Figure 3: Mean values for each spectral subtype of the radial velocities of all the SACs as a function of the spectral subtype.

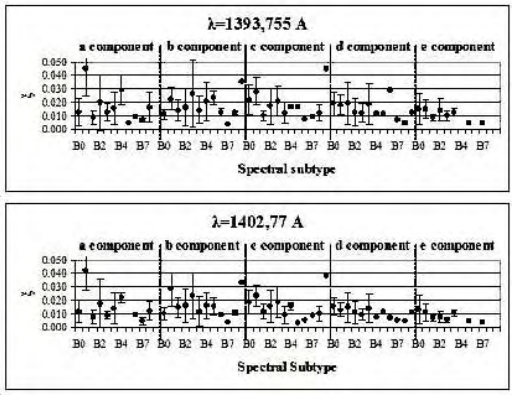


Figure 4: Mean values of the optical depth ξ in the center of the line for all kinematically separated components of each resonance line, as a function of the spectral subtype.

to extract some general physical properties for the Si IV regions of Be stars. Some interesting results inferred from the investigations are the following:

(i) The proposed line function by Danezis et al. (2003) is able to reproduce accurately the complex profiles of the Si IV resonance lines of all the 68 studied Be-type stars. This means that the regions where the Si IV resonance lines are created are not continuous, but they consist of successive independent density regions.

(ii) The absorption atmospherical region where the Si IV resonance lines are created presents a complex structure. It tends to be composed by more than one kinematically independent regions. We found that the kinematically independent regions rotate with different velocities: 40±16 km s^{-1}, 114±38 km s^{-1}, 251±52 km s^{-1}, 469±82 km s^{-1} and 828±119 km s^{-1}. The respective radial velocities are -38±60 km s^{-1}, -53±70 km s^{-1}, -87±89 km s^{-1}, -116±103 km s^{-1} and

$+25\pm145$ km s^{-1}. The rotational velocities of the found independent regions present a uniform fluctuation with the spectral subtype.

(iii) The profiles of the studied Si IV resonance lines appear to be peculiar and complex, as they do not present only one spectral line, but a number of SACs, which are created in independent density regions. This means that the existence of SACs is a general phenomenon in the spectra of Be-type stars. Howevere, all the studied stars do not present the same number of independent density regions.

(iv) The strength of the Si IV resonance lines decreases towards the latest spectral subtypes of the Be-type stars.

(v) We did not detect any emission lines in the studied stellar spectra.

Acknowledgements:

This research project is progressing at the University of Athens, Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, under the financial support of the Special Account for Research Grants, which we thank very much. This work also was supported by Ministry of Science and Environment Protection of Serbia, through the projects "Influence of collisional processes on astrophysical plasma line shapes" and "Astrophysical spectroscopy of extragalactic objects".

References

[1] Danezis, E., The nature of Be stars, *PhD Thesis, University of Athens*, 1984.

[2] Danezis, E., The Far UV Spectrum of Binary System AX MON, *Proc. IAU Colloq. 92, Physics of Be Stars, ed. A. Slettebak and T. P. Snow (Cambridge University Press)*, 445, 1987.

[3] Danezis, E., Nikolaidis, D., Lyratzi, V., Stathopoulou, M., Theodossiou, E., Kosionidis, A., Drakopoulos, C., Christou G. and Koutsouris, P., A new model for the structure of the DACs regions in the Oe and Be stellar atmospheres, *Astrophysics and Space Science*, 284, 1119, 2003.

[4] Henize, K.G., Wray, J.D., Parsons, S.B. and Benedict, G.F., Ultraviolet Si IV/C IV Ratios for Be Stars, *Proc. IAU Symp. 70, Be and Shell Stars, ed. A. Slettebak (Dordrecht: Reidel)*, 191, 1976.

[5] Henize, K. G., Wray, J. D. and Parsons, S. B., A classification system for O-B2 stars based on the SI IV and C IV resonance lines, *Astronomical Journal*, 86, 1658, 1981.

[6] Hubeny, I., Harmanec, P. and Stefl, S., How strong is the evidence of superionization and large mass outflows in B/Be stars? II - The C IV and SI IV lines in the UV spectra of V 767 Cen, omicron And, Theta CrB, Lambda Eri, and 59 CYG, *Astronomical Institutes of Czechoslovakia, Bulletin*, 37, 370, 1986.

[7] Hutsemékers, D., The ultraviolet spectrum of the Be star HD 50138, *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, 60, 373, 1985.

[8] Kelly, R. L., Atomic emission lines in the near ultraviolet, *NASA, TM 80268*, 1979.

[9] Lamers, H. J. G. L. M., Gathier, R. and Snow, T. P., Narrow components in the profiles of ultraviolet resonance lines - Evidence for a two-component stellar wind for O and B stars, *Astrophysical Journal*, 258L, 186, 1982.

[10] Lyratzi, E. and Danezis, E., SACs and DACs phenomena in the atmospheres of hot emission stars, *AIP Conference Proceedings 740, The Physics of Ionized Gases: 22nd Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, Bajina Bašta, 23-27 August 2004, eds. Lj. Hadzijevski, T. Grozdanov, N. Bibić*, 458, 2004.

[11] Marlborough, J. M., Ultraviolet observations of Be stars. I - Macroscopic radial motions in the atmospheres of early Be stars, *Astrophysical Journal*, 216, 446, 1977.

[12] Marlborough, J. M., Ultraviolet observations, stellar winds, and mass loss for Be stars, *Proc. IAU Symp. 98, Be stars, eds. M. Jaschek and H. G. Groth (Dordrecht: Reidel)*, 361, 1982.

[13] Marlborough, J. M. and Peters, G. J., Variation of anomalous stages of ionization with spectral type for Be stars, *Proc. IAU Symp. 98, Be stars, eds. M. Jaschek and H. G. Groth (Dordrecht: Reidel)*, 387, 1982.

[14] Moore, Ch., Bibliography on the analyses of optical atomic spectra, *National Bureau of Standards Special Publication, Washington: US Government Printing Office (USGPO)*, 1968.

[15] Panek, R. J. and Savage, B. D., Ultraviolet photometry from the Orbiting Astronomical Observatory. XXIII - The resonance lines of triply ionized carbon and silicon in the spectra of hot stars, *Astrophysical Journal*, 206, 167, 1976.

[16] Prinja, R. K., Photospheric Absorption Lines in the Ultraviolet Spectra of O-Stars and B-Stars, *Monthly Notices of the R.A.S.*, 246, 392, 1990.

[17] Sahade, J., Brandi, E. and Fontela, J. M., IUE low dispersion observations of symbiotic objects, *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, 56, 17, 1984.

[18] Sahade, J. and Brandi, E., The IUE spectrum of AX Monocerotis, *Rev. Mex. Astron. Astrofis.*, 10, 229, 1985.

[19] Sapar, L. and Sapar, A., The IUE ultraviolet spectrum of Eta CMa, *Baltic Astronomy*, 1, 37, 1992.

[20] Slettebak, A., Ultraviolet spectral classification and stellar winds in a sample of Be and standard stars, *Astrophysical Journal Supplement*, 94, 163, 1994.

[21] Snow, T. P., Long-term changes in ultraviolet P Cygni profiles observed with Copernicus, *Astrophysical Journal*, 217, 760, 1977.

[22] Snow, T. P., Mathieu, R. D. and Peters, G. J. , A survey of ultraviolet circumstellar absorption lines in the spectra of early Be and shell stars, *Astrophysical Journal Supplement*, 39, 359, 1979.

[23] Underhill, A. B., Circumstellar lines in the spectrum of Eta Canis Majoris, *Astrophysical Journal*, 199, 691, 1975.

[24] Walborn, N. R. and Nichols-Bohlin, J., Ultraviolet spectral morphology of the O stars. IV - The OB supergiant sequence, *Astronomical Society of the Pacific, Publications*, 99, 40, 1987.

Hyper ionisation phenomena in the C IV region in 20 Oe stars

A. ANTONIOU[1], **E. Danezis** [1], **E. Lyratzi** [1], **D. Nikolaidis** [1], **L. Č. Popović** [2], **M. S. Dimitrijević** [2], **E. Theodossiou** [1],

[1]University of Athens, Faculty of Physics, Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, Panepistimioupoli, Zographou 157 84, Athens – Greece
[2]Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade, Serbia

ABSTRACT

Spectral lines of Oe and Be stars present DACs or SACs

In this paper we study the C IV line profiles of a sample of 20 Oe stars (from O4 to O7 spectral subtype). Using the model given by Danezis et al. (2003, 2005a,b) we found that the line shapes are very complex and that they can be fitted by a multi-component C IV region. In the sample the region may be divided into two to five subregions which show different kinematical and physical parameters. We give the kinematical parameters of subregions where the C IV resonance lines ($\lambda\lambda$ 1548.155, 1550.774 Å) are formed.

Key words: Oe stars, DACs, SACs, rotational velocity, Gaussian contribution, random velocities.

1. Introduction

As it is already known, some of the spectral lines of many Oe and Be stars present Discrete Absorption Components (DACs) which, due to their profiles' width, as well as the values of the radial velocities, create a complicated profile of the main spectral lines (Bates & Halliwell, 1986). The DACs are not unknown absorption spectral lines, but spectral lines of the same ion and the same wavelength as a main spectral line, shifted at different $\Delta\lambda$, as they are created at different density regions which rotate and move radially with different velocity (Danezis et al. 2003a). However, if the

regions that give rise to such lines rotate with large velocities and move radially with small velocities, the produced lines have large widths and small shifts. As a result they are blended among themselves as well as with the main spectral line and thus they are not discrete. In such a case the name Discrete Absorption Component is inappropriate and we use only the name Satellite Absorption Components (SACs).

In this paper, using the method that Danezis et al. (2003, 2005a,b) and Nikolaidis et al. (2006) proposed, and using I.U.E - spectra we detect the presence of this phenomenon (DACs or SACs) in the C IV resonance lines of 20 Oe stars of different spectral subtypes. We calculate, for each component, the variations of the mean values of the apparent rotational velocities, the Gaussian contribution to the line broadening, and the ions' random velocities as a function of the spectral subtype.

2. The Gaussian - Rotational model (GR-model)

With the proposed model (Danezis et al. 2003, 2005a,b, Nikolaidis et al. 2006) we can calculate many parameters of the regions that construct spectral lines which present DACs or SACs, as the apparent rotational and radial velocities, the Gaussian deviation of the ions' random motions, the random velocities of these motions, as well as the optical depth, the Full Width at Half Maximum (FWHM) and the absorbed or emitted energy of the independent regions of matter which produce the main and the discrete or satellite components (DACs, SACs) of the studied spectral lines.

3. The variation of the physical parameters in the C IV region in 20 Oe stars as a function of the spectral subtype

This study is based on the analysis of 20 Oe stellar spectra taken with the IUE - satellite (IUE Database http://archive.stsci.edu/iue) and we examine the complex structure of the C IV resonance lines ($\lambda\lambda$ 1548.155, 1550.774 Å). Our sample includes the subtypes O4 (one star), O6 (four stars), O7 (five stars) O8 (three stars) and O9 (seven stars). In our sample we detect that the C IV spectral lines consists of two components in 9 stars, three in 7 stars, four in 3 stars and five in 1 star.

In Fig. 1 we present the C IV resonance lines' best fit of one of the studied stars (HD 93521), using the proposed model. The graph bellow the fit indicates the 5 satellite components which construct the complex structure of the line above. The thick line presents the observed spectral line profiles and the thin one the best fits. The differences between the observed spectrum and its fit are some times hard to see, as we have accomplished the best fit.

In Fig. 2, we present the C IV doublet of the O9 star HD 209975, and its best fit. The best fit has been obtained with 2 SACs. The graph below the profile indicates the difference between the fit and the real spectral line.

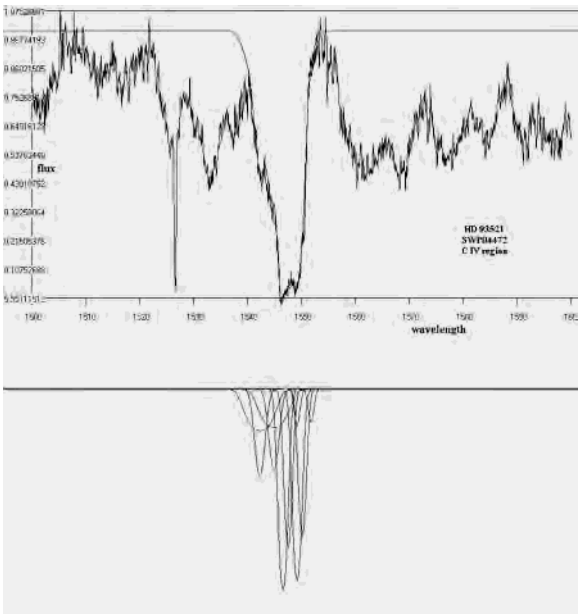


Figure 1: The C IV $\lambda\lambda$ 1548.155, 1550.774 Å resonance lines in the spectrum SWP 04478 of HD 93521. Each of C IV spectral lines consists of 5 SACs.The graph bellow the fit indicates the 5 satellite components which construct the complex structure of the line above.

3.1. The Rotational Velocities

In Fig. 3 we present the variation of the mean values for each component and of each spectral subtype of the apparent rotational velocities for the C IV independent density regions of matter, which create the 2, 3, 4 or 5 satellite components in each of the $\lambda\lambda$ 1548.155, 1550.774 Å C IV resonance lines, as a function of the spectral subtype.

3.2. The Gaussian contribution to the line broadening

Fig. 4 shows the variation of the mean values of the Gaussian percentage contribution to the line broadening for the C IV satellite components in each of the $\lambda\lambda$ 1548.155, 1550.774 Å C IV resonance lines, as a function of the spectral subtype.

3.3. The random velocities of the ions

In Fig. 5 we see the variation of the mean values of the random velocities of the ions for the C IV independent density regions of matter, which create the 2, 3, 4 or 5

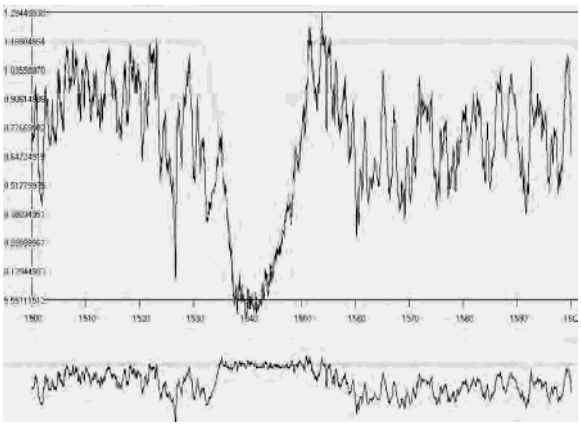


Figure 2: The C IV $\lambda\lambda$ 1548.155, 1550.774 Å resonance lines in the spectrum SWP 24188 of HD 209975. Each of C IV spectral lines consists of two SACs.

satellite components in each of the $\lambda\lambda$ 1548.155, 1550.774 Å C IV resonance lines, as a function of the spectral subtype.

4. Conclusions

Using the model given by Danezis et al.(2003, 2005a,b), here we investigated the line shapes of high-ionized C IV regions with aim to investigate hyper-ionization phenomena in the region. We found that high-ionized lines of C IV are formed in several subregions. Here we give some of our conclusions:

Rotational velocities: From the diagram in Fig. 2 we can conclude that the first component in all stars present the highest mean values of the rotational velocity. These values are about 1400 - 1600 km s^{-1} for the spectral subtypes O4, O7 and O8 and about 1000 km s^{-1} for the O9 stars. For the rest components we see the same phenomenon with lower rotational velocity values.

Gaussian contribution: In Fig. 3 we can conclude to the reverse situation of the diagram in Fig. 2.

Random velocities: The random velocities present almost the same behavior as the rotational velocities.

Acknowledgements:

This research project is progressing at the University of Athens, Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, under the financial support of the Special Account for Research Grants, which we thank very much. This work also was supported by Ministry of Science and Environment Protection of Serbia, through the projects “Influence of collisional processes on astrophysical plasma line shapes” and

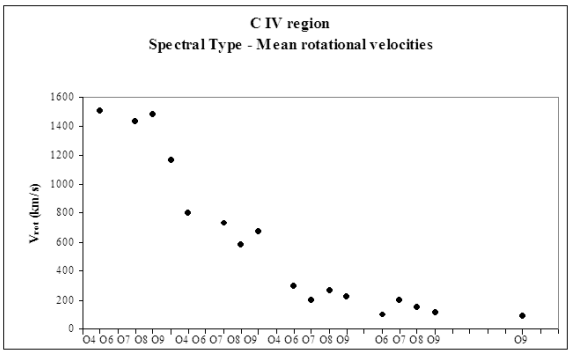


Figure 3: Variation of the rotational velocities' mean values of the C IV resonance lines ($\lambda\lambda$ 1548.155, 1550.774 Å) for the independent density regions of matter which create the 2, 3, 4 and 5 SACs as a function of the spectral subtype.

"Astrophysical spectroscopy of extragalactic objects".

References

[1] Bates, B and Halliwell, D. R., Discrete absorption components in spectra of mass-losing stars - an analytical model for the trajectories of gas parcels and streams, *MNRAS*, 223,673,1986.

[2] Danezis, E., Nikolaidis, D., Lyratzi, V., Stathopoulou M., Theodossiou, E.,. Kosionidis, A., Drakopoulos, C.,. Christou, G. and. Koutsouris, A., Discontinuous structrures in early type stars' atmospheres, *A&SS*, 284, 1119, 2003

[3] Danezis, E., Nikolaidis, D., Lyratzi, E., Popović, L. Č., Dimitrijević, M. S., Theodossiou, E. and. Antoniou, A., On modeling SACs regions in early type atmospheres, *Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade*, 76, 179, 2005a

[4] Danezis, E., Nikolaidis, D., Lyratzi, E., Popović, L. Č., Dimitrijević, M. S., Theodossiou, E. and. Antoniou, A., A new modeling approach for DACs and SACs regions in the atmospheres of hot emission stars, *Mem.S.A.It.*, 7,107, 2005b.

[5] Nikolaidis, D., Danezis, E., Lyratzi, E., Popović, L. Č., Dimitrijević, M. S, Antoniou, A. & Theodossiou, E., A New Approach for DACs and SACs Phenomena in the Atmospheres of Hot Emission Stars, *Proceedings of XXVI IAU General Assembly, to be published*, 2006.

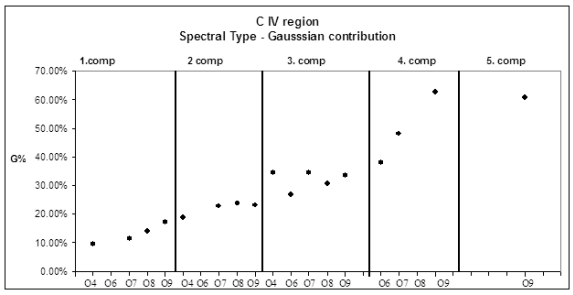


Figure 4: Variation of the mean Gaussian contribution to the line broadening of the C IV resonance lines ($\lambda\lambda$ 1548.155, 1550.774 Å) for the independent density regions of matter which create the 2, 3, 4 and 5 SACs as a function of the spectral subtype.

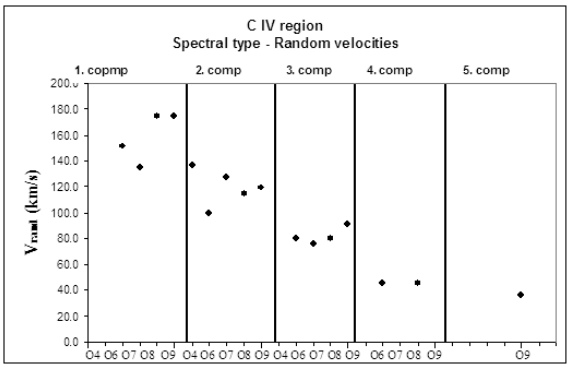


Figure 5: Variation of the mean random velocities of the ions of the C IV resonance lines ($\lambda\lambda$ 1548.155, 1550.774 Å) for the independent density regions of matter which create the 2, 3, 4 and 5 SACs as a function of the spectral subtype.

Hyper ionisation phenomena in the N IV region in 20 Oe stars

A. Antoniou [1], E. Danezis [1], E. Lyratzi [1], D. Nikolaidis [1], L. Č. Popović [2], M. S. Dimitrijević [2], E. Theodossiou [1],

[1]University of Athens, Faculty of Physics, Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, Panepistimioupoli, Zographou 157 84, Athens – Greece
[2]Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade, Serbia

ABSTRACT

Spectral lines of Oe and Be stars present DACs or SACs

In this paper we study the N IV line (λ 1718.8 Å) of a sample of 20 Oe stars (from O4 to O7 spectral subtype). We did a multicomponent decomposition of the N IV line and N V (1238.81 A, 1242.804 A) resonance lines using the model given by Danezis et al. (2003, 2005a,b). We give the kinematical parameters of subregions where the high-ionized N IV line is formed.

Key words: Oe stars, N IV, DACs, SACs, Gaussian contribution, random velocities, FWHM.

1. Introduction

As it is already known, some of the spectral lines of many Oe and Be stars present Discrete Absorption Components (DACs) which, due to their profiles' width, as well as the values of the radial velocities, create a complicated profile of the main spectral lines (Bates & Halliwell (1986)). The DACs are not unknown absorption spectral lines, but spectral lines of the same ion and the same wavelength as a main spectral line, shifted at different $\Delta\lambda$, as they are created at different density regions which rotate and move radially with different velocity (Danezis et al. (2003a)). However, if the regions that give rise to such lines rotate with large velocities and move radially with small velocities, the produced lines have large widths and small shifts. As a

result they are blended among themselves as well as with the main spectral line and thus they are not discrete. In such a case the name Discrete Absorption Component is inappropriate and we use only the name Satellite Absorption Components (SACs).

In this paper, using the method that Danezis et al.(2003, 2005a,b) and Nikolaidis et al. (2006) proposed, and using I.U.E - spectra we detect the presence of this phenomenon (DACs or SACs) in the N IV spectral lines of 20 Oe stars of different spectral subtypes.We calculate, for each component, the variations of the mean values of the Gaussian contribution to the line broadening, the ions' random velocities, the Full Width at Half Maximum (FWHM)and the absorbed energy as a function of the spectral subtype.

2. The Gaussian - Rotational model (GR-model)

With the proposed model (Danezis et al. 2003, 2005a,b, Nikolaidis et al. 2006) we can calculate many parameters of the regions that construct spectral lines which present DACs or SACs, as the apparent rotational and radial velocities, the Gaussian deviation of the ions' random motions, the random velocities of these motions, as well as the optical depth, the Full Width at Half Maximum (FWHM) and the absorbed or emitted energy of the independent regions of matter which produce the main and the discrete or satellite components (DACs, SACs) of the studied spectral lines.

3. The variation of the physical parameters in the N IV region in 20 Oe stars as a function of the spectral subtype

This study is based on the analysis of 20 Oe stellar spectra taken with the IUE - satellite (IUE Database http://archive.stsci.edu/iue) and we examine the complex structure of the N IV spectral lines (λ 1718.8 Å). Our sample includes the subtypes O4 (one star), O6 (four stars), O7 (five stars) O8 (three stars) and O9 (seven stars). In our sample we detect that the N IV spectral lines consists of two components in 17 stars and of one component in 3 stars.

In Fig. 1, we present the N IV spectral line of the O4 star HD 24534, and its best fit. The best fit has been obtained with 2 SACs. The graph below the profile indicates the difference between the fit and the real spectral line.

3.1. The Gaussian standard deviation

In Fig. 2 we present the variation of the mean values for each component and of each spectral subtype of the Gaussian standard deviation for the N IV independent density regions of matter, which create the 1 or 2 satellite components in the λ 1718.8 Å N IV spectral line, as a function of the spectral subtype. It is already known that the Gaussian standard deviation is a parameter which contributes to the line broadening.

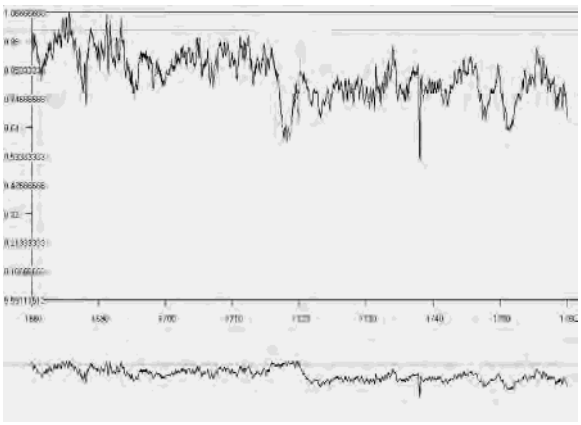


Figure 1: The N IV λ 1718.8 Å spectral line in the spectrum SWP 02082 of HD 24534. The N IV spectral line consists of two SACs.

3.2. The random velocities of the ions

In Fig. 3 we see the variation of the mean values of the random velocities of the ions for the N IV independent density regions of matter, which create the 1 or 2 satellite components in the λ 1718.8 Å N IV spectral line, as a function of the spectral subtype.

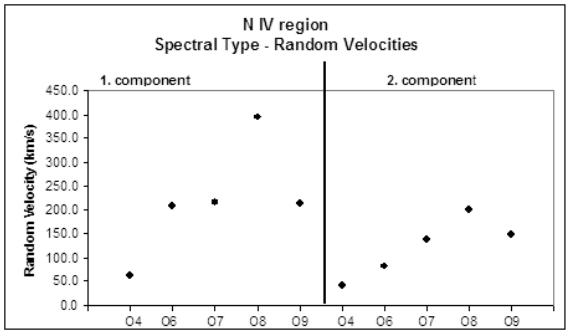


Figure 3: Variation of the mean random velocities of the ions of the N IV spectral line (λ 1718.8 Å) for the independent density regions of matter which create the 1 or 2 SACs as a function of the spectral subtype.

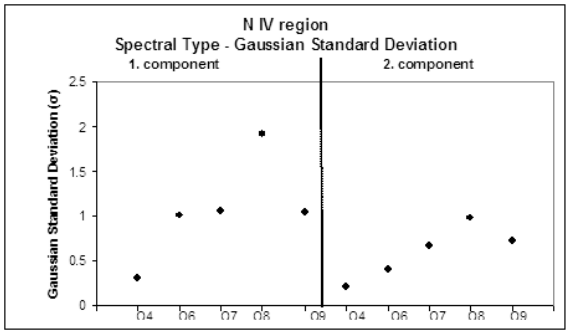


Figure 2: Variation of the Gaussian standard deviation of the N IV spectral line (λ 1718.8 A) for the independent density regions of matter which create the 1 or 2 SACs as a function of the spectral subtype.

3.3. Full Width at Half Maximum (FWHM)

Fig. 4 indicates the variation of the mean value of the Full Width at Half Maximum (FWHM) for the N IV independent density regions of matter, which create the 1 or 2 satellite components in all the stars of our sample, as a function of the spectral subtype.

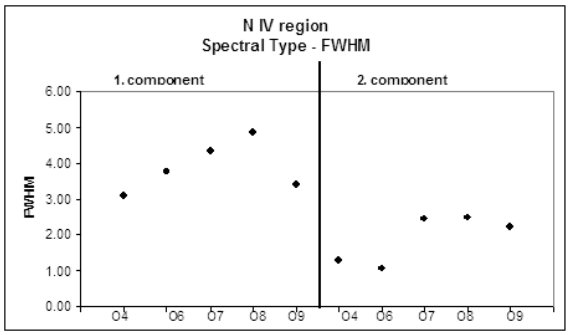


Figure 4: Variation of the mean value of the Full Width at Half Maximum (FWHM) of the N IV spectral line (λ 1718.8 Å)for the independent density regions of matter which create the 1 or 2 SACs as a function of the spectral subtype.

3.4. The absorbed energy

In Fig. 5 we present the variations of the absorbed energy (Ea) in eV, of the λ 1718.8 Å N IV spectral line for all the independent density regions of matter which create

the 1 or 2 satellite components in all the stars of our sample as a function of the spectral subtype.

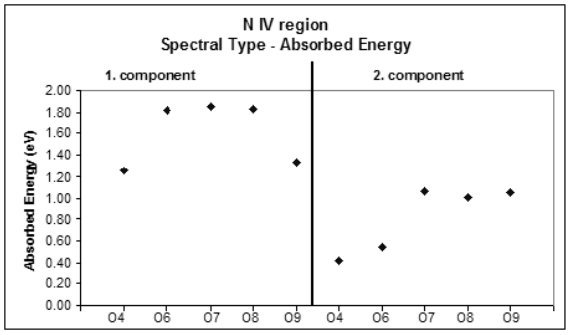


Figure 5: Variation of the absorbed energy (Ea) in eV of the N IV spectral line λ 1718.8 Å for the independent density regions of matter which create the 1 or 2 satellite components as a function of the spectral subtype.

4. Conclusions

Using the model given by Danezis et al.(2003, 2005a,b), here we investigated the line shapes of high-ionized N IV regions with aim to investigate hyper-ionization phenomena in the region. We found that high-ionized lines of N IV are formed in several subregions. Here we give some of our conclusions:

Gaussian standard deviation: From the diagram in Fig. 2 we can conclude that the first component in all stars present higher mean values of the Gaussian standard deviation than the second one. This means that the first component contributes more to the line broadening. We also point out that for each component the variation as a function of the spectral subtype is the same.

Random velocities: The random velocities (Fig. 3) present the same image with the respective image of the Gaussian standard deviation (Fig.2).

Full Width at Half Maximum (FWHM): The Full Width at Half Maximum (FWHM) (Fig. 4) presents also the same image with the respective image of the random velocities (Fig. 3) and the Gaussian standard deviation (Fig. 2).

Absorbed energy: The variation of the absorbed energy (Fig. 5) presents a decreasing trend from the first to the second component.

Acknowledgements:

This research project is progressing at the University of Athens, Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, under the financial support of the Special

Account for Research Grants, which we thank very much. This work also was supported by Ministry of Science and Environment Protection of Serbia, through the projects "Influence of collisional processes on astrophysical plasma line shapes" and "Astrophysical spectroscopy of extragalactic objects".

References

[1] Bates, B and Halliwell, D. R., Discrete absorption components in spectra of mass-losing stars - an analytical model for the trajectories of gas parcels and streams, *MNRAS*, 223,673,1986.

[2] Danezis, E., Nikolaidis, D., Lyratzi, V., Stathopoulou M., Theodossiou, E.,. Kosionidis, A., Drakopoulos, C.,. Christou, G. and. Koutsouris, A., Discontinuous structrures in early type stars' atmospheres, *A&SS*, 284, 1119, 2003

[3] Danezis, E., Nikolaidis, D., Lyratzi, E., Popović, L. Č., Dimitrijević, M. S., Theodossiou, E. and. Antoniou, A., On modeling SACs regions in early type atmospheres, *Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade*, 76, 179, 2005a

[4] Danezis, E., Nikolaidis, D., Lyratzi, E., Popović, L. Č., Dimitrijević, M. S., Theodossiou, E. and. Antoniou, A., A new modeling approach for DACs and SACs regions in the atmospheres of hot emission stars, *Mem.S.A.It.*, 7,107, 2005b.

[5] Nikolaidis, D.,. Danezis, E, Lyratzi, E., Popović, L. Č., Dimitrijević, M. S, Antoniou, A. & Theodossiou, E., A New Approach for DACs and SACs Phenomena in the Atmospheres of Hot Emission Stars, *Proceedings of XXVI IAU General Assembly, to be published*,2006.

Hyper ionisation phenomena in the N V region in 20 Oe stars

A. ANTONIOU[1], E. Danezis [1], E. Lyratzi [1], D. Nikolaidis [1], L. Č. Popović [2], M. S. Dimitrijević [2], E. Theodossiou [1],

[1]University of Athens, Faculty of Physics, Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, Panepistimioupoli, Zographou 157 84, Athens – Greece
[2]Astronomical Observatory, Volgina 7, 11160 Belgrade, Serbia

ABSTRACT

Spectral lines of Oe and Be stars present DACs or SACs

In this paper we study the N V line profiles of a sample of 20 Oe stars (from O4 to O7 spectral subtype). Using the model given by Danezis et al. (2003, 2005a,b) we found that the line shapes are very complex and that they can be fitted by a multi-component N V region. In the sample the region may be divided into two to five subregions which show different kinematical and physical parameters. We give the kinematical parameters of subregions where the N V resonance lines ($\lambda\lambda$ 1238.81, 1242.804 Å) are formed.

Key words: Oe stars, N V, DACs, SACs, rotational velocity, Gaussian contribution, random velocities.

1. Introduction

As it is already known, some of the spectral lines of many Oe and Be stars present Discrete Absorption Components (DACs) which, due to their profiles' width, as well as the values of the radial velocities, create a complicated profile of the main spectral lines (Bates & Halliwell, 1986). The DACs are not unknown absorption spectral lines, but spectral lines of the same ion and the same wavelength as a main spectral line, shifted at different $\Delta\lambda$, as they are created at different density regions which rotate and move radially with different velocity (Danezis et al. 2003a). However, if the

regions that give rise to such lines rotate with large velocities and move radially with small velocities, the produced lines have large widths and small shifts. As a result they are blended among themselves as well as with the main spectral line and thus they are not discrete. In such a case the name Discrete Absorption Component is inappropriate and we use only the name Satellite Absorption Components (SACs).

In this paper, using the method that Danezis et al. (2003, 2005a,b) and Nikolaidis et al. (2006) proposed, and using I.U.E - spectra we detect the presence of this phenomenon (DACs or SACs) in the N V resonance lines of 20 Oe stars of different spectral subtypes. We calculate, for each component, the variations of the mean values of the apparent rotational velocities, the Gaussian contribution to the line broadening, and the ions' random velocities as a function of the spectral subtype.

2. The Gaussian - Rotational model (GR-model)

With the proposed model (Danezis et al. 2003, 2005a,b, Nikolaidis et al. 2006) we can calculate many parameters of the regions that construct spectral lines which present DACs or SACs, as the apparent rotational and radial velocities, the Gaussian deviation of the ions' random motions, the random velocities of these motions, as well as the optical depth, the Full Width at Half Maximum (FWHM) and the absorbed or emitted energy of the independent regions of matter which produce the main and the discrete or satellite components (DACs, SACs) of the studied spectral lines.

3. The variation of the physical parameters in the N V region in 20 Oe stars as a function of the spectral subtype

This study is based on the analysis of 20 Oe stellar spectra taken with the IUE - satellite (IUE Database http://archive.stsci.edu/iue) and we examine the complex structure of the N V resonance lines ($\lambda\lambda$ 1238.821, 1242.804 Å). Our sample includes the subtypes O4 (one star), O6 (four stars), O7 (five stars) O8 (three stars) and O9 (seven stars). In our sample we detect that the N V spectral lines consists of one component in 2 stars, two components in 7 stars, three in 9 stars and four in 2 star. In Fig. 1 we present the $\lambda\lambda$ 1238.821, 1242.804 Å N V resonance lines' best fit of one of the studied stars (HD 34656), using the proposed model. The graph bellow the fit indicates the 3 absorption satellite components and one emission which construct the complex structure of the line above. The thick line presents the observed spectral line profiles and the thin one the best fit. The differences between the observed spectrum and its fit are some times hard to see, as we have accomplished the best fit.
In Fig. 2, we present the N V doublet of the O7 star HD 24912, and its best fit. The best fit has been obtained with 3 SACs. The graph below the profile indicates the difference between the fit and the real spectral line.

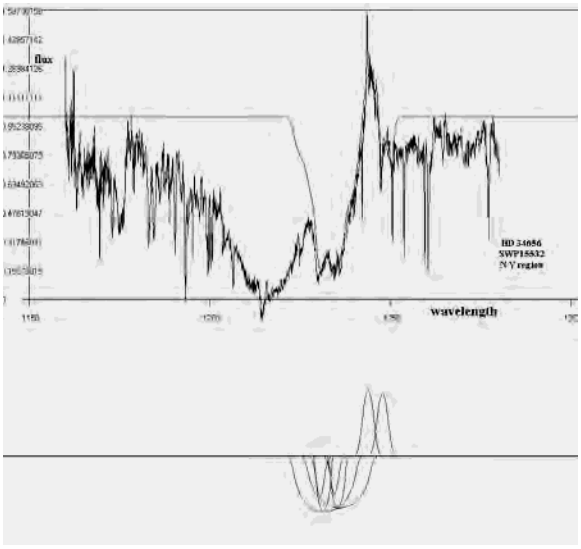


Figure 1: The N V $\lambda\lambda$ 1238.821, 1242.804 Å resonance lines in the spectrum SWP 15532 of HD 34656. Each of N V spectral lines consists of 3 SACs and one emission component.The graph bellow the fit indicates the components which construct the complex structure of the line above.

3.1. The Rotational Velocities

In Fig. 3 we present the variation of the mean values for each component and of each spectral subtype of the apparent rotational velocities for the N V independent density regions of matter, which create the 1, 2, 3 or 4 satellite components in each of the $\lambda\lambda$ 1238.821, 1242.804 Å N V resonance lines, as a function of the spectral subtype.

3.2. The Gaussian contribution to the line broadening

Fig. 4 shows the variation of the mean values of the Gaussian percentage contribution to the line broadening for the N V satellite components in each of the $\lambda\lambda$ 1238.821, 1242.804 Å N V resonance lines, as a function of the spectral subtype.

3.3. The random velocities of the ions

In Fig. 5 we see the variation of the mean values of the random velocities of the ions for the N V independent density regions of matter, which create the 1, 2, 3 or 4 satellite components in each of the $\lambda\lambda$ 1238.821, 1242.804 Å N V resonance lines, as a function of the spectral subtype.

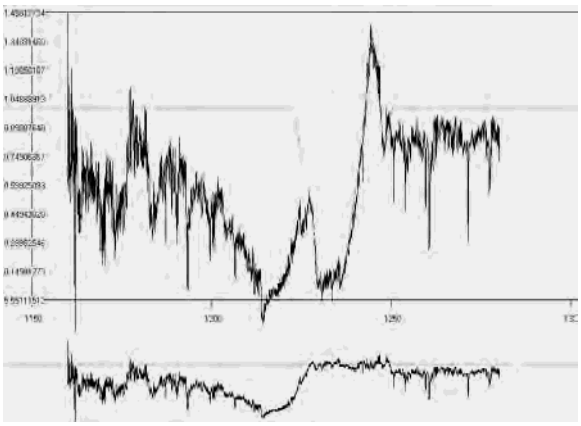


Figure 2: The N V $\lambda\lambda$ 1238.821, 1242.804 Å resonance lines the spectrum SWP18941 of HD 24912. Each of N V spectral lines consists of three SACs.

4. Conclusions

Using the model given by Danezis et al.(2003, 2005a,b), here we investigated the line shapes of high-ionized N V regions with aim to investigate hyper-ionization phenomena in the region. We found that high-ionized lines of N V are formed in several subregions. Here we give some of our conclusions:

Rotational velocities: From the diagram in Fig. 2 we can conclude that the first component in all stars presents the highest mean values of the rotational velocity. These values are about 2500 km s^{-1} for the spectral subtype O4, 1500 km s^{-1} for the spectral subtypes O6 and O7 and about 300 - 700 km s^{-1} for the subtypes O8 and O9 stars. For the rest components we see the same phenomenon with lower rotational velocity values. The values about 50 km s^{-1} for the second and third component and about 100 km s^{-1} for the fourth component correspond to the stars where the main reason for the line broadening is the random motions of the ions.

Gaussian contribution: In Fig. 3 we can conclude to the reverse situation of the diagram in Fig. 2. The Gaussian contribution values are about 70 -80 % in the first, second and third component and correspond to the stars where the main reason for the line broadening is the random motions of the ions.

Random velocities: The random velocities are almost constant (about 200 km s^{-1}) in each component. High values of random velocities (about 800 km s^{-1} in the first and 400 km s^{-1} in the second component) correspond to low rotational velocities.

Acknowledgements:

This research project is progressing at the University of Athens, Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, under the financial support of the Special Account for Research Grants, which we thank very much. This work also was sup-

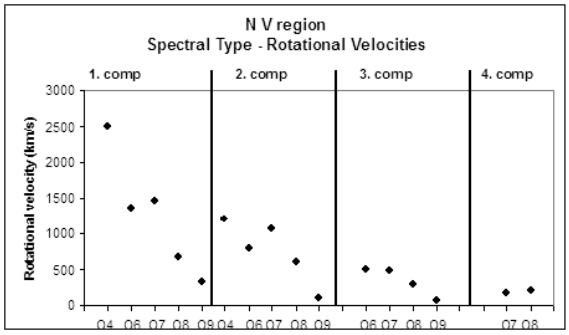


Figure 3: Variation of the rotational velocities' mean values of the N V resonance lines ($\lambda\lambda$ 1238.821, 1242.804 Å) for the independent density regions of matter which create the 1, 2, 3 and 4 SACs as a function of the spectral subtype.

ported by Ministry of Science and Environment Protection of Serbia, through the projects "Influence of collisional processes on astrophysical plasma line shapes" and "Astrophysical spectroscopy of extragalactic objects".

References

[1] Bates, B and Halliwell, D. R., Discrete absorption components in spectra of mass-losing stars - an analytical model for the trajectories of gas parcels and streams, *MNRAS*, 223,673,1986.

[2] Danezis, E., Nikolaidis, D., Lyratzi, V., Stathopoulou M., Theodossiou, E.,. Kosionidis, A., Drakopoulos, C.,. Christou, G. and. Koutsouris, A., Discontinuous structrures in early type stars' atmospheres, *A&SS*, 284, 1119, 2003

[3] Danezis, E., Nikolaidis, D., Lyratzi, E., Popović, L. Č., Dimitrijević, M. S., Theodossiou, E. and. Antoniou, A., On modeling SACs regions in early type atmospheres, *Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade*, 76, 179, 2005a

[4] Danezis, E., Nikolaidis, D., Lyratzi, E., Popović, L. Č., Dimitrijević, M. S., Theodossiou, E. and. Antoniou, A., A new modeling approach for DACs and SACs regions in the atmospheres of hot emission stars, *Mem.S.A.It.*, 7,107, 2005b.

[5] Nikolaidis, D., Danezis, E, Lyratzi, E., Popović, L. Č., Dimitrijević, M. S, Antoniou, A. & Theodossiou, E., A New Approach for DACs and SACs Phenomena in the Atmospheres of Hot Emission Stars, *Proceedings of XXVI IAU General Assembly, to be published*,2006.

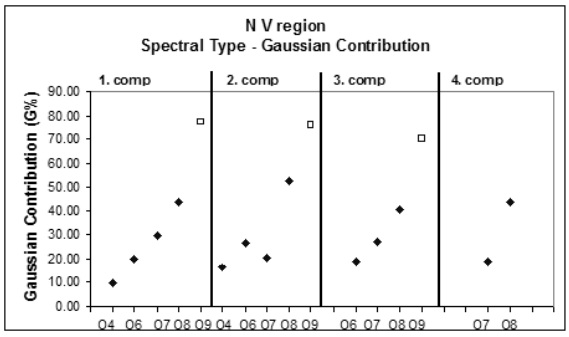


Figure 4: Variation of the mean Gaussian contribution to the line broadening of the N V resonance lines ($\lambda\lambda$ 1238.821, 1242.804 Å) for the independent density regions of matter which create the 1, 2, 3 and 4 SACs as a function of the spectral subtype.With □ we note the high values of the Gaussian contribution which correspond to the stars where the main reason for the line broadening is the random motions of the ions

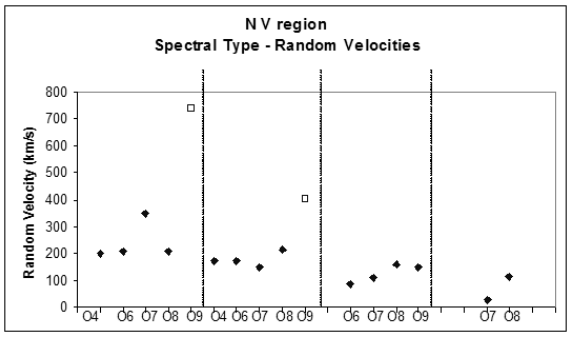


Figure 5: Variation of the mean random velocities of the ions of the N V resonance lines ($\lambda\lambda$ 1238.821, 1242.804 Å) for the independent density regions of matter which create the 1, 2, 3 and 4 SACs as a function of the spectral subtype. With □ we note the values of the random velocities which correspond to the stars where the main reason for the line broadening is the random motions of the ions