Библиотека СЕКРЕТАРА
Астрономског друштва
„Руђер Бошковић"



ВАСИОНА

ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИКУ

VI*

САДРЖАЈ ЗА ГОДИНЕ
XXIV (1976) ДО XXVII (1979)

Издање Астрономског друштва „Руђер Бошковић"
Београд

УРЕЂИВАЧКИ ОДБОР

1976. и 1977.

академик Татомир Анђелић, др Радован Данић, Бранислав Ђорђевић, Перо Ђурковић, Ненад Јанковић, Слободан Нинковић, Милан Мијић, др Божидар Поповић, мр Софија Сајаков, Александар Томић, Стеван Корда и инж. Александар Стојановић

Технички уредник 1977.

Александар Томић

ИЗДАВАЧКИ САВЕТ

1978. и 1979.

академик Татомир Анђелић, Ненад Јанковић, др Александар Кубичела, мр Јелена Милорадов-Турин, инж. Александар Поповић, мр Мирјана Потконјак, др Софија Сајаков, Александар Томић, Нинослав Чабрић и проф. др Бранислав Шеварлић

Председник

Ненад Јанковић

УРЕЂИВАЧКИ ОДБОР

1978. и 1979.

др Радован Данић (до броја 2 из 1979.), др Милан Димитријевић, Ненад Јанковић, др Александар Кубичела, мр Јелена Милорадов-Турин, инж. Александар Поповић, Александар Томић, Нинослав Чабрић и проф. др Бранислав Шеварлић

Помоћник уредника

Александар Томић

ГЛАВНИ ОДГОВОРНИ УРЕДНИК

1976 — 1979.

Мр Јелена Милорадов-Турин

Садржај приредио

Милан Јеличић

САДРЖАЈ

(Римски број означава годину издавања. Арапски бројеви означавају: годину, свеску и страну)

ЧЛАНЦИ

АНЂЕЛИЋ ТАТОМИР — академик — Поводом двадесетпетогодишњице „Васионе"; **XXVI**, 78, 2, 25

АНИЧИН др ИВАН — Еволуција материје у васиони; **XXV**, 77, 3—4, 73

БАЛАЖ др Б. — Спирална структура наше галаксије; I део **XXVI**, 78, 1, 4;

— II део **XXVI**, 78, 2, 31

ВИНЦЕ ИШТВАН — Једна графичка метода за одређивање азимута излаза и залаза Сунца; **XXV**, 77, 2, 66

— О Маундеровом минимуму; **XXVI**, 78, 3—4, 57

ВУКСАНОВИЋ БРАНКО — конгрес астронома аматера Југославије; **XXIV**, 76, 2—3, 55

ГРИГАР др ЈИРЖИ — Десет година двометарског телескопа опсерваторије Онцејов (Ondrejov); **XXVI**, 78, 1, 2

ГРУЈИЋ др П. — Црна рупа; **XXVI**, 78, 2, 27

ДИМИТРИЈЕВИЋ др МИЛАН — Радио—телескоп РАТАН-600; **XXVI**, 77, 2, 33

— Објекти типа BL Lacertae; **XXVI**, 78, 3—4, 63

— Бесмислена питања у космологији и релативистичкој астрофизици; **XXVII**, 79, 2, 40

— Миланковићеви погледи на Ајнштајново схватање брзине светлости; **XXVII**, 79, 4, 123

ЗАГАЈАЦ ЈОВАН — IAYC-77; **XXVI**, 78, 1, 16

ЈЕЛИЧИЋ МИЛАН — 350-годишњица рођења — Христијан Хајгенс; **XXVII**, 79, 3, 65

— Допринос наших научника развоју Миланковићеве теорије; **XXVII**, 79, 4, 125

МИЛОРАДОВ-ТУРИН мр ЈЕЛЕНА Викинзи на Марсу; **XXIV**, 76, 4, 81

— Нови члан Сунчевог система; **XXVI**, 78, 1, 1

МИЛОРАДОВ — ТУРИН мр ЈЕЛЕНА, НИНКОВИЋ СЛОБОДАН — Стари и нови епицикли; **XXV**, 77, 3—4, 82

МИХАЈЛОВ А. А., академик — Телескоп пречника шест метара; **XXV**, 77, 1, 1

МУЖИЈЕВИЋ МИЛИЦА — Миланковић као историчар и популаризатор науке; **XXVII**, 79, 4, 126

НИНКОВИЋ мр СЛОБОДАН — Планетоид Ерос; **XXIV**, 76, 1, 1

— Лакатни тражилац; **XXIV**, 76, 1, 26

— Диференцијална ротација Галаксије; **XXV**, 77, 2, 43

— Научни скуп посвећен стогодишњици рођења М. Миланковића; **XXVII**, 79, 4, 130

ПОПОВИЋ проф. др БОЖИДАР — Небеска механика и њена примена у делима М. Миланковића; **XXVII**, 79, 4, 111

ПРОТИЋ-БЕНИШЕК В. М. — Улога и значај окултација у савременој астрономији; **XXVII**, 79, 2, 43

РИБНИКАР проф. др СЛОБОДАН — Неутрини са Сунца има ли их или не? **XXV**, 77, 1, 5

ТРИФУНОВИЋ В. ДРАГАН — Теорија о понашању материјала под високим притиском — порекло ротације небеских тела; **XXIV**, 76, 2—3, 33

ФЕМПЛ проф. др СТАНИМИР — Миланковићев допринос астрономској теорији ледених доби; **XXVII**, 79, 4, 118

ФРАНЦИСТИ ЈАРОСЛАВ — Почетком 1976. године у Новом Саду ће се градити новосадска Народна опсерваторија; **XXIV**, 76, 1, 6

— Два начина за добијање више различитих и великих увеличања на астрономском телескопу; **XXIV**, 76, 1, 20

ЧАДЕЖ проф. др МАРИЈАН — Сећање на Милутина Миланковића; **XXVII**, 79, 4, 120

ЧЕЛЕБОНОВИЋ ВЛАДАН — О неким новијим истраживањима црних рупа; **XXVII**, 79, 1, 1

ШЕВАРЛИЋ проф. др БРАНИСЛАВ — Миланковићева астрономска открића; **XXVII**, 79, 4, 101

СТРУЧНИ ПРИЛОЗИ

ЈОВАНОВИЋ БОРИВОЈЕ — Могући хондрит Романовци; **XXVII**, 79, 1, 6

ТОМИЋ АЛЕКСАНДАР — Одређивање елемената делимичног помрачења Сунца из мерења дужине тетиве; **XXIV**, 76, 1, 10 (исправке: XXIV, 76, 4, 112)

— Основи астрофотографије

— I део; **XXVI**, 78, 3—4, 77

— II део; **XXVII**, 79, 1, 11; (Исправке: **XXVII**, 79, 3, 78)

— III део; **XXVII**, 79, 2, 47; (напомена и исправка: **XXVII**, 79, 3, 78)

— IV део; **XXVII**, 79, 3, 72

ШЕВАРЛИЋ проф. др Б. М. — Шта су неастрономи открили у астрономији

— I део; **XXVI**, 78, 2, 38

— II део; **XXVI**, 78, 3—4, 69

ПОСМАТРАЧКИ ПРИЛОЗИ

БЕСЛИЋ МИЛАН — Резултати посматрања Венере 1976/77; **XXVI**, 78, 2, 44

ГЕЗЕМАН БРАНИСЛАВ — Годишњица појаве Нове Лабуда; **XXIV**, 76, 4, 86

ЗАГАЈАЦ ЈОВАН, ЈОВАНОВИЋ ЉУБИША — Промене интензитета Јупитерових појасева у 1976/77 години; **XXVI**, 78, 3—4, 82

ЗЕМАН МАТО — Проматрање комета Брадфилд 1975n; **XXV**, 77, 1, 23

ЈОВАНОВИЋ ЉУБИША — Распад стационарног болида посматран кроз телескоп; **XXV**, 77, 1, 21

— Посматрање потпуног помрачења Месеца 16. IX 1978; XXVII, 79, 1, 21

— Посматрање детаља у атмосфери Јупитера током опозиција 1976/77, 1977/78 и 1979. године

— I део; **XXVII**, 79, 2, 54

— II део; **XXVII**, 79, 3, 79

МИРКОВИЋ АЛЕКСАНДАР — Делимично помрачење Месеца 13. V 1976; **XXV**, 77, 1, 21

ПАШКО ЗЛАТКО — Влашићи; **XXV**, 77, 1, 23

ПЛАНИНИЋ СЛОБОДАН — Посматрање дјелимичног помрачења Мјесеца; **XXV**, 77, 1, 22

ТАНАСИЈЕВИЋ ЗОРАН — Потпуно помрачење Месеца 16. IX 1978; **XXVII**, 79, 1, 21

ТЕРЕЧИК ЛАСЛО — Делимично помрачење Месеца 13. V 1976.; **XXV**, 77, 1, 22

ТОМИЋ АЛЕКСАНДАР — Помрачење Сунца 11. V 1975.; **XXIV**, 76, 1, 16

— Аматерски програм посматрања Сунца; **XXIV**, 76, 2—3, 49 (исправке **XXIV**, 76, 4, 112)

— Посматрање Novae Cygni 1975; **XXIV**, 76, 4, 85

ЧЕЛЕБОНОВИЋ ВЛАДАН — Посматрање Сунца; **XXV**, 77, 2, 61

АСТРОНОМИЈА У ШКОЛСКОЈ НАСТАВИ

ЈОВАНОВИЋ БОРА — Рефракција; **XXV**, 77, 1, 16

КАРОВСКА МАРГАРИТА — Плимско дејство у васиони; **XXV**, 77, 2, 56

МИЛОГРАДОВ — ТУРИН мр ЈЕЛЕНА — Веза између система привидних величина и система фотометријских јединица (III); **XXIV**, 76, 1, 27

— Радио-бљескови и магнетска поља планета; **XXVI**, 78, 2, 41

ЗА НАШЕ ПОЧЕТНИКЕ

ЈЕЛИЧИЋ МИЛАН — Кретање, периоди и орбита Месеца; **XXVII**, 79, 1, 23

ТОМИЋ АЛЕКСАНДАР — Шта је телескоп; **XXVI**, 78, 2, 48

ЧАБРИЋ М. НИНОСЛАВ — Како настаје зрачење; **XXVI**, 78, 1, 18

ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

ТОМИЋ АЛЕКСАНДАР — Питања из тестова за основне школе; **XXVI**, 78, 1, 23

— Задаци за ученике основних школа; **XXVI**, 78, 3—4, 92

— Питања из тестова за V—VI разред; **XXVII**, 79, 2, 63

IN MEMORIAM

ЈЕЛИЧИЋ МИЛАН — Георгије Бороцки; **XXVI**, 78, 2, 54

ЈЕЛИЧИЋ МИЛАН, ЂУРКОВИЋ ПЕРО, ЛАКИЋ С. ДУШАН и ВУЈАДИНОВИЋ проф. др БОРИСЛАВ — проф др Радован Данић; **XXVII**, 79, 2, 33

ШЕВАРЛИЋ проф. др БРАНИСЛАВ — др Захарије Бркић; **XXVII**, 79, 1, 30

ВЕСТИ ИЗ ДРУШТВА

ЈЕЛИЧИЋ МИЛАН — Завршени радови на Народној опсерваторији; **XXVII**, 79, 3, 82

МИЛОГРАДОВ — ТУРИН мр ЈЕЛЕНА, НИНКОВИЋ СЛОБОДАН — Брзине звезда; **XXV**, 77, 1, 9

РАМАНИ НУХИ — Утицај апсорпције светлости на фотометрију звезда; **XXVII**, 79, 1, 17

ТОМИЋ АЛЕКСАНДАР — Шта нам казује угаони пречник Сунца; **XXIV**, 76, 2—3, 56

ШЕГАН СТЕВО — Закон опште гравитације у астрономији; **XXIV**, 76, 2—3, 59

НОВЕ КЊИГЕ

ЈЕЛИЧИЋ МИЛАН — Милутин Миланковић: Успомене, доживљаји и сазнања, детињство и младост (1879—1909); **XXVII**, 79, 4, 131

— Живот и дело Милутина Миланковића, 1879—1979; **XXVII**, 79, 4, 132

ВУКСАНОВИЋ БРАНКО, — Мухамед Муминовић: Астрономија; **XXIV**, 76, 4, 112

Астрономија за IV разред гимназије природно-математичког смера **XXIV**, 76, 1, 31

ЕФЕМЕРИДЕ

ВИНЦЕ ИШТВАН — Астрономске ефемериде за 1977. годину; **XXIV**, 76, 4, 91

ВИНЦЕ ИШТВАН, КНЕЖЕВИЋ мр ЗОРАН — Астрономске ефемериде за 1978. годину; **XXV**, 77, 3—4, 93

ВИНЦЕ ИШТВАН, СТЕВАНОВИЋ КАТЕРИНА — Астрономске ефемериде за 1980. годину; **XXVII**, 79, 3, 83

ТРАЈКОВСКА ВЕСЕЛКА, ВИНЦЕ ИШТВАН — Астрономске ефемериде за 1979. годину; **XXVI**, 78, 3—4, 98

НОВОСТИ И БЕЛЕШКЕ

Астронаутика

Први индијски сателит; **XXIV**, 76, 2—3, 79

Италијански сателит „Сан Марко-4“; **XXIV**, 76, 2—3, 80

Западнонемачки сателит „Хелиос-1“; **XXV**, 77, 1, 28

Лансиран „Космос-800“; **XXV**, 77, 3—4, 93

Звезде, галаксије, међузвездани простор

Нова у сазвежђу Стрелца; **XXIV**, 76, 1, 32

Најближа од свих галаксија; **XXIV**, 76, 2—3, 65

X — зраци са Сиријуса; **XXIV**, 76, 2—3, 67

Оптички снимак рендгенске нове; **XXIV**, 76, 2—3, 68

Најсјајнији бели патуљак; **XXIV**, 76, 2—3, 70

Неочекивана нова променљива у сазвежђу Ориона; **XXIV**, 76, 2—3, 70

Петља у Лабуду и космичко зрачење; **XXIV**, 76, 2—3, 75

Нови начин одређивања масе глобуларног јата; **XXIV**, 76, 2—3, 78

Уран у спектру звезда HP 8911; **XXIV**, 76, 2—3, 78

Новости о Новој у сазвежђу Лабуда; **XXIV**, 76, 2—3, 80

Експлозија супернове у двојном систему; **XXIV**, 76, 4, 88

Најудаљенија галаксија; **XXIV**, 76, 4, 89

Чудесни објекат у сазвежђу Стрелца; **XXV**, 77, 1, 24

Глобуларно јато NGC 5694 одлази из Галаксије; **XXV**, 77, 1, 25

Посматрање рендгенских двојних система; **XXV**, 77, 1, 25

Супернове звезде генератори космичких зрака; **XXV**, 77, 1, 30

Измерен пречник звезде V Canceri **XXV** 77, 1, 30

Алгол као тројна звезда; **XXV**, 77, 1, 32

Грануле леда око HL Tauri; **XXV** 77, 2, 68

Рендгенско зрачење Капеле; **XXV**, 77, 2, 69

Еген-ова блиска звезда; **XXV**, 77, 2, 69

Нова посматрања супернове у сазвежђу Вука; **XXV**, 77, 2, 70

Колико је велика Гамова маглина?; **XXV**, 77, 2, 70

Због чега слаби R Северне Круне? **XXV**, 77, 2, 72

Идентификован X-оген; **XXV**, 77, 2, 72

Рефлексионе маглине у области галактичких поларних капа; **XXV**, 77, 3—4, 89

Нова листа променљивих звезда; **XXV**, 77, 3—4, 91

Сумпордиоксид у космосу; **XXV**, 77, 3—4, 93

Пеге на другим звездама?; **XXVI**, 78, 2, 55

Најтежи молекул у Космосу; **XXVII**, 79, 1, 31

Земља и Месец

Прогноза земљотреса помоћу звезда?; **XXIV**, 76, 2—3, 69

Месечеве плиме и магнетизам Месеца; **XXIV**, 76, 2—3, 77

Судари Земље са кометама у прошлости; **XXIV**, 76, 2—3, 77

Реконструкција Месечеве еволуције; **XXV**, 77, 1, 27

О настанку Месеца; **XXV**, 77, 3—4, 90

Топлотна историја Месеца; **XXV**, 77, 3—4, 92

Човечанство сведок стварања једног кратера на Месецу?; **XXVI**, 78, 3—4, 94

Палеомагнетизам Месеца; **XXVI**, 78, 3—4, 95

Живот у космосу

29-ти органски молекул у космосу; **XXIV**, 76, 2—3, 70

Колико су чести планетски системи?; **XXIV**, 76, 2—3, 73

Порука ванземаљским цивилизацијама; **XXV**, 77, 1, 30

Нова могућност за везу са космичким цивилизацијама; **XXVI**, 78, 1, 24

Зашто није нађен живот на Марсу; **XXVII**, 79, 1, 32

Планете и њихови сателити

Јупитерови сателити; **XXIV**, 76, 1, 32

Новости о Јупитеровим сателитима; **XXIV**, 76, 2—3, 66

Новости о Титану и Мимасу; **XXIV**, 76, 2—3, 69

Пречишћени снимци Јупитера; **XXIV**, 76, 2—3, 74

Нови допринос планетологији; **XXIV**, 76, 2—3, 76

Да ли Плутон има атмосферу?; **XXIV**, 76, 2—3, 79

Још један Сатурнов прстен; **XXIV**, 76, 4, 89

Да ли је Ио аномалија Сунчевог система?; **XXV**, 77, 1, 25

Белешке о Јупитеровим сателитима; **XXV**, 77, 1, 29

Атмосфера Плутона; **XXV**, 77, 1, 32

Новооткривени прстенови; **XXV**, 77, 2, 68

О најмање проученој планети Плутону; **XXVI**, 78, 2, 56

Откриће Плутоновог сателита; **XXVI**, 78, 3—4, 94

Ново о Фобосу; **XXVI**, 78, 3—4, 94

Вулкани на Венери; **XXVI**, 78, 3—4, 96

Ротација Меркура; **XXVI**, 78, 3—4, 97

Правила за додељивање имена детаљима рељефа на Венери; **XXVII**, 79, 1, 31

Сунце

Посматрање короне у далеком ултраљубичастом подручју; **XXIV**, 76, 2—3, 71

Сунце као променљива звезда; **XXV**, 77, 1, 24

Хемијски састав Сунца; **XXV**, 77, 2, 71

Црне јаме, пулсари, квазари

Црне мини јаме за добијање термонуклеарне енергије; **XXIV**, 76, 2—3, 68

У центру Галаксије налази се црна јама; **XXIV**, 76, 2—3, 69

Трагање за црним јамама; **XXIV**, 76, 2—3, 77

Доња граница масе квазара; **XXIV**, 76, 2—3, 78

Потрага за гравитационим таласима од пулсара; **XXIV**, 76, 2—3, 79

Зашто је период зрачења пулсара ограничен?; **XXV**, 77, 1, 26

Први спектар једног квазара у ултраљубичастом подручју; **XXVI**, 78, 2, 54

Разно

Теорија катастрофа; **XXIV**, 76, 2—3, 66

Природа комсолошких црвених померања; **XXIV**, 76, 2—3, 67

Каталог кометских орбита; **XXIV**, 76, 2—3, 72

Нова честица — космион; **XXIV**, 76, 4, 88

Тачније астрономске константе; **XXVI**, 78, 1, 24

Глобални радио телескоп; **XXVI**, 78, 2, 56

Супергравитација као могуће решење унификације поља; **XXVI**, 78, 3—4, 93

Нови сателит за рендгенску астрономију; **XXVI**, 78, 3—4, 95

Пројект „Орион“; **XXVI**, 78, 3—4, 96

Нова процена старости Метагалаксије; **XXVI**, 78, 3—4, 97

Оптички барстер; **XXVI**, 78, 3—4, 97

XII Међународна астрономска радионица; **XXVII**, 79, 1, 31

Пронађен сателит планетоида 532 Херкулина; **XXVII**, 79, 2, 64

Штампа: НИГРО „Привредни преглед", Београд, Маршала Бирјузова 3

ВАСИОНА



ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИК

YU ISSN 0506-429

ПЛАНЕТОИД ЕРОС

ИЗГРАДЊА НОВОСАДСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ

ОДРЕЂИВАЊЕ ЕЛЕМЕНАТА ДЕЛИМИЧНОГ ПОМРАЧЕЊА СУНЦА

ПОМРАЧЕЊЕ СУНЦА 11. V 1975.

ЗУМ ОБЈЕКТИВ И ОБЈЕКТИВ БАРЛОВА

ВЕЗА ИЗМЕЂУ ОПТИЧКИХ И ЕНЕРГЕТСКИХ ВЕЛИЧИНА

МАКАТНИ ТРАЖИЛАЦ

1976 1

Модел кайсум која се спустило на Венеру. Електронски и науч-уређаји су смештени у округлом, хлађеном делу. Рефлектор служ и за усиравање приликом слетања. Такав успешан спуст је бо... ни пут био остварен крајем октобра 1975.



VASIONA

REVUE D'ASTRONOMIE ET D'ASTRONAUTIQUE

ANNÉE XXIV
1976 № 1
BEOGRAD

Bulletin de la Société Astronomique „R. Bošković". Adresse: VASIONA, Narodna opservatorija, Kalemegdan, Gornji Grad, Beograd, Yougoslavie

САДРЖАЈ

С. Пинковић: Планетоид Ерос 1
J. Francisty: Izgradnja Novosadske opservatorije 6
A. Tomić: Određivanje elemenata delimičnog pomračenja Sunca iz merenja dužine tetive 10
A. Tomić: Pomračenje Sunca 11. V 1975 16
J. Francisty: Dva načina za dobijanje više različitih i veliku uvećanja na astronomskom teleskopu 20
S. Ninković: Lakatni tražilac 26
J. Милоградов-Турин: Веза између система привидних величина и система фотометријских јединица (III) 27
Нове књиге 31
Новости и белешке 32

МОЛИМО ЧЛАНОВЕ АСТРОНОМСКОГ ДРУШТВА „РУЂЕР БОШКОВИЋ" И ПРЕТПЛАТНИКЕ „ВАСИОНЕ" ДА ОБНОВЕ ПРЕТПЛАТУ ЗА 1976. ГОДИНУ

Уређивачки одбор:

Др АНЂЕЛИЋ ТАТОМИР, Др ДАНИЋ РАДОВАН, ЂОРЂЕВИЋ БРАНИСЛАВ, БУРКОВИЋ ПЕРО, ЈАНКОВИЋ НЕНАД, НИНКОВИЋ СЛОБОДАН, МИЈИЋ МИЛАН, Др ПОНОВИЋ БОЖИДАР, Мр САЦАКОВ СОФИЈА, ТОМИЋ АЛЕКСАНДАР, СТЕВАН КОРДА и Инг. СТОЈАНОВИЋ АЛЕКСАНДАР

Главни одговорни уредник

Мр ЈЕЛЕНА МИЛОГРАДОВ-ТУРИН

Насловну страну израдио ПЕТАР КУБИЧЕЛА

ВАСИОНА, часопис за астрономију и астронаутику. Издаје Астрономско друштво „Руђер Бошковић", уз учешће Републичке заједнице за научни рад СР Србије. Годишња претплата за нечланове НД 20, за чланове НД 18, за ученике свих школа ако поруче одједном најмање десет примерака по НД 10, а за иностранство НД 50. Поједини број НД 5. Власник и издавач Астрономско друштво „Руђер Бошковић", Београд. Уредништво и администрација: Београд, Народна опсерваторија, Калемегдан, Горњи Град. Тел. 624-605. Рукописи се не враћају. Претплате слати у корист рачуна број 60806-678-6639

На основу мишљења Републичког секретаријата за културу број 413-66574-02 од 27. XII 1974. ово издање је ослобођено пореза на промет

Штампа: „Научно дело", Београд, Вука Караџића 5

ВАСИОНА

ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИКУ

ГОДИНА XXIV
1976 БРОЈ 1
БЕОГРАД

ПЛАНЕТОИД ЕРОС

Читаоцима „Васионе" несумњиво је познато да се прошле зиме (тачније 13. I 1975), планетоид Ерос нашао у тзв. великој опозицији према Земљи и то на удаљености од свега 0,15 A.J. (22,6 x 10^6 km), по чему је та опозиција најповољнија у овом веку. На тако малој удаљености Ерос се нашао први пут после 1894. године. Значај оваквог једног догађаја за астрономе најбоље се може сагледати из речи Ben-a Zellner-a, који је објавио чланак о Еросу у „*Sky and Telescope*": Замислимо васионски брод који крстари астероидним појасом на неких 200 до 300 милиона миља од Сунца (320 до 480 мил. km). Претпоставимо да је васионски брод опремљен са свим потребним астрономским инструментима за мерења у оптичком и инфрацрвеном подручју, као и са моћним радарским телескопом. „Оваква мисија", додаје Zellner, „је веома скупа, премда има низ предности за истраживање астероида због приближавања њима. Стога можемо рећи да је рентабилније да сачекамо да нам се неки астероид приближи, јер ситуација је практично иста а путних трошкова нема".

Опозиције малих планета су увек догађај за астрономе аматере. У случају Ероса и наши аматери су доста посматрали. О томе је било писано у бројевима 1 и 2 „Васионе" за прошлу годину. Стога упућујемо све заинтересоване читаоце за аматерска посматрања малих планета на те чланке.

Ерос је значајан и по томе што је коришћен за успешно одређивање Сунчеве паралаксе. Одредити Сунчеву паралаксу, тј. удаљеност Земље од Сунца, веома је важан задатак у астрономији. Сунчева удаљеност користи се као јединица за даљину у астрономским наукама, те је с тога ваља што тачније одредити. Директно мерење Сунчеве паралаксе не долази у обзир због великог топлотног утицаја наше звезде на инструменте. У тренутку када се Ерос нађе у перихелу (тада се мерења одликују високом тачношћу) мери се његова паралакса p која је једнака $p=R/\Delta \sin 1''$. Сунчева паралакса износи $p_{\odot}=R/\Delta_{\odot} \sin 1''$. Величина R је полупречник Земље и иста је у оба израза. Зато оба израза решимо по њој и изједначимо решења. Геоцентричне даљине Сунца и Ероса $\Delta_{\odot}$ и Δ респективно, изражавамо у астрономским јединицама ($\Delta_{\odot}=1$ A. J.). Δ се израчунава из III Кеплеровог закона. Тако се сада једноставно израчунава Сунчева паралакса: $p_{\odot}=p\Delta$. Оваквим се поступком руководио Спенсер Џонс за време опозиције 1931. године, када се Ерос приближио Земљи на свега 0,17 A. J. За Сунчеву паралаксу добио је тада $8,''80 \pm 0,''003$. Да поменемо да је Ерос 30 година раније већ био коришћен у исту сврху али тада је био знатно даљи од Земље. Зато је циљ Џонса био проверавање и побољшање тадашњих резултата.

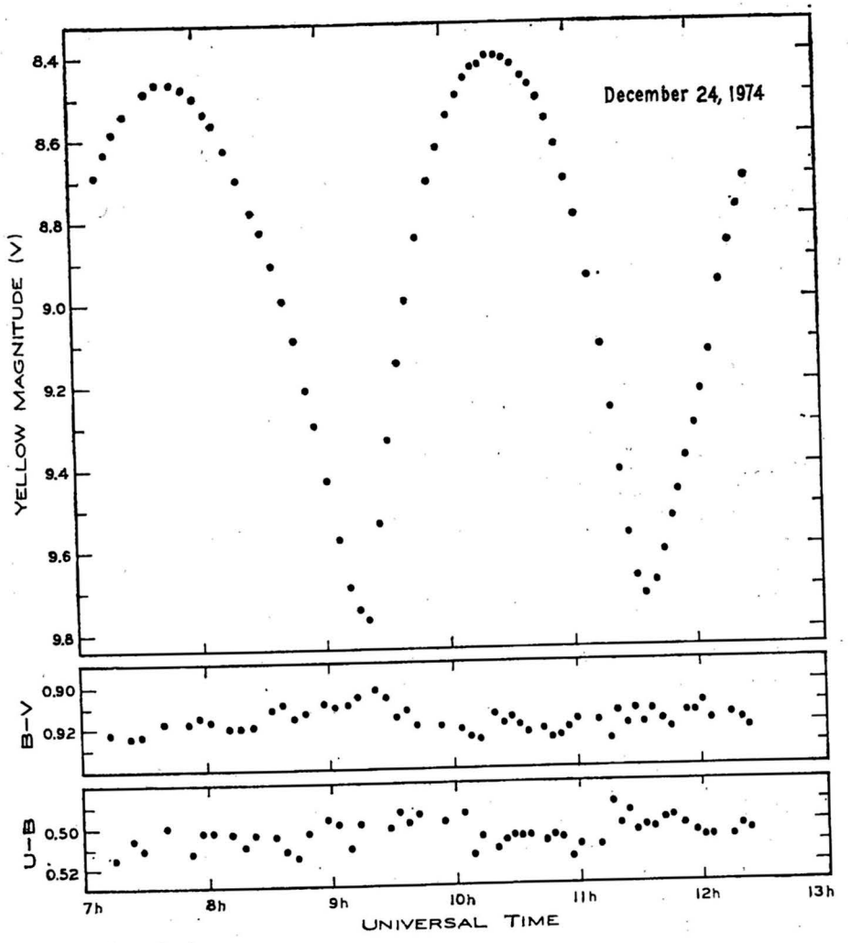
Међутим, циљ овог чланка не представљају астрометријски проблеми у вези са Еросом, већ астрофизика ове мале планете. Свака његова опозиција, а особито ова последња, јер је тада био најближи, прилика је за астрофизичаре да изврше разна посматрања. У овом чланку биће речи о фотометријским, полариметријским и радарским посматрањима.

А. *Фотометријска мерења*

Фотометријска изучавања Ероса састоје се из мерења његове привидне величине и проучавања њене промене с временом.

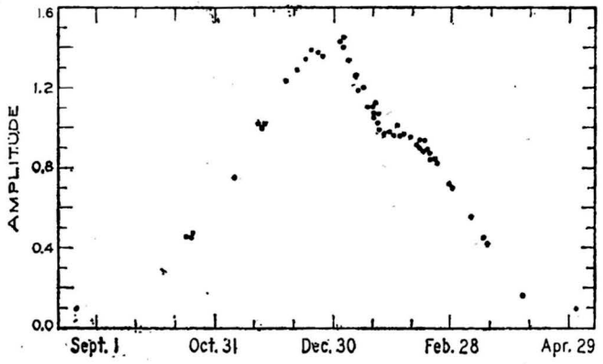
Привидна величина Ероса мења се из два разлога: услед ротације самог планетоида и услед промене његове удаљености од Земље.

Период ротације Ероса износи 5,3 часова. Док ротира, он нам показује своје различите стране и, зависно од односа Сунчеве светлости и сенке, његов сјај биће различит. На слици 1 приказана је промена привидне величине Ероса у функцији светског времена за један одређени датум. Пада у очи да је то периодична функција.



Сл. 1

Због тога што се даљина Ероса од Земље мења, амплитуда ових осцилација није стална. Њена промена са временом дата је на слици 2.



Сл. 2

Уз помоћ фотометријских података добијамо информације о физичкој природи Ероса. Тако можемо начинити најприхватљивији модел планетоида. То је један спљоштени елипсоид или здепасти цилиндар са заобљеним крајевима, чија је највећа димензија 2,3—3,0 пута већа од најмање. Ротација се одвија у смеру супротном од смера казаљке на часовнику, када се гледа са севера, са сидеричким периодом од $5^h\ 16^m\ 13,^s4$. Северни небески пол за посматрача на Еросу има приближне координате $\alpha = 0^h\ 40^m$ и $\delta = +16°$, и налази се у сазвежђу Риба на 2/3 пута од β Arietis до γ Pegasi.

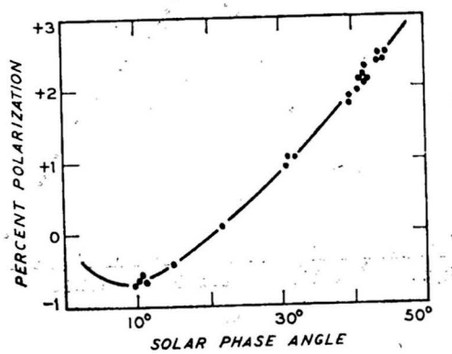
Б. Полариметријска мерења и мерења у инфрацрвеном подручју

Основно полариметријско мерење је одређивање процента линеарне поларизације Сунчеве светлости рефлектоване од Ероса у функцији Сунчевог фазног угла (угаона раздаљина између Сунца и Земље за посматрача на Еросу.). Из ових мерења добијамо информације о саставу астероида и микроскопској физичкој структури његове површине. Са дијаграма, приказаног на слици 3, видимо да је за фазни угао испод 20° поларизација негативна, тј. најјачи електрични вектор светлосних таласа лежи у равни Сунце — планетоид—Земља. Ова негативна поларизација (такође посматрана на малим фазним угловима за Меркур, Месец и Марс) не може бити проузрокована одбијањем са глатке површине. Значи ми се бавимо микроскопски врло грубом површином, вероватно начињеном од ситних честица.

Чак и када нам је Ерос најближи, његов лик је сувише мали за поуздано одређивање његовог визуалног дијаметра. Стога полариметријска мерења су и овде од значаја јер нам пружају могућности за одређивање величине астероида индиректно.

Многа лабораторијска мерења Месечевих узорака и метеорита показују да је нагиб криве која даје линеарну поларизацију у функцији фазног угла обрнуто пропорционалан геометријском албеду материјала тј., његовом површинском сјају израженом у односу на површински сјај потпуно белог, дифузно рефлектујућег екрана.

За Ерос овај закон нагиба и албеда даје 20% за албедо, што искључује многе материјале, али је карактеристично за појединo метеорско камење, богато гвожђем. Тада на основу албеда и привидне величине Ероса може да се израчуна његов ефективни угаони попречни пресек. Под претпоставком да је Ерос елипсоид са односом оса 3:1, добијамо 36 km и 12 km за највећу и најмању осу, респективно.



Сл. 3

Инфрацрвена фотометрија пружа нам другу могућност за одређивање величине мале планете. Астероид апсорбује светлост Сунца и поново је емитује као термално инфрацрвено зрачење. Однос термалног израченог флукса и рефлектованог визуалног је добар индикатор албеда и дијаметра. На овај начин Morisson са Хавајског универзитета добио је за геометријски албедо 18%. На основу Morisson-ових резултата Ерос изгледа мало већи и тамнији у односу на поларириметријске резултате.

Према очекивању, инфрацрвена мерења су показала да је Ерос топлији пре опозиције. Тада је углавном његова страна на којој је после подне окренута Земљи, а после опозиције нама је окренута Еросова страна на којој влада јутро. То је независна потврда да је ротација Ероса директна. На основу инфрацрвених посматрања закључује се исто тако да се површина Ероса одликује ниском топлотом проводљивошћу, која би одговарала слоју неколико милиметара дебљине Месечевог тла.

B. Радарски резултати

Као што је нашим читаоцима сигурно већ познато, радарска астрономија се састоји у одашиљању радио-сигнала ка одређеном небеском телу и прихватању тих истих сигнала после њиховог одбијања од датог небеског тела. Тај се метод још назива и радио-локација небеских тела. Досада је он примењен само на неколико наших васионских суседа: Меркур, Венеру, Марс, Ганимед, Сатурнове прстенове, и астероиде 1566 Икарус и 1685 Торо. Овој одабраној породици придружио се сада Ерос.

Радарско „посматрање“ Ероса обавили су јануара 1975. R. M. Goldstein и R. F. Jurgens са антеном од 64 m на таласним дужинама 3,5 m и 12,5 m. Они су послали монохроматске таласе ка Еросу који су се раширили у спектру, услед Доплеровог ефекта изазваног ротацијом планетоида. Таласи, одбијени са ивице планетоида,

која нам се приближава, померени су ка већим фреквенцијама и обрнуто. Радарски спектар Ероса знатно се разликује од одговарајућих спектара терестричких планета (на пр. Венера и Марс). Резултати оптичке поларириметрије и термалне радиометрије показују да је Ерос прашњав, али на основу радарског спектра излази да је слој прашине танак и гладак а прекрива много стеновитих врхова, каменитих подручја и неравнина.

Пошто је период ротације познат, из Доплеровог ефекта се може одредити пречник Ероса, што је још један независан метод одређивања ове величине. Jurgens и Goldstein су нашли за вредност највећег дијаметра 37 km и однос оса 2,4:1, што се добро слаже с резултатима посматрања у другим областима спектра.

Да додамо овоме да постоји још један начин за одређивање пречника Ероса, а то је из окултације. Наши аматери посматрали су пролаз Ероса поред $\varkappa$ Geminorum 23.—24. I 1975 (Ђорђевић), који се из САД видео као окултација. Премда, према вестима објављеним у „*Sky and Telescope*“ овај метод приликом последње опозиције није дао значајније резултате, аутор тог чланка Zellner закључује да окултациони метод има перспективу.

Г. Закључак или од чега је Ерос начињен?

Најбољи начин да се истражи хемијски састав Ероса јесте испитивање његовог рефлексионог спектра. То није ништа друго, до спектар планетоида, исправљен у свакој тачки за зависност Сунчевог флукса од таласне дужине.

Сличне резултате за инфрацрвено подручје методом Фуријеових трансформа добили су амерички научници из Универзитета Аризоне.

Резултати посматрања добијени на различите начине могу да се комбинују.

Да би се одгонетнуо хемијски састав треба протумачити рефлексиону криву. То се ради тако што се посматрачки резултати пореде са лабораторијским испитивањима минералног праха и теоријом електронских прелаза у кристалу.

На тај начин добијен је хемијски састав Ероса. Показало се на основу посматрања у оптичком подручју да је Ерос богат слободним гвожђем и феромагнезијумским силикатима (јављају се и силикатни минерали као што су на пр. пироксен, оливин итд.). Константовано је да приближно сличан састав међу метеорским камењем имају камено-гвоздени метеорити као и хондрити богатији гвожђем (*H*-тип), али није нађен метеорски прах који у лабораторијским мерењима показује плитке инфрацрвене траке и јак пад у ултраљубичастом делу спектра као што је нађено код Ероса.

Астрономи из Интерамеричке опсерваторије у Чилеу сматрају да је Ерос прекривен диелектричним силикатима, одакле и потиче ниска топлотна проводљивост његове површине. Ови силикати јако апсорбују у ултраљубичастом подручју и због тога су метали које они прекривају, „невидљиви“ у ултраљубичастом. Супротно томе у инфрацрвеном подручју силикати су у знатној мери провидни и с тога у том подручју метали, поглавито гвожђе, доминирају. Тако астрономи из Интерамеричке опсерваторије објашњавају рефлексиони спектар Ероса постојањем хондритског материјала *H*-типа који прекрива површину планетоида у стању финог праха. Иначе, трећина од ових свих метеорита што су пали на Земљу сачињена је од овог материјала.

Какав је однос Ероса и осталих астероида по хемијском саставу? Изгледа да Ерос припада класи *S*(силикатни). Та је класа најчешћа после угљеникове *C*. *S* астероиди су нађени у великом броју у унутрашњем делу астероидног појаса. Занимљиво је поменути да 5 астероида који залазе унутар Марсове путање: 433 Ерос,

887 Алинда, 1566 Икарус, 1620 Географос и 1685 Торо, сви имају силикатни састав (припадају *S*-класи).

У целом досадашњем излагању Ерос је третиран као објект који има хомогену површину. Заиста у току трајања ротације ове мале планете није уочена никаква промена поларизације или индекса боје. Дакле површина Ероса је униформна и он је јединствена геолошка јединица.

Посматрања поларизације и индекса боје астероида показују да је сваки као и Ерос релативно униформан. Очевидно сваки астероид кроз много судара са метеоритима, навлачи на себе својеврстан покривач од својих сопствених отпадака. По речима Fred-a Whipple-a „они боје сами себе сивом бојом".

За космогоничаре било би од великог значаја да се нађе планетоид који показује у оптичком подручју карактеристике базалтско-ахондритског материјала с једне стране и каменитог гвожђа с друге стране. Ерос није такав Розетин камен.

За будуће опозиције Ероса било би важно боље одредити његов рефлекциони спектар, тачније одредити његов облик и оријентацију његове осе ротације. Такође лабораторијски и теоријски рад у будућности омогућиће нам боље разумевање посматрачких резултата.

Најзад, да кажемо и то да у САД постоје мишљења да би Ерос могао, за време неке од наредних опозиција, бити интересантан циљ за експедицију астронаута. Има и противних мишљења. Тако на пример чувени амерички научник Харолд Јури (Urey) сматра да је Ерос већ довољно проучен, те треба за астронаутску експедицију оставити друге планетоиде.

Слободан Нинковић

ЛИТЕРАТУРА

Ђорђевић, Б.: 1975. Пролаз Ероса поред x Geminorum, *Васиона* № 1,17.
Kren, G.: 1975, Posmatranje prolaza planetoida Eros, *Vasiona* № 2,51.
Шеварлић, Б. М. и Бркић, З. М.: 1971, *Општа астрономија*, Савремена администрација, Београд, 44, 107.
Томић, А.: 1975, Опозиција мале планете 433 Ерос, *Васиона* № 1,14.
Zellner, B.: 1975, New findings about Eros, *Sky and Telescope*, децембар, стр. 376.

POČETKOM 1976. GODINE U NOVOM SADU ĆE SE GRADITI NOVOSADSKA NARODNA OPSERVATORIJA

U neposrednoj blizini fudbalskog stadiona „Vojvodine", na uglu Sremske i Radničke ulice, naslonjen na bivše hale Fabrike kabela stoji toranj buduće Novosadske narodne opservatorije. Želja vojvođanskih entuzijasta—astronoma amatera (profesora i omladine), stara nekoliko decenija, iduće godine postaće stvarnost — Vojvodina će dobiti svoju prvu astronomsku opservatoriju.

Krajem oktobra 1975. godine na molbu Astronomskog društva „Novi Sad" (ADNOS) SIZ za urbanizam, građevinsko zemljište i stanovanje odobrilo je ovaj toranj na korišćenje Astronomskom društvu koje će ga adaptirati i osposobiti za potrebe Novosadske narodne opservatorije.

Spoljašnji izgled tornja se neće menjati osim što će se na vrhu postaviti obrtna kupola. Postavljanjem kupole visina tornja će se sa sadašnjih 17 povećati na oko 20 metara. U unutrašnjosti tornja izgradiće se nivoi na različitim visinama, čime će se dobiti tri sprata. Spratovi će biti povezani stepeništem koje će voditi na vrh tornja u kupolu sa astronomskim instrumentima. Na svakom spratu postojaće jedna manja prostorija. U prostoriji u prizemlju biće smešten Sekretarijat opservatorije, na prvom spratu učionica za održavanje naučno-popularnih predavanja, na drugom biblioteka a na trećem spratu fotolaboratorija.



Сл. 1

Kao složen objekat koji zahteva i određena novčana i materijalna sredstva Opservatorija bi se gradila u tri etape:

Prva etapa (od III do X 1976) — izgradnja stepeništa do vrha tornja i nosećeg zida za kupolu na vrhu. Etapa treba da omogući osnovne uslove za rad i boravak u tornju kao i probno montiranje teleskopa refraktora.

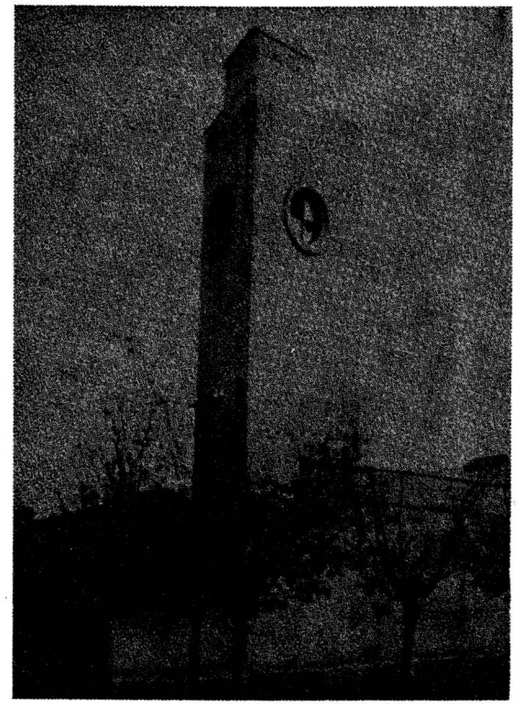
Druga etapa (od X 1976 do V 1977) — kompletno uređenje unutrašnjosti tornja. (izgradnja prostorija na pojedinim spratovima, njihovo opremanje itd.).

Treća etapa (od V do X 1977) — izgradnja i montaža kupole na vrhu tornja kao i potpuni završetak svih ostalih radova na adaptaciji tornja.

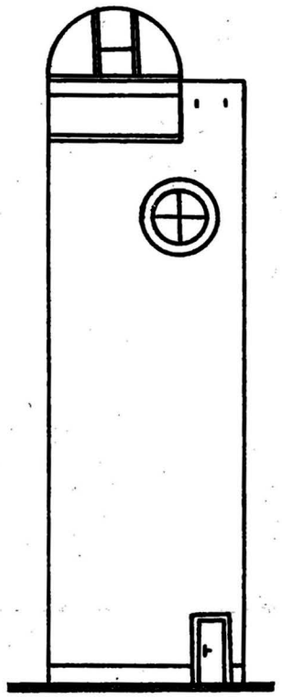
Pretpostavlja se da će za realizaciju ovih etapa biti potrebno oko 160.000 dinara i to pod uslovom da sve projekte, nacrte i slično urade članovi i prijatelji astronomskog društva (neki projekti su već završeni), kao i da se organizuju nekoliko manjih omladinskih radnih akcija. Za izradu specijalnih delova potrebnih za astronomska posmatranja očekuje se pomoć nekoliko instituta Novosadskog univerziteta kao i nekih novosadskih radnih organizacija.

Potrebna novčana sredstva će obezbediti zainteresovane samoupravne interesne zajednice, odgovarajući opštinski i Pokrajinski organi i organizacije, kao i Opštinsko i Pokrajinsko Veće Narodne tehnike.

Osnovni instrumenti za Opservatoriju su već naručeni u Sjedinjenim Američkim Državama i u Novi Sad treba da stignu u januaru 1976. godine. Radi se o tri teleskopa refraktora sa veoma savremenom opremom.



Сл. 2



Сл. 3

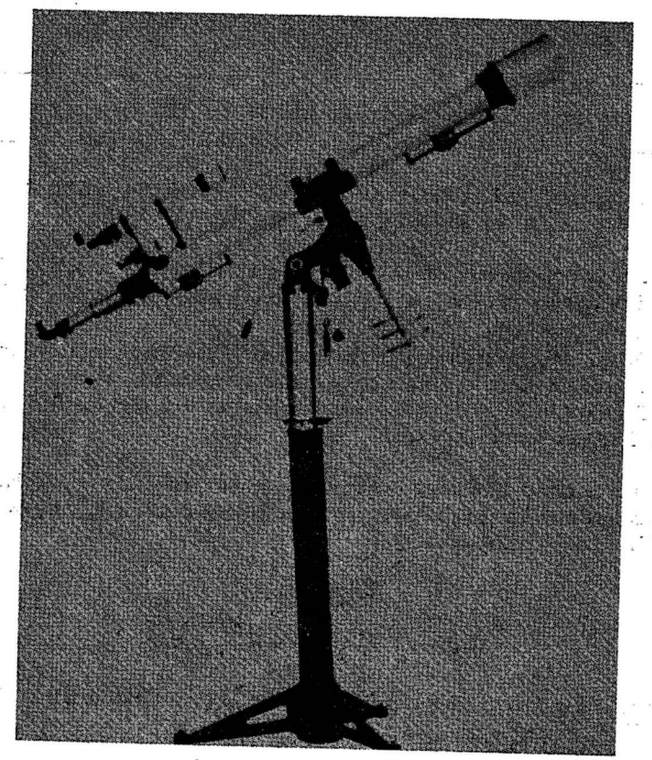
Najveći teleskop „Tasco observatory telescope refractore" sa karakteristikom 108/1600 mm može da daje desetak različitih uveličanja od 40 do 600 puta. Teleskop raspolaže sa sinhronim električnim mehanizmom za automatsko praćenje nebeskih tela, krugovima za merenje kordinata nebeskih tela, veliki broj okulara, specijalnim filterima i drugim pomoćnim priborom. Na teleskopu su montirana dva manja teleskopa sa uvećanjem 15 odnosno 30 puta. Izgradnjom specijalnog optičkog dodatka (čija je izgradnja već u toku) žiža teleskopa sa 1,6 povećaće se na oko 5 metara. Teleskop će se koristiti za vizuelna i fotografska posmatranja.

Druga dva instrumenta su nešto manja. Jedan je planetarni teleskop (76/1200 m) a drugi teleskop za posmatranje Sunca (60/900 mm). Ovi instrumenti takođe raspolažu sa električnim sinhronim mehanizmom za praćenje nebeskih tela, krugovima za očitavanje koordinata kao i drugim pomoćnim priborom koji im omogućuje uveličanje od 30 do 300 puta.

Veliki teleskop će biti stalno montiran u kupoli na vrhu tornja a dva manja će se koristiti za obuku članova kao i za turneje po vojvođanskim mestima za naučno-popularna posmatranja.

Ukupna vrednost ovih instrumenata je preko 1600 američkih dolara (oko 30.000 dinara).

U planu je još i nabavka jednoga teleskopa reflektora sa ogledalom od 35 cm u prečniku. Ovaj teleskop koristio bi se za posmatranje i fotografisanje slabih nebeskih tela kao što su naprimer galaksije. Nabavka ovoga instrumenta predstavlja krajnju fazu opremanja Novosadske narodne opservatorije. Nabavka instrumenta bi trebalo da se izvrši tek posle potpune adaptacije tornja tj. krajem 1977. godine.



Сл. 4

Narodna opservatorija će imati veliki značaj za radne ljude i omladinu u SAP Vojvodini.

U prvom redu je prosvetno - kulturni značaj. Obrazujući široke narodne mase a naročito omladinu, upoznajući je sa savremenom naukom, načinom formiranja i samim naučnim mišljenjem, Narodna opservatorija će imati veliku obrazovnu ulogu za naše samo upravno socijalističko društvo, u prvom redu u borbi protiv nazadnih elemenata u našem društvu a naročito u borbi protiv mistike, religije i crkve.

Ništa manji nije ni značaj opservatorije za opšte narodnu odbranu, jer instrumenti Narodne opservatorije su u stanju da prate, određuju i mere putanju ne samo prirodnih

nebeskih tela na našem nebu već i da prate sve letelice počev od balona, aviona pa i svemirskih satelita (raketa) na visini od 100 i više kilometara.

Imajući u svome članstru različite društvene slojeve počev od profesora pa do radnika iz neposredne proizvodnje, pripadnike svih naših naroda i narodnosti, Narodna opservatorija će povezivati sve ove društvene slojeve, sve naše narode i narodnosti koje žive na teritoriji SAP Vojvodine, šireći i razvijajući bratstvo i jedinstvo naših naroda i narodnosti.

Kao jedina opservatorija u Vojvodini, Novosadska narodna opservatorija će biti i turistička atrakcija, u prvom redu za školske eskurzije iz unutrašnjosti.

Jaroslav Francisty

СТРУЧНИ ПРИЛОЗИ

ODREĐIVANJE ELEMENATA DELIMIČNOG POMRAČENJA SUNCA IZ MERENJA DUŽINE TETIVE

Za vreme pomračenja Sunca lako se uočava i meri tetiva između tačaka preseka krugova koji ograničavaju Sunčev i Mesečev disk. Ona se može meriti bilo direktno na projekciji, bilo sa snimka.

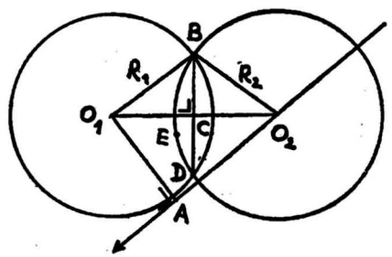
Ukoliko se pretpostavi da je brzina kretanja centra Mesečevog diska po relativnoj (u odnosu na centar Sunčevog diska) putanji konstantna za vreme pomračenja i da ta putanja predstavlja pravu liniju, za delimično pomračenje može se u cilju određivanja trenutaka kontakta i najveće faze koristiti sledeći metod.

Neka se centar Mesečevog diska (O_2) kreće duž prave O_2A (Sl. 1), brzinom c, a vreme t računamo od sredine pomračenja, tj. položaja A na Sl. 1. Iz trouglova ΔO_1AO_2, ΔO_1CB i ΔO_2BC slede jednačine

$$\overline{O_1O_2}^2 = P^2 + c^2t^2$$

$$\overline{O_1O_2} = \sqrt{R_1^2-(k/2)^2} + \sqrt{R_2^2-(k/2)^2}$$

gde se smisao pojedinih veličina vidi sa Sl. 1. Uzimajući u obzir da je u trenutku kontakta $t=T$ i $\overline{O_1O_2}=R_1+R_2$ možemo uvođenjem funkcije



Сл. 1

$$f(k/2) = \sqrt{R_1^2-(k/2)^2}\,\sqrt{R_2^2-(k/2)^2} - (k/2)^2$$

dobiti izraz

$$f(k/2) = f(K/2) + \frac{R_1R_2 - f(K/2)}{T^2}\,t^2$$

u kome je K maksimalna tetiva za vreme datog pomračenja, a T polovina trajanja pomračenja. Odavde sledi

$$\pm t = \pm T\sqrt{\frac{|f(k/2)-f(K/2)|}{R_1R_2-f(K/2)}}.$$

Poluprečnik Meseca R_2 može se izračunati ako se sa snimka u blizini maksimuma faze izmere koordinate tri tačke B, D i E na rubu Mesečevog diska (Sl. 1), ali je mnogo jednostavnije uzeti iz godišnjaka količnik ugaonih poluprečnika Meseca i Sunca (za trenutak geocentrične konjukcije T_0)

$$q = R_2/R_1 \tag{1}$$

sve veličine izraziti u jedinicama prečnika Sunca $2R_1$

$$x = k/2R_1, \qquad X = K/2R_1, \tag{2}$$

pa imamo

$$p = (1/2)\left[\sqrt{1-x^2} + \sqrt{q^2-x^2}\right] \tag{3}$$

$$\pm t = \pm T\sqrt{\frac{|f(x)-f(X)|}{q-f(X)}} \tag{4}$$

$$f(x) = \sqrt{(1-x^2)(q^2-x^2)} - x^2. \tag{5}$$

Kako je trenutak t_p svakog posmatranja-merenja povezan sa trenutkom maksimalne faze T_m i trenutkom t izrazom

$$t = t_p - T_m \tag{6}$$

možemo pomoću poslednje dve formule odrediti trenutke prvog i poslednjeg kontakta T_I i T_{IV} preko trenutaka posmatranja t_p i polovine vremena trajanja pomračenja T:

$$\begin{aligned}
T^{(1)}_{I,p} &= t_p - T\left(1-\sqrt{\frac{|f(x)-f(X)|}{q-f(X)}}\right), && t_p < T_m\\
T^{(1)}_{IV,p} &= t_p - T\left(1-\sqrt{\frac{|f(x)-f(X)|}{q-f(X)}}\right), && t_p > T_m\\
T^{(2)}_{I,p} &= T^{(1)}_{IV,p} - 2T, && t_p > T_m\\
T^{(2)}_{IV,p} &= T^{(1)}_{I,p} + 2T, && t_p < T_m
\end{aligned} \tag{7}$$

Tako nam svako merenje k, t_p daje po jednu vrednost za prvi i poslednji kontakt. Iz skupa n tako dobijenih vrednosti nalaze se srednje vrednosti

$$T_I = (1/n)(\Sigma T^{(1)}_{I,p} + \Sigma T^{(2)}_{I,p})$$
$$T_{IV} = (1/n)(\Sigma T^{(1)}_{IV,p} + \Sigma T^{(2)}_{IV,p}) \quad (8)$$

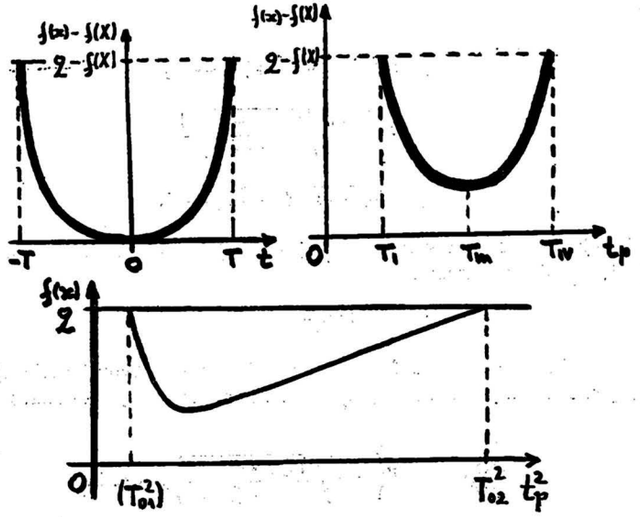
i njihova srednja kvadratska odstupanja

$$\sigma_{I,IV} = \sqrt{\frac{\Sigma (T_{I,IV,p} - T_{I,IV})^2}{n(n-1)}} \quad (9)$$

Što tačnije treba meriti t_p, k, $2R_1$. Kako treba postupiti da bi što tačnije dobili vrednosti T i $f(K)$?

Funkcija $f(x) - f(X)$ je prema (4) kvadratna funkcija (centralna parabola) po vremenu t računatom od sredine pomračenja (Sl. 2. a), a ujedno parabola (ali ne centralna!) po trenutku posmatranja t_p, računatom u proizvoljnoj skali (Sl. 2. b). Ako se nacrta $f(x)$ kao funkcija t_p^2 grafik je oblika kao na Sl. 3, i očigledno za veliko t_p degeneriše u pravu liniju

$$f(x) = A_2 (t_p^2) + B_2.$$



Сл. 2 и 3

(Ovde se kao argument posmatra veličina t_p). Presek ove linije sa $f(x) = q$ daće $(T_{02})^2$ odnosno

$$T_{02} = \sqrt{\frac{q - B_2}{A_2}}. \quad (10)$$

Koeficijenti A_2, B_2 odrede se preko skupa vrednosti $f(x)$, t_p metodom najmanjih kvadrata.[1]

Na sličan način nađe se i

$$T_{01}' = \sqrt{\frac{q - B_1}{A_1}} \quad (11.a)$$

samo se ovde trenuci t_p svode na trenutke t_q relacijom

$$t_q = (T_{02} + T_c) - t_p$$

tako da prvi trenuci posmatranja u skali t_q budu približno jednako daleko od početka skale, kao i trenuci iz skale t_p u slučaju određivanja T_{02}. T_c je proizvoljno velika popravka kojom se postiže i zaokruživanje na vrednost pogodnu za računanje. Time dobijamo to da sada na desnoj strani grafika $f(x) = F(t_q^2)$, koji je za veće vrednosti t_q^2 linearan, tj. oblika

$$f(x) = A_1 (t_q^2) + B_1,$$

presek sa $f(x) = q$ daje T_{01}'. To je vrednost prvog kontakta u skali t_q. Prelaz na t_p je prost:

$$T_{01} = (T_{02} + T_c) - T_{01}'. \quad (11.b)$$

Trenutak maksimalne faze T_m i polovina vremena trajanja pomračenja T dobija se kao

$$T_m = (1/2)(T_{02} + T_{01}), \quad (12)$$

$$T = (1/2)(T_{02} - T_{01}). \quad (13)$$

Ako pomračenje traje kratko relativnu skalu vremena treba izabrati tako da joj početak bude oko 60^m pre prvog kontakta. Za pomračenja koja traju duže dovoljno je 10—15 minuta. Kod računanja t_p približno istu vrednost treba dodati na T_{02}. Npr. ako je $T_{02} = 121^m,716$ uzećemo $t_q = (121,716 + 13,284) - t_p = 135,000 - t_p$. Vreme je podesno izražavati u minutima. Npr. ako prvo merenje pada u $TU = 05^h22^m10,0^s$ uzimamo $t_p = 22^m10,0^s = 22^m,167$, tj. relativnu skalu vremena računamo od $05^h00^m00,0^s$.

Pošto smo odredili T_m i T možemo izračunati trenutke $t = t_p - T_m$.

Jednačinu (4) možemo pisati i u obliku

$$f(x) = C t^2 + f(X)$$

gde su poznati $f(x)$, t, a $f(X)$ i C predstavljaju konstante koje se mogu odrediti metodom najmanjih kvadrata:

---

[1] Nađu se t_p^2, t_2^4, t_p^2 $f(x)$, $f(x)$ za svako posmatranje, zatim njihove sume $[t_p^2] = \Sigma t_p^2$, $[t_p^4] = \Sigma t_y^4$, $[f(x)] = \Sigma f(x)$, $[t_p^2 f(x)] = \Sigma t_p^2 f(x)$ Parametri A_2, B_2 određeni su sa $A_2 = D_1/D$, $B_2 = D_2/D$, gde je $D = [t_p^4]\, n - [t_p^2]\,[t_p^2]$, $D_1 = [t_p^2 f(x)]\, n - [t_p^2]\,[f(x)]$, $D_2 = [t_p^2 f(x)]\,[t_p^2] - [t_p^2]\,[t_p^2 f(x)]$.

АСТРОНОМСКО ДРУШТВО "РУЂЕР БОШКОВИЋ" * БЕОГРАД *

$$f(X)=\frac{[t^4]\,[f(x)]-[t^2]\,[t^2f(x)[}{[t^4]\,n-[t^2]\,[t^2]}$$
$$C=\frac{[t^2f(x)]\,n-[t^2]\,[f(x)]}{[t^4]\,n-[t^2]\,[t^2]}. \qquad (14)$$

Srednje kvadratno odstupanje $\sigma_{(f)X}$ određeno je sa

$$\sigma_{f(X)}=\sigma_{f(X)_i}\sqrt{\frac{D_{22}}{D}}=\sigma_{f(X)_i}\sqrt{\frac{[t^2]}{[t^4]\,n-[t^2]\,[t^2]}} \qquad (15)$$

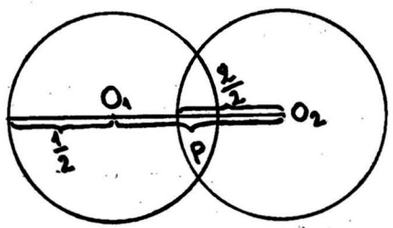
gde je

$$\sigma_{f(X)_i}=\sqrt{\frac{1}{n-2}\Sigma\left\{f(x)_i-Ct_i^2-f(X)\right\}^2} \qquad (16)$$

Maksimalnu fazu Φ_m možemo odrediti pomoću najmanjeg rastojanja centara diskova Sunca i Meseca, izraženog u jedinicama prečnika Sunca $P=(\overline{O_1O_2})_{\min}/2R_1$, kome odgovara $x=X$. Iz (1) sledi

$$P^2=\left[\frac{1}{2}\left(\sqrt{1-X^2}+\sqrt{q^2-X^2}\right)\right]^2=\frac{1}{4}\left[1+q^2+2f(X)\right]. \qquad (17)$$

Prema definiciji maksimalne faze i Sl. 4 sledi



Сл. 4

$$\Phi_m=1-\left(\frac{1}{4}+P-\frac{q}{2}\right) \qquad (18)$$

$$\Phi_m=\frac{1}{2}\left[1+q-\sqrt{1+q^2+2f(X)}\right] \qquad (19)$$

Ako je vrednost q uzeta iz godišnjaka greška u određivanju faze iznosi

$$d\,\Phi_m=\frac{\sigma_{f(x)}}{2\sqrt{1+q^2+2f(X)}}. \qquad (20)$$

Ukoliko se vrednosti T_I, T_{IV} dobijene iz (7) grupišu oko neke srednje vrednosti znači da su q i $f(X)$ dobro određeni. Ako se T_I i T_{IV} sistematski menjaju kao funkcije t_p

treba proveriti q i $f(X)$. U tom smislu dobro je q uzimati iz godišnjaka. U slučaju da T_I sistematski raste, a T_{IV} opada, treba umanjiti (po apsolutnoj vrednosti) $f(X)$. Ako T_I opada, a T_{IV} raste sa porastom t_p potrebno je uvećati $f(X)$.

NAPOMENA:

Ugaoni radijusi Meseca i Sunca su približno jednaki i q se nalazi u intervalu $0{,}8997<q<1{,}0660$. Zbog toga možemo pojednostaviti račun uz izvestan gubitak tačnosti, pretpostavljajući da je $q=1$. Tada (5) postaje

$$f(x)=1-2x^2 \qquad (5)$$

odnosno

$$\pm t=\pm T\sqrt{1-\left(\frac{x}{X}\right)^2} \qquad (5)$$

$$\begin{aligned}
T^{(1)}_{I,p} &= t_p-T\left(1-\sqrt{1-\left(\frac{x}{X}\right)^2}\right)\\
T^{(1)}_{IV,p} &= t_p+T\left(1-\sqrt{1-\left(\frac{x}{X}\right)^2}\right)\\
T^{(2)}_{I,p} &= T^{(1)}_{pIV,p}-2T\\
T^{(2)}_{IV,p} &= T^{(1)}_{pI,p}+2T
\end{aligned} \qquad (7)$$

dok (8) i (9) važe u istom obliku. Interval $2T$ i X možemo odrediti na isti način kao u 1. Umesto $f(x)=A_2(t_p)^2+B_2$ imamo ovde

$$x^2=A'_2(t_p)^2+B'_2.$$

Presek ove linije (u koordinatama t_p^2, x^2) sa $x=0$ daje

$$T_{02}=\sqrt{\frac{B'_2}{A'_2}} \qquad (10)$$

gde se A'_2 i B'_2 odrede metodom najmanjih kvadrata kao i A_2, B_2, uz prostu zamenu $f(x)$ sa x^2. Na način opisan ranije odredi se i

$$T'_{01}=\sqrt{-\frac{B'_1}{A'_1}}$$
$$T_{01}=(T_{02}+T_c)-T'_{01} \qquad (11)$$

Odavde se nalazi T i T_m pomoću (12) i (13). Stavljajući dalje

$$x^2=C't^2+X^2$$

možemo metodom najmanjih kvadrata dobiti X^2 uvrštavanjem u (14) i (16) $f(x)=x^2$, $\sigma_{f(x)}=\sigma_{x^2}$ i

$$\sigma_x=\sqrt{\sigma_{x^2}}\ , \tag{16.a}$$

Za maksimalnu fazu dobija se

$$\Phi_m=1-\sqrt{\frac{1+X^2}{2}}. \tag{20}$$

Tomić Aleksandar

SUMMARY

An attempt of the determination of elements of partial solar eclipse from measurements of chord-length is given in this work. Initial assumptions are: (1) during the eclipse, path of the centre of the lunar disc in relation to the centre of the solar disc presents a straight line, and (2) relative velocity of the centre of the lunar disc is constant. Also, inequality of solar and lunar apparent radii into consideration is taken.

By introduction of the chord function (5) we obtain symmetrical formulas (7) for the first and the last contact time. For obtained group we can find mean values and mean square errors (8), (9). Method of the least squares is used.

ПОСМАТРАЧКИ ПРИЛОЗИ

POMRAČENJE SUNCA 11. V 1975.

Fotografsko praćenje pojave. Snimano je pomoću refraktora Zeiss 110/2040 mm, kroz filtere ŽS—18 i OS—14 iz kompleta Maksutov, na Mikforilm N (Ef-ke). Snimljen je 51 snimak, od toga je upotrebljivo 50. Vidljivost je bila dobra. Barometar je pokazivao 749 mm, srednja temperatura u hladu iznosila je 17,5°C. Trenutke snimanja očitavala je i beležila Dragica Marinković.

Obrada podataka izvršena je metodom izloženim u lit. 1. Dužine tetive određene su na projekcijama dobijenim aparatom za uvećanje slika i izvršena je korekcija za deformaciju kružnice u elipsu pri projekciji (gde je to bilo potrebno). Najpre su dužine tetive izračunate kao delovi prečnika lika Sunca i trenuci posmatranja izraženi u usvojenoj skali vremena. (Tabela I, kolone 3 i 4). Zatim su izračunate vrednosti pomoćne funkcije $f(x)$, kao i T_{01} i T_{02}. Za određivanje T_{02} korišteni su t_p, $f(x)$ pod brojem 35—50, gde je uzeto $t'_p=\text{TU}-05^h02^m$, a za T_{01} pod brojem 1—11, pri čemu je t_q računato kao $t_q=137^m{,}000-t_p$. Iz godišnjaka je uzet količnik

$$q=\frac{R_2}{R_1}=\frac{15'19''}{15'50''}=0{,}9674$$

približno za sredinu lokalnog pomračenja. Tako je dobijeno

$T_{01}=05^h20.^m496$ TU
$T_{02}=07^h03.^m716$ TU
$T_m=06^h12.^m106$ TU
$T' = 51.^m610$
i dalje $f(X)=-0{,}0455$
$C=0{,}000\,389$
$\sigma_{f(x)}=0{,}000\,086\cong 0{,}0001$.

TABELA I

No	TU	x	t_p	t	f(x)	T_I	T_{IV}
				m		m	m
1	$05^h24^m10{,}0$	0,247	24,167	—47,874	+0,8453	20,956	124,176
2	25 17,5	0,285	25,292	46,749	0,8049	20,971	124,191
3	27 11,5	0,333	27,192	44,849	0,7456	21,193	124,413
4	28 17,0	0,363	28,283	43,758	0,7038	21,062	124,282
5	29 30,0	0,390	29,500	42,541	0,6631	21,057	124,277
6	31 32,3	0,426	31,542	40,499	0,6043	21,269	124,489
7	33 17,0	0,466	33,283	38,758	0,5329	20,673	123,893
8	35 23,0	0,492	35,383	36,658	0,4831	21,056	124,276
9	37 46,5	0,526	37,775	34,266	0,4138	20,919	124,139
10	40 19,0	0,588	40,317	31,724	0,3444	20,727	123,947
11	43 08,0	0,595	43,102	28,939	0,2590	19,789	123,009
12	46 57,0	0,627	46,950	25,091	0,1808	19,735	122,955
13	50 00,0	0,648	50,000	22,041	0,1272	19,701	122,921
14	53 08,0	0,658	53,133	18,908	0,1010	21,151	124,371
15	54 57,0	0,678	54,950	17,091	0,0476	18,978	122,207
16	55 56,0	0,682	55,942	16,099	0,0367	19,034	122,254
17	59 21,0	0,692	59,350	12,691	+0,0092	19,733	122,953
18+	06 00 41,5	0,700	60,692	11,349	—0,0131	18,312	121,532
19+	05 35,0	0,711	65,583	06,458	0,0442	15,822	119,042
20	08 52,5	0,712	68,875	03,166	0,0471	19,316	122,536
21+	10 38,5	0,714	70,642	—01,399	0,0528	23,647	126,867
22+	12 34,5	0,719	72,575	+00,534	0,0671	28,502	131,722
23+	13 02,0	0,708	73,033	00,992	0,0357	16,347	119,567
24+	14 05,0	0,706	74,083	02,042	0,0300	16,089	119,309
25	17 15,5	0,705	77,258	05,217	0,0272	18,711	121,931
26	18 55,0	0,706	78,917	06,876	0,0300	20,923	124,143
27	21 59,0	0,698	81,983	09,942	0,0075	20,377	123,597
28+	23 43,0	0,697	83,717	11,676	—0,0048	21,762	124,982
29	25 31,0	0,688	85,517	13,476	+0,0202	20,763	123,983
30	27 09,5	0,679	87,158	15,117	0,0448	20,138	123,358
31+	29 43,5	0,655	89,725	17,684	0,1089	17,998	121,218
32+	32 23,5	0,631	92,392	20,351	0,1707	16,938	120,158
33	40 14,5	0,581	100,233	28,192	0,2920	18,832	122,052
34	40 33,5	0,579	100,558	28,517	0,2966	18,955	122,175
35	43 26,0	0,556	103,433	31,392	0,3489	19,618	122,839

TABELA I — nastavak

No	TU	x	t_p	t	f(x)	T_I	T_{IV}
			m	m		m	m
36	06h45m58,5	0,535	105,975	33,934	0,3947	20,342	123,562
37	48 43,0	0,481	108,717	36,676	0,5045	19,077	122,297
38	51 12,5	0,451	111,208	39,167	0,5605	19,678	122,898
39	52 08,0	0,436	112,133	40,092	0,5871	19,737	122,957
40	53 50,5	0,399	113,842	41,801	0,6489	19,500	122,720
41	56 11,5	0,360	116,192	44,151	0,7081	20,065	123,285
42	57 24,5	0,301	117,408	45,367	0,7861	19,034	122,254
43	58 17,0	0,300	118,283	46,242	0,7873	19,876	123,096
44	59 37,5	0,264	119,625	47,584	0,8280	20,088	123,308
45	07 00 15,0	0,241	120,250	48,209	0,8512	20,081	123,301
46	00 49,0	0,216	120,817	48,766	0,8741	20,031	123,251
47	01 46,0	0,181	121,767	49,726	0,9019	20,244	123,464
48	02 29,0	0,146	122,483	50,442	0,9248	20,360	123,580
49	03 16,0	0,094	123,267	51,226	0,9497	20,500	123,720
50	03 28,5	0,032	123,475	+51,437	+0,9654	20,306	123,526

Za te vrednosti T_m i T izračunati su t, T_I, T_{IV}, kolone 6,7 i 8, Tabela I. Za T_I i T_{IV} izračunato je $\sigma_{I,IV}$ i odstranjene su vrednosti koje odstupaju više od 5 $\sigma_{I,IV}$, a to su N° 18, 19, 21, 22, 23, 24, 28, 31 i 32. Za preostalu 41 vrednost ponovo su izračunate srednje vrednosti i srednja kvadratska odstupanja, čime se dobilo

$$T_I = 05^h20^m05,^s6 \pm 7,^s1 \quad TU$$
$$T_{IV} = 07^h03^m24,^s9 \pm 0,^s8 \quad TU$$

i trajanje pomračenja

$$\tau = 103,^m321 = 103^m19,^s3.$$

Za maksimalnu fazu dobijena je vrednost

$$\Phi = 0,30457 \pm 0,00003.$$

Za mesto posmatranja ($\varphi = +44,°826\,389$, $\lambda = -20,°450\,417$, $h = +135$ m) izračunati su trenuci kontakata i najveće faze i najveća faza prema Lit. 2, pri čemu je ξ, η, ζ, m, n, l_e, l_i računato na 9 decimalnih mesta, a M, N, ψ, Φ na 5. Tako se dobija (za geoid IAU, 1964)

$$TE_I = 05^h21^m53,^s7$$
$$TE_{IV} = 07^h03^m06,^s2$$

odakle je

$$TE_I - TU_I = +108,^s1$$
$$TE_{IV} - TU_{IV} = -18,^s7$$

ili srednja vrednost: $+44,^s7$. S obzirom na greške sa kojim su određeni TU_I i TU_{IV} biće

$$\sigma_{\Delta T} = \sqrt{\frac{1}{2}\left[\left(\frac{7,1}{2}\right)^2 + \left(\frac{0,8}{2}\right)^2\right]} = 2,^s5$$

tj. $$\Delta T = +44,^s7 \pm 2,^s5.$$

Za najveću fazu dobijeno je

$$\Phi = 0,29962$$

što se od vrednosti dobijene iz merenja razlikuje za 1,6%.

Za geoid Krasovskog $$\Delta T = +44,^s5 \pm 2,^s5.$$

Određivanje odnosa q sa snimka — bliskog maksimumu. Sa snimka br. 25 izmeren je prečnik Sunca na projekciji $D' = 110$ mm, i koordinate četiri tačke na rubu Mesečevog diska (obeležene sa A, B, C, i D). U Tabeli II date su koor. x, y tih tačaka. Preseci normala na šest tetiva koje se mogu povući kroz te tačke, kroz sredine tetiva, daju 10 vrednosti koordinata centra Mesečevog diska X, Y (Tabela III). Odatle se dobija

TABELA II

Tačka	x	y	R2	δR2 (mm)
A	80	104	53,15	0,58
B	60	82	52,60	0,13
C	50	77	52,65	0,58
D	06	80	53,09	0,71

TABELA III

X	38,9	31,3	31,3	31,5	30,7	30,0	31,3	30,6	31,3	31,3
Y	121,3	127,0	128,0	121,5	128,4	129,0	126,0	128,3	126,9	126,9

$$X = 31,82 \pm 0,81$$
$$Y = 126,42 \pm 0,36$$

Rastojanja ove tačke od A, B, C, D daće četiri vrednosti za poluprečnik Mesečevog diska na projekciji, a može se izračunati i greška svake od njih. Te vrednosti date — su u Tabeli II. Njihove srednje vrednosti su

$$R_2 = 52,87 \pm 0,50$$

što daje, s obzirom da je $R_1 = 55,00 \pm 0,50$, za q iznos

$$q = R_2/R_1 = 0,9613 \pm 0,0095.$$

Ugaone dimenzije poluprečnika Sunca i Meseca mogu se takođe izračunati s obzirom na relaciju

$$R'' = 206\ 265 \frac{R\,(\text{mm})}{F\,(\text{mm})}$$

u kojoj R(mm) predstavlja poluprečnik Sunca na filmu, a F(mm) žižnu daljinu teleskopa-kamere. Diferenciranjem tog obrasca dobija se i greška s kojom je određen ugaoni poluprečnik. Kako je izmereno

$$R_1\,(\text{mm}) = 19{,}236 \pm 0{,}040$$
$$F\ (\text{mm}) = 2040 \pm 26$$

i

dobija se

$$R_1 = 16'12{,}5'' \pm 16{,}4''$$
$$R_2 = q\,R_1 = 15'34{,}9'' \pm 25{,}0''.$$

Tomić Aleksandar

LITERATURA

1. Tomić, A.: Određivanje elemenata delimičnog pomračenja Sunca iz merenja dužine tetive, *Vasiona*, 1/1976.
2. Астрономический ежегодник 1975, Наука, Москва.

DVA NAČINA ZA DOBIJANJE VIŠE RAZLIČITIH I VELIKIH UVELIČANJA NA ASTRONOMSKOM TELESKOPU

Dodatak Barlova (Barlow) i dodatak Zum (zoom)

Amaterski astronomski teleskop je univerzalan optički instrument pa kao takav omogućuje obavljanje raznovrsnih amaterskih astronomskih posmatranja, kako različitih nebeskih tela tako i primenu različitih metoda za njihovo izučavanje. Ovu univerzalnost oni postižu zahvaljujući svom celokupnom konstruktivnom rešenju koje omogućuje upotrebu brojnog pomoćnog pribora sa desetak optičkih i drugih dodataka.

Prikaz dva optička dodatka, koji se koriste za postizanje velikih uveličanja, njihovo konstruktivno rešenje i primer praktične izrade zadatak je ovoga članka. Jedan se u anglosaksonskoj literaturi naziva dodatak Barlova *(Barlow)* a drugi Zum dodatak *(zoom)* pa su pod tim imenom poznati i u našoj zemlji.

Dodatak Barlova (Barlow)

Dodatak Barlova sadrži jedno ili sistem divergentnih (negativnih tj. rasipnih) sočiva koji su postavljeni u jednu cev dugu 10 do 15 cm. Prednji kraj cevi (na njemu su sočiva) napravljen je tako da se može učvrstiti na teleskop. Pričvršćuje se na taj način što se skine okular a na njegovo mesto montira cev Barlov dodatka. Na suprotni kraj cevi se pričvršćuje skinuti okular. Da bismo shvatili ulogu ovoga optičkog dodatka posmatrajmo sliku 1:

Na slici vidimo da su sočiva Barlov dodatka postavljena ispred tačke u kojoj se seku svetlosni zraci koji dolaze sa objektiva (tj. ispred žiže objektiva F). Pošto su to rasipna

sočiva ona svetlosne zrake rasipaju pa se sada zraci ne seku u tački A (na udaljenosti od objektiva OA=F) već u nekoj drugoj tački, tački B. Pošto je udaljenost OB veća od udaljenosti OA, znači, upotrebom Barlov dodatka povećava se žižna daljina objektiva tj. dobija se neka ekvivalentna žižna daljina F_1.

U praksi se obično konstruišu Barlov dodaci kod kojih je $F_1 = 2F$ i $F_1 = 3F$ i oni se zovu Barlov dodatak tri puta (3x) odnosno Barlov dodatak dva puta (2x).

Primer 1.: Kako je uveličanje nekog teleskopa direktno srazmerno žižnoj daljini objektiva:

$$\left(U = \frac{\text{žižna daljina objektiva}}{\text{žižna daljina okulara}} = \frac{F}{f} \right)$$

upotrebom Barlov dodatka tj. povećanjem žižne daljine objektiva dobija se i veće uveličanje. Posmatrajmo recimo teleskop sa objektivom F=800 mm i koristimo okular f=10 mm. Uvećanje teleskopa u ovom slučaju iznosi:

$$U = \frac{F}{f} = \frac{800}{10} = 80 \text{ puta}.$$

Ako upotrebljavamo Barlov dodatak naprimer dva puta (2X) sa istim teleskopom i okularom dobićemo uveličanje:

$$U = \frac{2 \cdot F}{f} = \frac{2 \cdot 800}{10} = \frac{1600}{10} = 160 \text{ puta}.$$

Proračun: Sočivo (ili sistem sočiva) Barlov dodatka nalazi se na udaljenosti d od objektiva teleskopa. (pogledaj sliku 1.) Ova udaljenost je uvek manja od žižne daljine objektiva F i obično je d za samo nekoliko santimetara manje od F (razlika se kreće uglavnom od 2 do 10 cm).

Proračun Barlov dodatka počinje izračunavanjem ekvivalentne žižne daljine F_1, koja zavisi od žižne daljine objektiva F, žižne daljine negativnog sočiva Barlov dodatka f_1 i rastojanja d

$$F_1 = \frac{-F \cdot f_2}{d - (F + f_1)} \qquad (1)$$

(F_1 dobija se u cm ako se sve veličine izraze u cm.)

Obično se odabere negativno sočivo za Barlov dodatak (ili sistem sočiva) pa usvajajući različite vrednosti za d dobijamo različite vrednosti ekvivelentne žižne daljine F_1. Na kraju usvajamo ono F_1 koje najbolje odgovara uslovu zadatka (naprimer $F_1 = 2F$).

Da bismo sada mogli izraditi Barlov dodatak potreban nam je još podatak na kojoj se udaljenosti l od objektiva formira lik predmeta. Ovaj podatak nam je potreban za izračunavanje dužine cevi Barlov dodatka. Obrazac za l glasi:

$$l = F_1 - \frac{d\,(F - d)}{d - (F + f_1)} \qquad (2)$$

Kod dobro proračunatih Barlov dodataka ovo l se kreće između 10 i 15 cm više od žižne daljine objektiva teleskopa na koji se Barlov dodatak montira.

Dužinu cevi Barlov dodatka dobijamo kao razliku ukupne dužine glavne cevi teleskopa (cevi sa objektivom) i izračunate vrednosti za 1 po obrascu 2. Ovoj razlici još treba dodati dužinu potrebnu za spajanje Barlov dodatka i teleskopa kao i dužinu potrebnu za montiranje okulara.

Primer 2. — Zadatak: Proračunati Barlov dodatak dva puta ($F_1=2F$) za ruski školski teleskop čiji objektiv ima žižnu daljinu F=80 cm (800 mm).

Prvo usvajamo negativno sočivo za Barlov dodatak. Uzimamo sočivo dioptrije D= —10 (u najvećem broju slučajeva Barlov dodaci imaju ovu vrednost dioptrije). Žižna daljina ovoga sočiva iznosi:

$$f_1 = \frac{1}{D} = -\frac{1}{10} = -0{,}1\ \text{m} = -10\ \text{cm}.$$

Sada biramo različite vrednosti za d i izračunavamo ekvivalentnu žižnu daljinu F_1. Na ovaj način utvrđujemo da traženu vrednost za $F_1(F_1=2F)$ dobijamo ako usvojimo d=75 cm.

$$F_1 = \frac{80 \cdot 10}{75-(80=10)} = 160\ \text{cm}.$$

$$l = 160 - \frac{75\,(80-75)}{75-(80-10)} = 85\ \text{cm}$$

Dužinu cevi Barlov dodatka D_t izračunavamo pošto smo prethodno izmerili cev teleskopa D_t i usvojili potrebnu dužinu D_s za spajanje dodatka sa teleskopom kao i za pričvršćenje okulara. U našem slučaju te veličine iznose: D =76 cm; D s=3 cm.

$$D = 1 - D_t + D_s = 85 - 76 + 3 = 12\ \text{cm}.$$

Konstrukcija Barlov dodatka: Konstruktivno rešenje koje iznosimo malo se razlikuje od Barlov dodatka koji se fabrički proizvode i to u prvom redu po svojoj funkcionalnosti. Naime ovo rešenje omogućuje upotrebu Barlov dodatka kako za vizuelna tako i za fotografska posmatranja.

Cev Barlov dodatka najbolje je izraditi iz aluminijuma ali može i od bilo kog drugog materijala (po mogućnosti što lakšeg) Njen spoljašni prečnik zavisi od teleskopa na koji se montira (za ruski školski teleskop iznosi 45 mm) Unutrašnji prečnik je obično manji od spoljašnjeg za 5 do 10 mm.

Kao sočivo može se koristiti staklo za naočare (pošto u našim prodavnicama Optike drugo ni nemaju). Pošto se sočiva sa dioptrijom —10 ne proizvode koristimo dva sočiva--jedno dioptrije — 4 a drugo —6. Sočivo montiramo jedno do drugog (slepljena) tako da nam daju ekvivalentnu dioptriju — 10.

U unutrašnjosti cevi namenjene za Barlov dodatak napravi se žleb dužine 1 do 3 mm za smeštaj sočiva.

Postupak montiranja sočiva u cev je sledeći:

Pošto su stakla (sočiva) za naočare neprecizno izrađena po rubovima mora se koristiti dijafragma-limeni prsten otvora 5 do 20 mm koji omogućuje da se kod sočiva iskorišćuje samo središnji deo, koji je najpreciznije izrađen dok se rubovi uopšte ne koriste

Postupak montiranja sočiva u cev Barlov dodatka je sledeći:

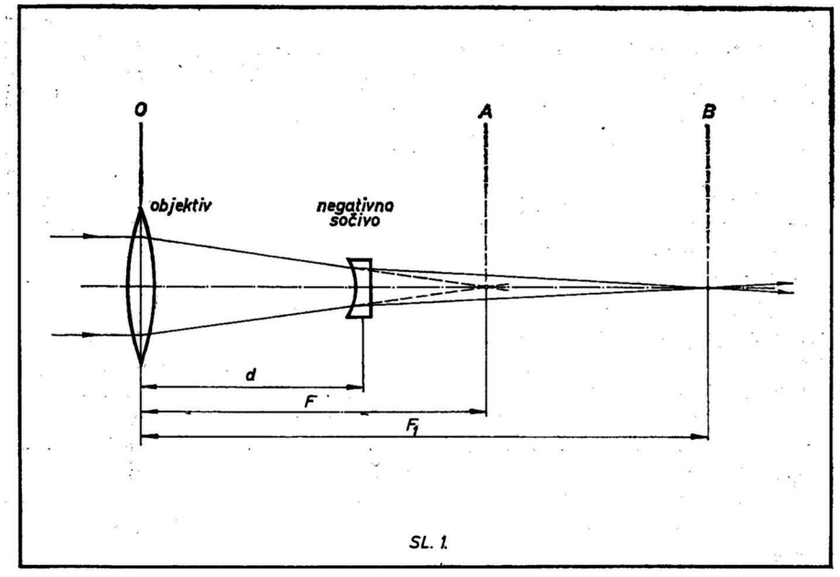
U žleb za smeštaj sočiva prvo se postavi limeni prsten koji pored uloge dijafragme još povećava površinu naleganja stakla u cevi. Na limeni prsten se stavlja gumeni prsten a na njega se postavljaju sočiva. Na sočiva dolazi ponovo gumeni prsten a zatim metalni prsten kao mehanička zaštita sočiva. Da sve ovo ne bi ispadalo iz cevi u žleb se postavlja Zeger-ov osigurač. (pogledaj sliku 2).

Na drugom (suprotnom) kraju cevi narezan je navoj M 42×1. Ovo omogućuje da na Barlov dodatak može da se montira ili fotoaparat ili nosač okulara. Nosač okulara pak omogućuje korišćenje više okulara tako da se sa jednim Barlov dodatkom, promenom okulara, dobijaju različita uveličanja.

Dodatak Zum (zoom)

Dodatak Zum je optički dodatak teleskopu koji se montira ispred okulara (kao i Barlov dodatak) a koji omogućuje da sa jednim okularom dobijamo različita uveličanja.

Uveličanja se menjaju pomeranjem (uvlačenjem-izvlačenjem) jedne pokretne cevi. Ako je konstruktivno rešenje takvo da se ova cev može pomerati kontinualno dobija se neprekidan niz različitih uveličanja. Međutim, obično se Zum dodatak konstruiše na taj način što se cev pomera skokovito pa se dobijaju tačno određena uveličanja, kako po određenom broju mogućih uveličanja tako i tačno određena veličina pojedinih uveličanja. (jednom skoku odgovara tačno određena vrednost uveličanja).

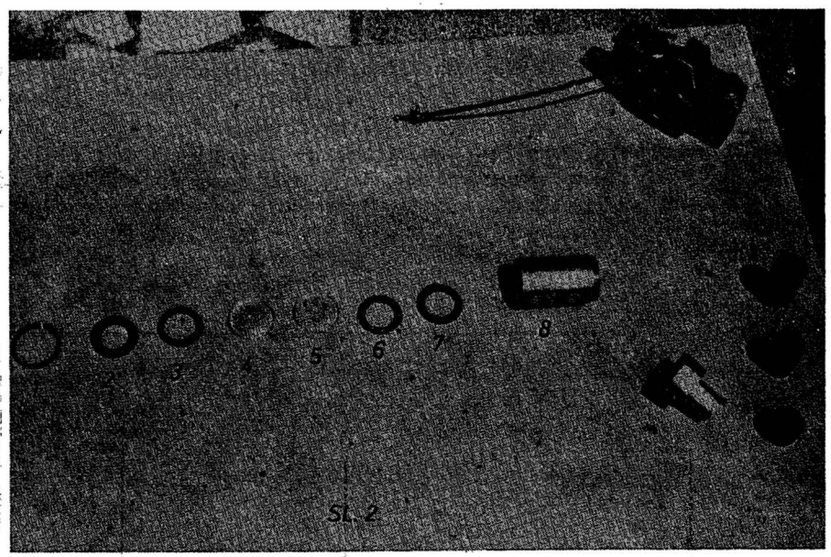


SL. 1.

Savremeni Zum dodaci rade na nekoliko različitih ali vrlo sličnih principa. U opštem slučaju oni se sastoje od složenih optičkih sitema (može se reći vrlo složenih) koji u svom sastavu imaju nekoliko rasipnih i sabirnih sočiva. (obično 6 do 8). Ovom prilikom

biće predstavljen princip rada Zum dodatka koji u suštini predstavlja Barlov dodatak konstruisan na poseban način.

Videli smo da ekvivalentna žižna daljina F_1, koja se dobija upotrebom Barlov dodatka zavisi od rastojanja negativnih sočiva od objektiva teleskopa d. Menjajući ovo rastojanje d, sa jednim Barlovom dobijaju se različite vrednosti F_1 a time i različite vredntosti uveličanja $\left(U = \frac{F_1}{f}\right)$. Znači, izradom Barlov dodatka tako da se mogu menjati vrednosti d, a za svaku vrednost d podesiti potrebnu udaljenost lika od objektiva l (podešavajući vrednost za l ustvari izoštravamo sliku), dobija se dodatak Zum.



Proračun za Zum dodatak identičan je proračunu Barlov dodatka s tim što se još za vreme proračuna mora voditi računa o mogućnosti i problemima praktične izrade. Ovaj proračun najbolje ćemo razumeti na sledećem praktičnom primeru:

Primer 3. — Zadatak: Proračunati Zum dodatak za ruski školski teleskop čije su karakteristike 80/800 (prečnik objektiva/žižna daljina objektiva)a ako koristimo okular f=10 mm.

Prvo određujemo najveću vrednost (granicu) uveličanja koju nam karakteristike ovoga instrumenta dozvoljavaju.

Praksa je pokazala da nema smisla koristiti uveličanja koja su veća od dvostruke vrednosti prečnika objektiva teleskopa izraženim u milimetrima. Za naš slučaj to je 2 puta 80 tj. 160 puta.

Sada izračunavamo vrednost uveličanja koje se dobija upotrebom okulara: U=F/f= =800/10=80 puta.

Ove proračunate vrednosti nam govore da za ovaj teleskop može da se koristi Zum dodatak koji će da daje uveličanja u rasponu 80 do 160 puta. Tek sada možemo pristupiti proračunu Zum dodatka.

Ovaj proračun je identičan proračunu Barlov dodataka. Prvo usvajamo negativno sočivo — uzimamo sočivo isto kao i u primeru 1. (f_1= — 10 cm). Ekvivalentnu žižnu daljinu F_1 izračunavamo u zavisnosti od različtih vrednosti udaljenja d. Izborom desetak različitih vrednosti ovoga udaljenja usvajamo samo one koje se (u potpunosti) slažu sa graničnim vrednostima uveličanja. Tj. one d koje daju vrednosti ekvivelentne žižne daljine, koja omogućuje uveličanja teleskopa u rasponu od 80 do 160 puta.

Usvajamo sledeće vrednosti za d:

d=78 cm za koje je: F_1=100 cm; l=80,4 cm (U=100 puta)
d=77 cm za koje je: F_1=114 cm; l=81 cm (U=114 puta)
d=76 cm za koje je: F_1=133 cm; l=82 cm (U=133 puta)
d=75 cm za koje je: F_1=160 cm; l=86 cm (U=160 puta)

Ove proračunate vrednosti nam govore da konstruktivno rešenje treba da omogući pomeranje negativnog sočiva za tri santimetra a pomeranje okulara za oko 5, 6 santimetara. Pošto su ove vrednosti pomeranja male zaključujemo da ovakav Zum dodatak je moguće napraviti. Kada je potrebno pomeranje veće od 10—15 cm Zum dodatak je neprikladan za izradu i tada se proračun izvodi ponovo.

Konstrukcija — Konstrukciono rešenje ovoga Zum dodatka je izvedeno iz tri cevi. Prva cev se pričvršćuje za teleskop. Druga cev se nalazi u prvoj ali tako da se može fino pomerati. Njeno pomeranje može biti izvedeno na dva načina — kontinualno i skokovito. Ako je pomeranje cevi kontinualno, Zum dodatak omogućuje neprekidan niz različitih uveličanja a za skokovito pomeranje tačno određen broj određenih vrednosti uveličanja. Na prednjem kraju cevi smeštena je optika — negativno sočivo (ili sočiva). U suštini ova cev je obično Barlov dodarak.

U unutrašnjosti druge cevi nalazi se treća cev na čijem se slobodnom kraju pričvršćuje okular ili fotoaparat. Konstrukcija treba da omogućuje da se ova cev može pomerati veoma fino i kontinualno, jer njenim pomeranjem izoštrava se slika (tj. podešava se l.)

Upotreba Barlov i Zum dodatka

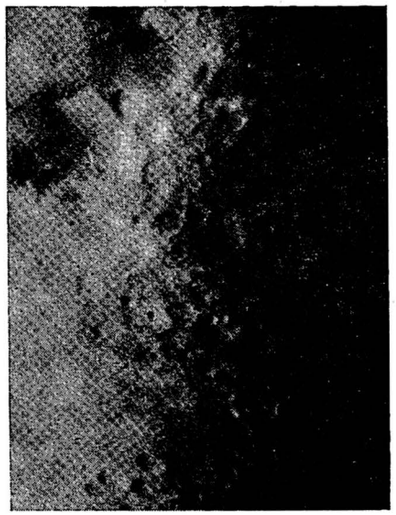
Pošto se upotrebom ovih optičkih dodataka na teleskopu dobijaju velika uveličanja, ove dodatke koristimo samo kada to meteorološki uslovi dozvoljavaju i to za posmatranje sjajnijih nebeskih tela, kao što su Sunce, Mesec i najsjajnije planete.

U praksi se obično za vizuelna posmatranja koriste Zum dodaci a za fotografisanje Barlov dodaci.

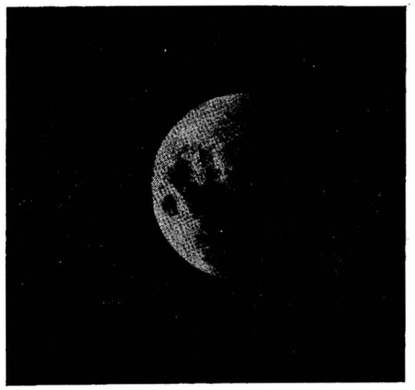
Astronomska društva ih najviše koriste prilikom naučno popularnih posmatranja neba za građanstvo, za posmatranje Meseca i planeta.

Astronomi amateri ove dodatke uglavnom koriste za snimanje Sunca, Meseca, Venere i Jupitera. Pošto poseduju male instrumente, bez upotrebe ovih optičkih dodataka prečnik Sunca i Meseca na snimljenom filmu iznosi oko pet milimetara, što onemogućuje registrovanje detalja na njihovoj površini. Upotrebom Barlov ili Zum dodatka mogućnosti za snimanje preko amaterskog astronomskog teleskopa se prilično povećavaju. Tako sada na snimljenom filmu prečnik Sunca i Meseca iznosi 10—20 milimetara što omogućuje da se snime veće pege i grupe pega na Suncu kao i veći krateri na Mesecu. Kod snimanja Venere sasvim se lepo može snimiti njena faza a kod Jupitera, četiri njegova najsjajnija satelita (Galilijevi sateliti) pa čak tamne pruge i velika crvena pega na njegovom disku. (za ovo poslednje treba koristiti teleskop sa objektivom najmanje 100 mm (4 inča).

Profesionalni astronomi u principu koriste samo Barlov dodatak. Upotrebljavaju ga za fotografisanje Sunca (pega) i planeta.



Sl. 3



Sl. 4

Savremeni amaterski teleskopi obavezno u svom pomoćnom priboru imaju Barlov ili Zum dodatak. Ovi dodaci se nalaze u slobodnoj prodaji samo u zapadnim zemljama (SAD, Japan, Velika Britanija, Savezna republika Nemačka itd.). Prodaju se u okviru kompletnog optičkog pribora za teleskop (sa okularima, prizmama, filtrima itd.) kao i pojedinačno. Tako naprimer cena jednog Barlov dodatka kreće se između 10 i 20 američkih dolara. Zum dodatak se prodaje nekoliko puta skuplje. Ako sami izrađujete ove optičke dodatke onda vas izrada jednog dodatka košta 200 do 400 dinara. Cena najviše zavisi od plaćene usluge metalo-strugaru za izradu potrebnih cevi. (optika-stakla za naočare koštaju ispod 100 dinara.).

Novi Sad 18. VIII 1975.

Astronomsko društvo „Novi Sad“
— „ADNOS“ — Novi Sad
Jaroslav Francisty

LAKATNI TRAŽILAC

Posmatrači koji koriste reflektore retko kada koriste pomoćne uređaje za centriranje okulara na dati objekt. Umesto toga služe se oni nišanom (kao na pušci) ili končanicom. Sada međutim, Amerikanac Harry F. Kale iz Njuport Biča (Kalifornija) nudi jedno efikasnije sredstvo. Radi se o lakatnom tražiocu (engl. elbow finder). Evo šta on sam o tome kaže:

„Moj tražilac sastoji se od cevi, savijene pod pravim uglom, dužine 20 cm i širine 7,5 cm. Na krajevima cevi su dva metalna prstena koja drže par uveličavajućih sočiva 7,5 cm veličine i 10 cm žižne daljine.

„Dva valjka se mogu tako zalemiti da se dobije cev. Pre nego što sam cev postavio, presekao sam jedan valjak na pola pod uglom od 45°, drugu polovinu potom zarotirao i ponovo ih zalemio, tako da izgledaju kao lakat savijen pod pravim uglom.

Cilindrični blok od drveta isekao sam tako da formira pravougaonu prizmu i učvrstio sam ga unutar „lakta“ da podupire ravno ogledalo koje je onda stajalo pod uglom od 45°. Na udaljenosti 10 cm od uveličavajućeg sočiva koje mi služi kao objektiv, postavio sam končanicu-dve žice ukrštene pod pravim uglom. U tom položaju su žice oštro fokusirane od strane sočiva koje mi služi kao okular.

„Ravno ogledalo je neophodno kao dijagonalni element koji služi zato da savija svetlosne zrake u cilju izbegavanja višestrukog odbijanja pa odatle i višestrukog zvezdanog lika. Kupio sam ga u jednoj prodavnici optičkog pribora i alatkom za brušenje stakla oblikovao ga tako da odgovara mestu koje sam mu namenio u unutrašnjosti „lakta“. Lepkom od silikonske gume pričvrstio sam ogledalo za drvenu prizmu.

„Prstenove koji mi služe za učvršćivanje tražioca za glavni teleskop sam načinio od aluminijuma. U svakom prstenu načinio sam tri identična rupe kroz koje sam provukao zavrtnje za pričvršćenje. Svaki prsten je pomoću jednog klina pričvršćen za cev glavnog teleskopa i to je učinjeno na onim mestima gde su optičke ose dva instrumenta približno paralelne. Konačno doterivanje u liniju može se izvršiti po danu, tako što se prvo udaljen objekat centrira u okularu glavnog teleskopa, pa zatim se centrira končanica tražioca na isti objekat manipulisanjem zavrtnjima za pričvršćivanje aluminijumskih prstenova. Premda tražilac ne uveličava zvezdano polje, moć skupljanja svetlosti objektiva od 7,5 cm znatno uvećava prividan sjaj svih nebeskih objekata. Silueta končanice jasno se vidi na fonu neba a s druge strane „lakatna“ šema doprinosi znatno udobnijem ispitivanju neba“.

Prema članku iz rubrike:

„*The Amateur Scientist*“, Iz časopisa: „*Scientific American*“ (za jun 1975.)

Slobodan Ninković

ПРИЛОЗИ ШКОЛСКОЈ НАСТАВИ

ВЕЗА ИЗМЕЂУ СИСТЕМА ПРИВИДНИХ ВЕЛИЧИНА И СИСТЕМА ФОТОМЕТРИЈСКИХ ЈЕДИНИЦА

III

Веза између оптичких и енергетских величина

Повезивање астрономских са физичким појмовима не би било потпуно ако би се изоставило разматрање осетљивости људског ока, механичког еквивалента светлости и прага осетљивости људског ока, јер су индиректно то фактори који су утицали на стварање астрономске скале привидних величина.

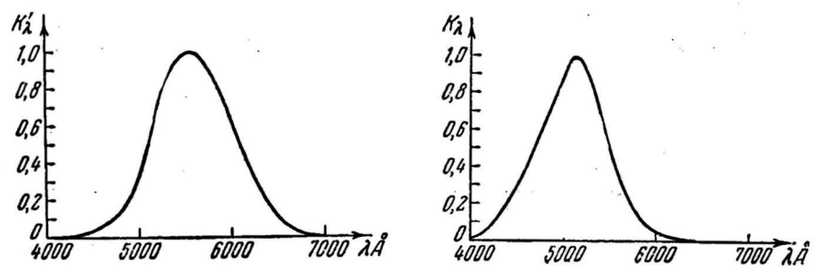
Људско око, као и сваки реални пријемник зрачења, није подједнако осетљиво на све таласне дужине. Шта више, његова осетљивост при дневном осветљењу за

једну таласну дужину по правилу је друкчија од осетљивости за ту исту таласну дужину при ноћном осветљењу. Та појава је условљена грађом и особинама људског ока. Еволуцијом, наиме, човечије око се формирало тако да при јачем светлу главну улогу имају елементи мрежњаче звани чепићи, који су најосетљивији на ону област таласних дужина која одговара области око максимума у спектру Сунчевог зрачења које стиже до тла. Сужавањем отвора зенице се регулише осветљење тако да на мрежњачу пада по могућности што повољнији флукс зрачења.

Само сужавање отвора зенице није могло, међутим, да пружи регулацију осетљивости мрежњаче у огромном распону од око 10^5 lx, што одговара осветљености у подне ведрог дана, и 0,3 lx, што одговара пуној месечини. Због тога се за ноћно виђење развио посебан систем елемената веома осетљив на мале осветљености. Ти елементи се називају штапићи. Чепићи се налазе углавном у централном делу мрежњаче где се формирају ликови виђених предмета. Штапићи су пак расути по целом очном дну, изузев мале централне области. Док сваком чепићу следује по једно влакно видног нерва, дотле једно влакно опслужује групу штапића. Чепића има неколико милиона док штапића има више (око 10 милиона). Чепићи су дебљи од штапића.

Ако је предмет добро осветљен онда ће се две тачке на њему видети одвојено тек ако њихови ликови падну на посебне чепиће. У просеку то одговара углавној раздаљини од око 1'. Тиме је и ограничена раздвојна моћ људског ока.

Еволуцијом чепићи су формирани као елементи који добро разликују боје. То додуше могу чинити само ако је осветљеност добра. Штапићи веома лоше разликују боје. Зато су „ноћу све мачке сиве". Они не могу дати ни такву раздвојну моћ као чепићи. Њихова је основна дужност да виде у условима какви постоје ноћу, када нашим прецима није ни било неопходно да буду веома активни.



Крива спектралне осетљивости људског ока при дневном (сл. 1) и ноћном виђењу (сл. 2)

Неједнака осетљивост на боје се може веома јасно видети са такозваних *кривих спектралне осетљивости* за дневно (сл. 1) и ноћно виђење (сл. 2). То су криве на којима је дата тзв. релативна осветљеност измерена за разне таласне дужине у условима дневног и ноћног виђења. Под релативном осетљивошћу се подразумева број k_λ који јпоказује колико пута је минимална осветљеност E_λ на таласној дужини λ за коју око ош увек реагује у оквиру опсега $d\lambda$, мања од одговарајуће минималне осетљивости на таласној дужини λ_0 за коју је око најосетљивије; све у истим условима видљивости. Ти бројеви су дати и у виду таблица, одвојено за ноћно и за дневно виђење. Јасна је ствар да се на таквим кривама не може видети да је осетљивост при ноћном виђењу

већа од осетљивости при дневном виђењу, јер је свака крива рађена у релативном систему дневног односно ноћног виђења.

Таблица I

Релативне спектралне осетљивости људског ока k_λ при дневном виђењу

λ	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
4000 Å	0,0004	0,0012	0,0040	0,0116	0,023	0,038	0,060	0,091	0,139	0,208
5000	0,323	0,503	0,710	0,862	0,954	0,995	0,995	0,952	0,870	0,757
6000	0,631	0,503	0,381	0,265	0,175	0,107	0,061	0,032	0,017	0,0082
7000	0,0041	0,0021	0,00105							

Таблица II

Релативна спектрална осетљивост људског ока k_λ при ноћном виђењу

λ	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
4000 Å	0,0185	0,040	0,076	0,132	0,212	0,302	0,406	0,520	0,650	0,770
5000	0,900	0,985	0,960	0,840	0,860	0,500	0,350	0,228	0,140	0,083
6000	0,0490	0,30	0,0175	0,010	0,0058	0,0032	0,0017			

Максималну осетљивост око има дању за таласну дужину од 5550 Å, а ноћу за 5130 Å. Као што се лако може сагледати са криве, ноћу црвене предмете човек једва назире — види их као сасвим тамне.

Пошто су ове криве изведене из резултата мерења на стотинама људи, крива осетљивости појединаца се може знатно разликовати од просечне.

За таласне дужине максимума кривих *механички еквивалент светлости* износи, како су мерења показала

за дневно виђење: 1 lm~0,001 47 W,
за ноћно виђење; 1 lm~0,000 58 W.

За сваку другу таласну дужину механички еквивалент светлости ће се добити дељењем ових износа са k_λ узетим за одговарајућу врсту виђења.

Ако хоћемо да нађемо укупну енергију F коју у јединици времена зрачи извор чија је расподела зрачења по таласним дужинама F_λ а прима га наше око расподеле спектралне осетљивости k_λ с тим да је вредност светлосне енергије F изражена у луменима, онда морамо извршити интеграцију по свим таласним дужинама. Например, за дневно виђење:

$$F = \frac{1}{0{,}001\,47} \int k_\lambda F_\lambda \, d\lambda$$

при томе је $F_\lambda \, d\lambda$ изражено у ватима.

Занимљиво је да количник

$$\int k_\lambda F_\lambda \, d\lambda \,/\, \int F_\lambda \, d\lambda$$

за случај да је тело које зрачи црно тело, достиже највећу вредност за $T = 6500$ K. Тада вредност количника који уствари показује колико износи ефикасност нашег

ока у пријему зрачења, износи 13,9%. За све друге температуре је знатно нижа. То је наравно због тога јер се око еволуцијом формирало под Сунцем чија расподела зрачења по проласку кроз атмосферу Земље личи на расподелу црног тела сличне температуре.

Специјални експерименти које је обавио Вавилов показали су да при осветљавању ока монохроматском светлошћу од 5130 Å, око запажа светлост већ онда када на мрежњачу падне свега 7—10 кванта током 0,2—0,3 секунде. Да ли том приликом делују сви ти кванти или су неки упијени од стране мрежњаче без реакције, не зна се.

Задаци

1. Колика је снага светлосног снопа таласне дужине 6100 Å, кога наше око осећа као светлосни флукс од 1 lm?
   Рад: Из таблице I (а и са слике 1) следи да је релативна осетљивост нашег ока за ту таласну дужину 0,503. Пошто је 1 lm=0,00147 W за λ=5550 Å, то значи да је светлосни флукс мерен у луменима од стране нашег ока (0,001 47/0,503) W за λ=6100 Å, што износи 0,0029 W.
2. Колика је снага светлосног флукса таласне дужине 5400 Å, за коју визуална фотометријска мерења дају флукс од 0,01 lm?
   Одговор: 0,000 008 5 W.
3. Нека је 2 W снага светлосног снопа таласне дужине 5700 Å. Коликом броју лумена би тај флукс одговарао?
4. Око потпуно адаптирано на мрак, у условима Ликске опсерваторије, назире звезде осме величине. Сматрајући ради простијег рачуна да ће највећи део енергије која побуђује око долазити од светлости оне таласне дужине за коју је око најосетљивије λ=5130 Å, процените колики број фотона око прима у секунди када посматра такву звезду. За пречник зенице узмите 6 mm.
   Рад: Нека звезда осме величине даје осветљеност E lx. Према једначини познатој из предходних чланака

$$-14{,}18 - 8 = 2{,}5 \log \frac{E\ \mathrm{lx}}{1\ \mathrm{lx}}$$

одакле је $E = 1{,}343 \times 10^{-9}$ lx.

Око потпуно адаптирано на мрак има кружни отвор зенице пречника 6mm, што даје могућност да се тачно израчуна флукс зрачења

$$F = E \times S = 1{,}343 \times 10^{-9} \times 36 \times 10^{-6}/4 \text{ lm}.$$

где је S површина зенице, па је

$$F = 3{,}796 \times 10^{-14} \text{ lm}.$$

Знајући механички еквивалент светлости добијамо да је то снага

$$P = 3{,}796 \times 10^{-14} \times 0{,}000\ 58 \text{ W}$$

односно $P = 2{,}202 \times 10^{-17}$ W.

То је праг светлосног надражаја.

Пошто један квант светлости таласне дужине λ=5130 Å има енергију

$$E = hc/\lambda$$

где је h Планкова константа а c брзина светлости,

$$E = 3{,}875 \times 10^{-19} \text{J}.$$

Деобом добијене снаге P са енергијом једног кванта добићемо број тражених кваната који у једној секунди падају на око

$$N = 2{,}02 \times 10^{-17}/3{,}875 \times 10^{-19}$$
$$N \approx 60.$$

Мр Јелена Милоградов-Турин

НОВЕ КЊИГЕ

АСТРОНОМИЈА ЗА IV РАЗРЕД ГИМНАЗИЈЕ ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКОГ СМЕРА

— приказ —

Ових дана појавио се из штампе на 190 страна наш први домаћи уџбеник астрономије за средње школе. Аутори су Др Бранислав Шеварлић, проф. Природно-математичког факултета, Др Мирјана Вукићевић-Карабин, доцент истог Факултета и Мр Софија Сајаков, асистент Астрономске опсерваторије у Београду а рецензенти Др Ђорђе Телеки, виши научни сарадник Астрономске опсерваторије, Мр Јелена Милоградов-Турин, асистент Природно-математичког факултета и професор Математичке гимназије у Београду и Станислава Рајковић, професор VIII београдске гимназије. И међу ауторима и међу рецензентима налазимо како признате научне раднике, тако и искусне методичаре и наставнике.

Књига је писана лаким стилом и на савременом научном нивоу са ослонцем на претходно стечена знања ученика из математике и физике и у односу на досадашњи превод руског уџбеника представља известан напредак, како у новом, тако и у прилагођености нашем наставном плану и програму за овај и сродне предмете и нашим условима извођења наставе. Крупнијим слогом штампане су методске јединице обавезне по програму, а ситнијим текст који служи ученицима усмерених гимназија, као и ученицима који се посебно интересују овим предметом.

Добра страна уџбеника је у томе што на крају сваког поглавља даје низ питања подесно састављених да ученик може да провери и утврди своје знање и разумевање материје, затим низ задатака чијим решавањем ученик мора до краја расчистити све нејасности и најзад низ посматрања која се нуде ученику и која се могу бар делимично, извести и у најмање опремљеној школи, а нарочито у оквиру слободних активности.

Књига је пропраћена низом нумеричких прилога који употпуњују текст и омогућују лако решавање задатака и реализацију елементарних мерења и посматрања којима ће се настава оживети и везати за саму природу. Дата је и мала хронологија најзначајнијих и најинтересантнијих астрономских и астронаутичких открића, а

уџбенику је приложена и мала оригинална карта северног неба. Цео уџбеник је богато илустрован цртежима и фотографијама, од којих су многе нове.

Најзад, још једна занимљивост и корист од овог уџбеника. У њему су, што раније није било случај, кратко обрађена и извесна знања из граничних области, као што су метеорологија, геодезија, геофизика и астронаутика. Књига је дошла у прави час да попуни једну велику празнину у нашој школској литератури и за њом се већ одавно осећала потреба и међу ученицима, па и међу наставницима.

Novosti i beleške

Јупитерови сателити. — Помоћу космичког брода „Пионир-10“ добијени су нови подаци о Јупитеровим сателитима.

Масе четири Галилејева сателита упоредиве су са масом Земљиног Месеца. Маса Ио је 1,22, Европе 0,67, Ганимеда 2,02 а Калиста 1,44 масе Месеца. Стране осветљене Сунцем имају код ових сателита исту средњу температуру од —145°C. На снимцима Ганимеда који су добијени помоћу „Пионира-10“ са резолуцијом од 440 km, разликују се две велике области типа мора. Једна област је јужно поларно море, а друга, близу екватора, централно море пречника 770 km. На снимцима се такође виде неколико крупних метеорских кратера и јарка поларна област.

Мерења су показала да је сателит Ио за 23% тежи него што се претпостављало, и има атмосферу дебљине 770 km, а такође и јоносферу, која је по густини упоредива са венеријанском. Ио је најмањи објекат у Сунчевом систему за кога се зна да има атмосферу. За време двадесетједночасовне ноћи на сателиту се образују сметови од метана, који на осунчаној страни испаравају за десетак минута. У исто време Ио је тело са највећом моћи рефлексије у Сунчевом систему. Установљено је да је Ио окружен облаком водоника који се простире за 1/3 даље од орбите.

Од четири Галилејевих сателита Јупитера, само је орбита Калиста нешто изван најинтензивнијих радијационих области, мада се и ту посматрају периоди јаке радијације. Зато је сем Калиста, спуштање пилотираних експедиција на неки Јупитеров сателит веома опасно због интензивних радијационих појасева око ове планете.

Природа, No 7, стр. 93, 1975.

Превео *Милан С. Димитријевић*

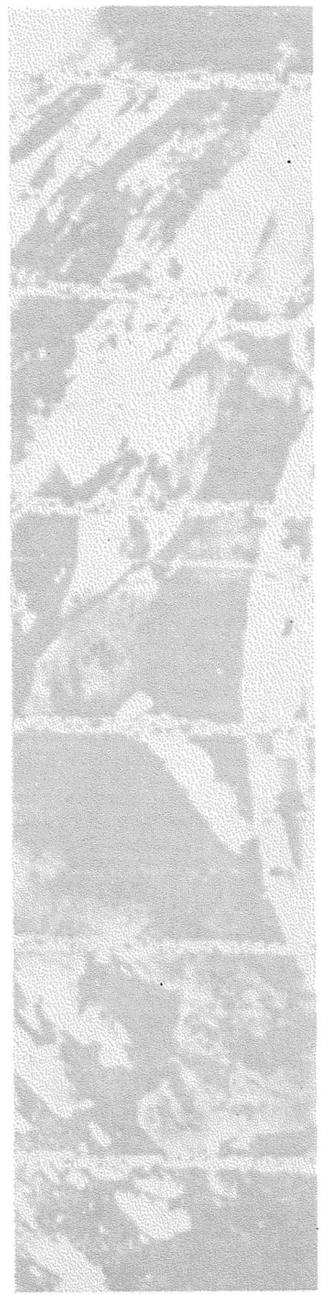
Нова у сазвежђу Стрелца. — Шестог октобра 1974. године јапански астроном аматер Ј. Куано открио је Нову у североисточном делу сазвежђа Стрелца. Ј. Куано већ дуже времена трага за новим звездама користећи 35 милиметарску камеру и већ је открио Нову Цефеја 1971. године.

Координате Нове Стрелца су ректасцензија $17^h\ 45^m\ 7^s$, деклинација —18° 45'. Звезда се видела два степена источно од звездане скупине М 23. У моменту откривања имала је девету звездану величину.

Земля и вселенная No 3, стр. 36, 1975.

Превео *Милан С. Димитријевић*





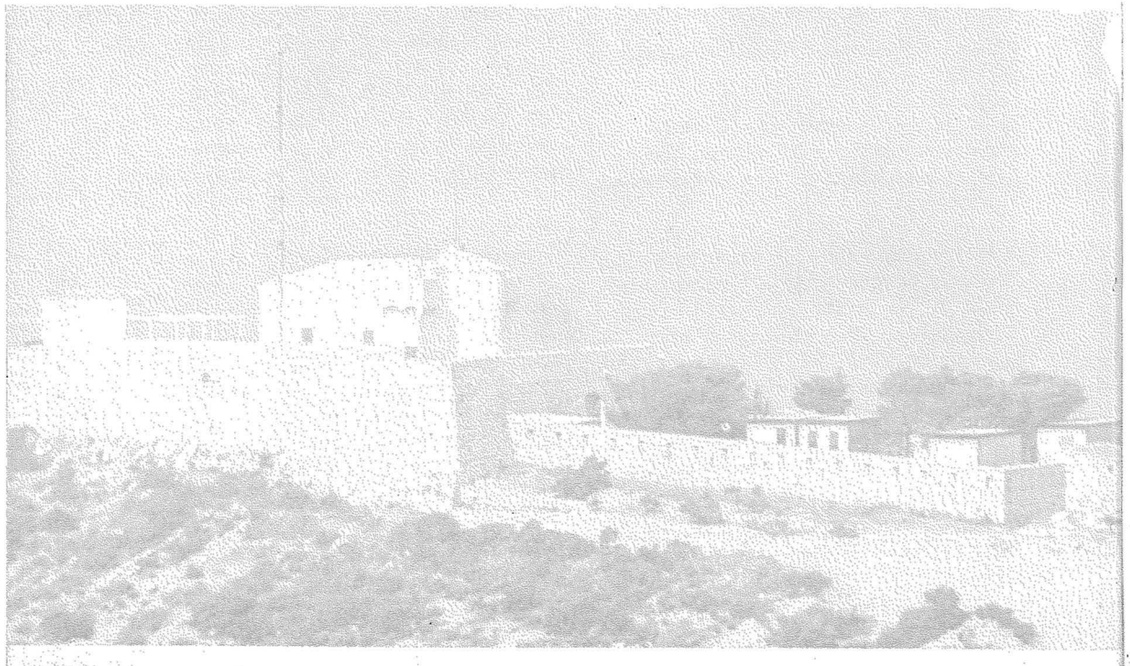
Снимак површине Венере добијен помоћу „Венере-9“, 22. октобра 1975. Приказане су камење и издубљене површине на којима нема трагова ерозије. Видљиви „зидови“ подсећају на оне који настају када је течност (вода) у додиру са растреситим материјалом. Вертикалне линије с правилним размацима представљају шумове у преносу информација.

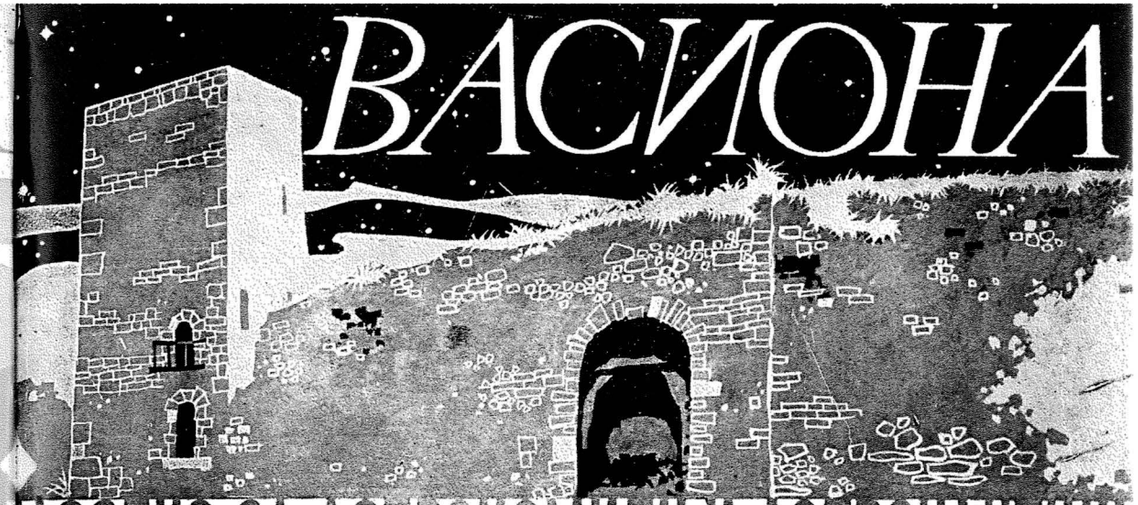


VASIONA

ČASOPIS ZA ASTRONOMIJU I ASTRONAUTIKU

Hrvatska opservatorija





ВАСИОНА

ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИКУ

YU ISSN 0506-4295

ПОРЕКЛО РОТАЦИЈЕ НЕБЕСКИХ ТЕЛА

◑

АМАТЕРСКИ ПРОГРАМ ПОСМАТРАЊА СУНЦА

◑

КОНГРЕС АСТРОНОМА АМАТЕРА ЈУГОСЛАВИЈЕ

◑

ШТА НАМ КАЗУЈЕ УГАОНИ ПРЕЧНИК СУНЦА

◑

ЗАКОН ГРАВИТАЦИЈЕ

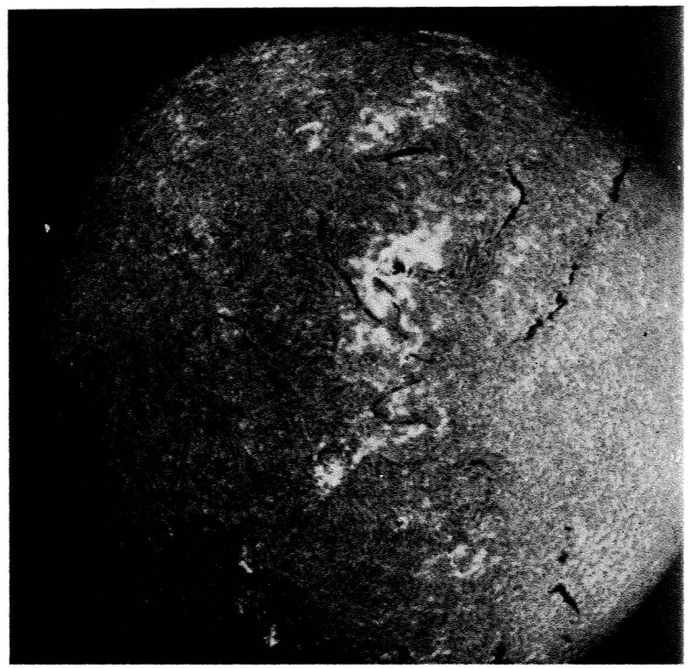
◑

НАЈБЛИЖА ОД СВИХ ГАЛАКСИЈА?

◑

1976 2-3

Сунчеве олује — Ова фотографија Сунца показује велику активност (беле површине) дуж полутара. Црне линије представљају струје релативно хладног гаса између Сунчевих активних региона. Снимак је начињен кроз телескоп с црвеним филтером у Боулдеру, Калифорнија.



VASIONA REVUE D'ASTRONOMIE ET D'ASTRONAUTIQUE ANNÉE XXIV 1976 № 2—3 BEOGRAD

Bulletin de la Société Astronomique „R. Bošković". Adresse: VASIONA, Narodna opservatorija, Kalemegdan, Gornji Grad, Beograd, Yougoslavie

САДРЖАЈ

Д. Трифуновић: Теорија о понашању материјала под високим притиском 33
А. Томић: Amaterski program posmatranja Sunca 49
В. Вуксановић: Kongres astronoma amatera Jugoslavije 55
А. Томић: Šta nam kazuje ugaoni prečnik Sunca 56
С. Шеган: Закон опште гравитације у астрономији 59
Новости и белешке 65

МОЛИМО ЧЛАНОВЕ АСТРОНОМСКОГ ДРУШТВА „РУЂЕР БОШКОВИЋ" И ПРЕТПЛАТНИКЕ „ВАСИОНЕ" ДА ОБНОВЕ ПРЕТПЛАТУ ЗА 1976. ГОДИНУ

Уређивачки одбор

Др АНЂЕЛИЋ ТАТОМИР, Др ДАНИЋ РАДОВАН, ЂОРЂЕВИЋ БРАНИСЛАВ, ЂУРКОВИЋ ПЕРО, ЈАНКОВИЋ НЕНАД, НИНКОВИЋ СЛОБОДАН, МИЛИЋ МИЛАН, Др ПОПОВИЋ БОЖИДАР, Мр САЦАКОВ СОФИЈА, ТОМИЋ АЛЕКСАНДАР, СТЕВАН КОРДА и Инг СТОЈАНОВИЋ АЛЕКСАНДАР

Главни одговорни уредник

Мр ЈЕЛЕНА МИЛОГРАДОВ-ТУРИН

Насловну страну израдио ПЕТАР КУБИЧЕЛА

ВАСИОНА, часопис за астрономију и астронаутику. Издаје Астрономско друштво „Руђер Бошковић", уз учешће Републичке заједнице за научни рад СР Србије. Годишња претплата за нечланове НД 20, за чланове НД 18, за ученике свих школа ако поруче одједном најмање десет примерака по НД 10, а за иностранство НД 50. Појединн број НД 10. Власник и издавач Астрономско друштво „Руђер Бошковић", Београд. Уредништво и администрација: Београд, Народна опсерваторија, Калемегдан, Горњи Град. Тел. 624-605. Рукописи се не враћају. Претплате слати у корист рачуна број 60806-678-6639

На основу мишљења Републичког секретаријата за културу број 413-66574-02 од 27. XII 1974. ово издање је ослобођено пореза на промет

Штампа: „Научно дело", Београд, Вука Караџића 5

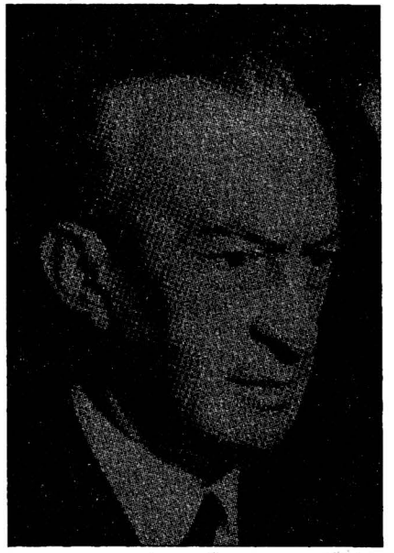
ВАСИОНА ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИКУ ГОДИНА XXIV 1976 БРОЈ 2—3 БЕОГРАД

ТЕОРИЈА О ПОНАШАЊУ МАТЕРИЈАЛА ПОД ВИСОКИМ ПРИТИСКОМ

— Порекло ротације небеских тела —

У науци је познато више теоријских модела (космогонијске теорије) који дају објашњења разних појава у космосу. Код ових теоријских модела о небеским телима и њиховом настанку обично се полази од претпоставке о првобитно насталој ротацији небеских тела, која треба да је на неки начин настала у почетку времена и којом се онда покушава објаснити сав каснији развој небеских тела, па и космоса уопште. Од првих космогонијских хипотеза и теорија па до данас, историја наука је забележила да се сопственој ротацији небеских тела није тражио разлог већ се она усвајала као a priori дата. Поред тога, сви ови теоријски модели били су и сувише уопштени, без неког вођења рачуна о реалном саставу материјала небеских тела одређеног хемијског састава.

Имајући све ово у виду академик Павле Савић је 1960. године поставио питање о узроку настанка ротације небеских тела као универзалном виду кретања великих маса у космосу.[1] Из овог проблема о сопственој ротацији небеских тела, који је имплицитно дао одговор и на нека друга питања у вези са небеским телима као што су њихово магнетно поље, раслојеност и др., настала је теорија академика Павла Савића и Радивоја Кашанина под именом „Понашање материјала под високим притисцима". Код самог прилаза овом проблему П. Савићу је било познато да ниједна теорија и хипотеза до ове, о којој овде пишемо, није о структури атома водила рачуна кад је реч о особинама макротела. Савићев прилаз проучавању особина небеских тела је, пре свега, оригиналан у томе, што је он узео у обзир опште познате научне чињенице које су иначе, просто у вези са овим питањем ингнорисане раније, а то је нпр., да је свако небеско тело састављено од хемијских елемената ε_1, ε_2, ε_3, ... ε_k, чије су респективно атомске тежине A_1, A_2, A_3, ..., A_k, итд.



Сл. 1. Академик Павле Савић

Основи теорије коју је П. Савић поставио 1960. заснивају се на природној

[1] П. Савић: О настанку ротације система и појединих небеских тела (The Origin of the Rotation of a System and of Celestial Bodies). Глас CCXL, књ. 21 (1961), 37—43.

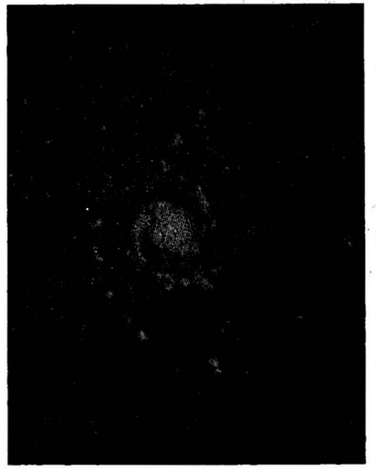
повезаности макропојава, у овом случају ротационог кретања небеских тела, са структуром атома елемената ε_i ($i=1, 2, 3, \ldots, k$) од којих су та тела састављена. Ова веза између микроструктуре атома и макроскопског стања небеских тела није формална, већ дубоко физичка, природна узрочност која допушта да се добију одговори за многе процесе код небеских тела, као што је нпр. питање њиховог магнетног поља и времена ротације. Значи, кад од атома пређемо на њихове макро-агломерације — на небеска тела — у којима се налази огроман број атома, микроструктура је та карактеристика која и даље задржава битну улогу коју намеће макротело.

Према теорији Савић—Кашанин може се проучавати и понашање материјала који је изложен високом притиску у лабораторијским условима (пресе). Ово је посебан вид теорије о компримованом материјалу са новим могућностима анализе особина материјала. Откривањем корелације између параметара макростања и карактеристичних величина одређених микроструктуром (потенцијал јонизације E_I, атомска тежина A, нулти волумен $\overline{V}$ итд.) омогућено је да се добију квантитативни изрази (математички модели) у којима нема арбитражних коефицијената. Другим речима, универзалне карактеристике атомске структуре једине су величине из којих се одређује понашање материјала у чији састав ти атоми улазе, а када на материјал делују велике промене температуре и притиска.

Поставке и хипотеза П. Савића

Суштина Савићевог научног саопштења из 1960. године о пореклу ротације система честица и појединог небеског тела садржана је у следећем.

1. Замислимо ма које небеско тело масе M растављено на атоме елемената од којих се састоји ε_i ($i=1, 2, 3, \ldots, \kappa$). Такво тело би онда представљало неки облак честица као што су и данас космичке маглине које још нису еволуирале до образовања ротационих система. У таквој некој маглини — скупу великог броја честица — са заједничким тежиштем постоји гравитационо привлачење према тежишту. Осим тога, ова маса M се хлади губљењем топлоте на околни простор. Овај процес кондензовања и згушњавања — хлађење и гравитационо привлачење — доводи до повећања густине материјала, а временом се ова безоблична маглина приближава геометријском облику сфере. Нека је овакав развој довео ову сферу у стање кад се атоми на њеној површи додирују периферијом електронских омотача. Претпоставимо да је на површи небеског тела најмања могућа температура (нпр. 0°K), а како је око тела вакуум, биће притисак на атоме на површи једнак нули ($p=0$ kp/cm^2). При овоме густина на површи ове глобуле одговара смештају атомграма у одређену запремину коју за ове услове називамо нулти волумен $\overline{V}$ у cm^3. Идући даље у унутрашњост таквог тела атоми належу један на други и образују материјални стуб од којег



Сл. 2. Једна од потврда хипотезе академика П. Савића

је тело састављено. Уколико су атоми ближе тежишту ($R\to 0$, где је R—полупречник глобуле) глобуле, утолико на њих дејствује већи притисак. Како су атоми услед хлађења најгушће смештени на површи, то би у материјалу под притиском електронски омотачи атома морали узајамно продирати један у други. Како је познато, овоме се противи Паулијев закон (W. Pauli, 1925). Међутим, академик П. Савић је претпоставио да у таквом случају кад се материјал налази под високим притиском у небеском телу велике масе, мора наступити дислокација електрона, њихово померање на више енергетске нивое и избацивање из атома у условима кад притисак услед тежине материјалног стуба буде довољно велики да достигне потенцијал јонизације.

Тако је академик П. Савић дошао 1960. године до ове хипотезе: ***Под дејством гравитационог привлачења настаје притисак на атоме материјала небеског тела који доводи до померања електрона на више енергетске нивое и при довољно великом притиску доводи до њиховог избацивања из атома.***

Према једном доцнијем раду Савића и Кашанина[1] може се математички одредити експулзија електрона при скоку из једне *(j)* у наредну фазу *(j+1)*, односно да се тачно утврде сви слојеви небеског тела који нису јонизовани. Ако је E_I први потенцијал јонизације и $\overline{V}$ нулти волумен модел-атома, тада се из

$$X_I=\frac{3}{\log 2}\cdot\log\left[1+5{,}930\cdot 10^{-2}\cdot(\overline{V}^{1/3}E_I\right], \tag{1}$$

добија фаза где настаје експулзија, односно место где модел-атом небеског тела губи своју спољну љуску са n електрона, при чему је $n=j+1$. Овде је број фазе j највећи цео број од X_I што пишемо $j=[X_I]$. На пример, код Земље је $E=5{,}86$ eV $\overline{V}=6{,}0$ cm^3, $A=26{,}567$, те је $X_I=2{,}4522$ што даје $j=[2{,}4522]=2$. Значи, број електрона у спољној љусци је $n=j+1=2+1=3$; експулзија ова три електрона наступа при скоку из фазе 2 у фазу 3. Одавде закључак да су код Земље прва два слоја (кора и омотач) нејонизована, односно јонизована маса код Земље настаје почетком трећег слоја.

Савићева хипотеза о експулзији електрона може се одредити и на следећи начин

$$E_j^*\leqq E_0^*+E_I\leqq E_{j+1}^0, \tag{2}$$

где су акумулиране енергије E° (на почетку фазе) и E^* (на крају фазе) одређене релацијама

$$E_j^*=2^{j/3}E_0^*,\quad E_{j+1}^0=\alpha_i^{1/3}E_j^*, \tag{3}$$

где је критична акумулирана енергија

$$E_0^*=\frac{14{,}40}{r_0^*}, \tag{4}$$

са полупречником дејства

$$r_0^*=\sqrt[3]{\frac{15\,\overline{V}}{4N\cdot 10^{-23}}}=0{,}8539\sqrt[3]{\overline{V}}. \tag{5}$$

---

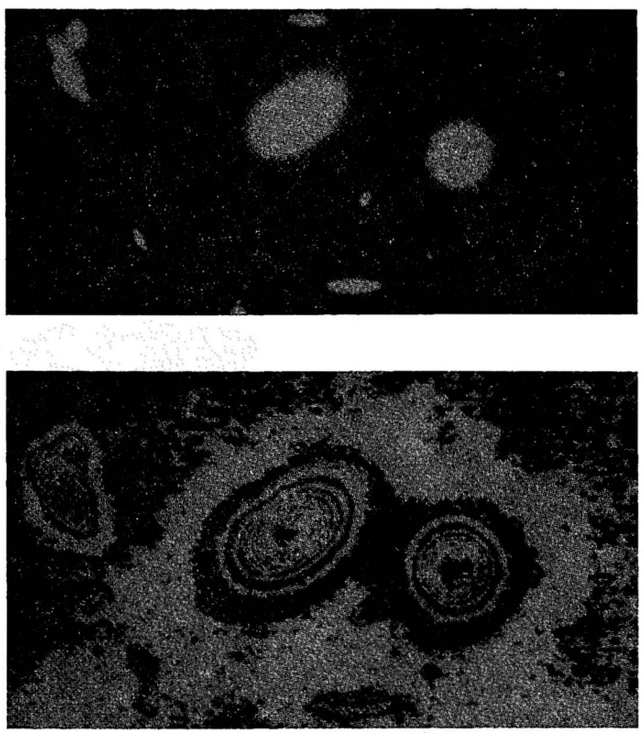
[1] П. Савић и Р. Кашанин: Понашање материјала под високим притисцима, Српска академија наука и уметности, Глас CCXIIX, 22 (1961), 379—312.

Рецимо, како је код Земље $r_0^* = 1{,}5516$ Å и $E_0^* = 9{,}2807\ eV$, то је $E_0^* + E_I = 15{,}2667\ eV$, $E_2^* = 14{,}7322\ eV$ и $E_3^\circ = 17{,}466\ eV$. Из ових података закључујемо да је Савићева хипотеза испуњена (2) на прелазу из 2. у 3. фазу.

2. По П. Савићу ротација система честица и појединих небеских тела **није првобитни облик** постојања система великих маса, већ то кретање системи добијају у доцнијим фазама своје еволуције, кад достигну довољно велике притиске $p > p_j^*$ и густине услед хлађења и гравитационог привлачења. Значи, потребне су велике масе да се произведу одговарајући притисци на поједине слојеве, нарочито онај централни, који експулзијом електрона из омотача атома доводе до ротације.

3. *Раслојавање* датог уоченог система настаје пре појаве ротационог кретања. Наиме, при дислокацији електрона настају дисконтинуитети у густинама материјала од којег је систем честица или појединo небеско тело. Према наведеној хипотези дисконтинуитети густина од једне на другу вредност настају дејством тежине материјала на електронске омотаче његовог састава. Међутим, ако притисци нису велики да произведу експулзију електрона, тј. да енергија достигне јонизациони потенцијал атома, дисконтинуитети настају при резонантним потенцијалима и доводе **само** до раслојености, али не и до сопствене ротације.

Према анализи универзалних константи атома свих природних елемената П. Савић је утврдио да небеско тело може имати сопствену ротацију **ако и само ако**



Сл. 3. Сйецијалним йосшуйком снимања (W. Hershel) два йара галаксија NGC 4435—4438 и NGC 4374—4406 може се демонсшрираши раслојеносш великих маса у космосу

има бар три слоја (два слоја и језгро). Свакако, да онда ова тела имају и магнетно поље. Ово непосредно произлази из дискусије релације (2) која математички описује Савићеву хипотезу. Значи, двослојна небеска тела, као што је Месец (природни сателит Земље), немају сопствену ротацију, те ни магнетно поље. Ово је П. Савић саопштио 1960. године, што је доцније експериментално и потврђено мерењима космичких летилица *„Луна"* и *Аjоло* програмом.

4. Према напред изложеном, као последица стално растућег притиска, истиснути електрони одлазе из атома у систем као слободне честице, а остаци атома, дефицитни у електронима, постају електропозитивно поларизовани. „Они услед тога имају магнетни момент који својим спрегом доводи тај слој у ротационо кретање, а овај трењем све остале налегле слојеве, односно цело небеско тело". Значи, услед експулзије електрона у преосталој маси небеског тела појављује се слободан магнетизам одређеног момента и одређене јачине пола. Према теорији Савић—Кашанин[3] величина јонизоване масе $M^{(j)}$ одређује се из релације

$$M^{(j)} = \frac{A^2 J \omega \sqrt{f}}{17{,}86\ n c K_j (\overline{V})^{1/6}}, \tag{6}$$

магнетни момент

$$L = \frac{\sqrt{f}}{2cn} I \omega, \tag{7}$$

и сила магнетног пола

$$\mu = 11{,}892 \frac{(M^{(j)})^{2/3} n k_j}{A^{5/3} (\overline{V})^{1/6} n_j^2} \tag{8}$$

где су: f-гравитациона константа, c-брзина светлости, J-моменат инерције, ω-угаона брзина сопствене ротације небеског тела. На основу ових података одређује се и растојање 2δ магнетних полова преко релације

$$L = 2\delta\mu. \tag{9}$$

5. Материјал сваког небеског тела сматрамо као систем честица неке смеше хемијских елемената

$$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \ldots, \varepsilon_k.$$

Ови елементи могу бити различито заступљени у материјалу небеског тела са процентуалним садржајем n_i у 1 gr смеше, при чему је

$$n_1 + n_2 + n_3 + \ldots + n_k = 1.$$

Ова смеша материјала небеског тела може се заменити једним елементом чије физичко-хемијске карактеристике одређују материјал. Ово значи следеће. Ако је небеско тело смеша од k хемијских елемената чије су атомске тежине

$$A_1, A_2, A_3, \ldots, A_k,$$

[3] П. Савић и Р. Кашанин: „Глас" CCLXV, 29 (1966), 25—88.

и нулти волумени

$$\overline{V}_1,\ \overline{V}_2,\ \overline{V}_3,\ \ldots,\ \overline{V}_k,$$

тада се смеша материјала небеског тела репрезентује микроструктуром елемената чија је тежина A и нулти волумен $\overline{V}$ одређени познатим правилима за смешу

$$\frac{1}{A}=\frac{n_1}{A_1}+\frac{n_2}{A_2}+\frac{n_3}{A_3}+\ \ldots\ +\frac{n_k}{A_k}, \tag{10}$$

$$\overline{V}=\left(n_1'\frac{\overline{V}_1}{A_1}+n_2''\frac{\overline{V}_2}{A_2}+\ \ldots\right)A. \tag{11}$$

6. Небеско тело пролази кроз фазе раслојености које означавамо редним бројевима $i=0, 1, 2, 3, \ldots$. Ако уведемо индексацију „$*$“ за податак на крају фазе а „o“ на почетку фазе, тада податак x у теорији Савић—Кашанин за i-ту фазу пишемо у облику:

x_i° — има значење вредности података x на почетку i-те фазе,
x_i^{*} — има значење вредности података x на крају i-те фазе.

Тако, за густину материјала у i-тој фази небеског тела имамо

$$\sigma_i^{0} \leqq \sigma_i \leqq \sigma_i^{*},$$

односно, густина σ_i се мења од најмање σ_i° до највеће σ_i^{*} њене вредности. Ово значи, да можемо увести један параметар $\alpha_i>1$ који везује ове густине, тј.

$$\frac{1}{\sigma_i}\cdot\sigma_i^{*}=\sigma_i \leqq \sigma_i \leqq \sigma_i^{*};\ \alpha_i>1. \tag{12}$$

7. Завршену густину 0-те фазе називамо к р и т и ч н а густина σ_0^{*}. Она је једнака трећем делу средње густине атома на $0°K$, те пишемо

$$\sigma_0^{*}=\frac{1}{3}\bar{\sigma}=\frac{1}{3}\frac{A}{\overline{V}}. \tag{13}$$

8. Максимална густина материјала у наредној фази $(i+1)$ једнака је двострукој вредности максималне густине претходне фазе (i) односно

$$\sigma_{i+1}^{*}=2\,\sigma_i^{*}. \tag{14}$$

9. Нулти волумен је аритметичка средина почетног и завршног волумена фазе $i=2$.

10. Небеско тело има правилан геометријски облик сфере.[4] Раслојавање је извршено са ν концентричних сфера. Ако језгро (средишни слој) небеског тела обележимо са μ, тада слојева у небеском телу може бити највише $\mu-1$ односно

$$\max(\nu)=\mu-1. \tag{15}$$

На пример, планета Земља има три слоја $(\nu=3)$ и једно језгро ознаке $\mu=4$.

[4] П. Савић и Р. Кашанин: наведено под 2.

Средња густина планета

Напред изложена хипотеза и поставке неминовни су ход појава у макросистему, где услед гравитационог привлачења и хлађења густина расте, електрони бивају дислоцирани, при чему број честица у јединици запремине мора да се мења у скоковима. Услед тога се у читавом систему врши раслојавање на делове одсечног прелаза густина од једне на другу вредност. То је општа појава у свим системима састављеним од великог броја атома, тј. са великим масама као што су небеска тела, независно од хемијског састава материјала од кога су састављени. Тако, ако је наш Сунчев систем био некад једна целина, он се морао раслојити и данашње стање густина планета мора показивати извесне правилности које одговарају тим скоковитим прелазима.

Имајући у виду, да размештај електрона око језгра атома има дискретан карактер и да, према томе, прелаз из једног у други слој доводи до скоковитих промена густина, П. Савић је 1960. године дошао до емпиријске релације

$$\rho_s=\rho_o\,2^{\varphi},\qquad \rho_o=\frac{4}{3}\ (\mathrm{gr\ cm^{-3}}), \tag{16}$$

која на задовољавајући начин изражава промену средњих густина ρ материјала како појединих планета, тако и слојева у унутрашњости планета.[5] Експонент густине φ по Савићевој хипотези има значење целобројне вредности при чему је утврђено да

$$\varphi\varepsilon Z_s=\{-1,\ 0,\ 2\}. \tag{17}$$

Ако Сунцу и планетама придодамо нумерацију n редних бројева $I_9=\{0, 1, 2, \ldots, 9\}$, тада се Савићева законитост (16) може и овако исказати

$$\rho=\begin{cases}1{,}33; & \varphi=\ 0 & (n=0,5,7,8)\\ 0{,}67; & \varphi=-1 & (n=6)\\ 5{,}33; & \varphi=\ 2 & (n=1,2,3,4).\end{cases}$$

У Таблици бр. 1. приказане су изворне вредности средњих густина планета према Савићевој хипотези из 1960. године.

1. Како је експонент густине φ у (17) добијен на основу астрофизичких података из 1957. године, то смо извршили верификацију закона (16) према најновијим астрофизичким подацима[6], и добили следеће. За промењене (побољшане) астрофизичке податке ρ_{AP} закон средњих густина (16) и даље је остао у важности, при чему је скуп експонената густина (17) проширен

$$Z_p=\{-1,\ 0,\ 1,\ 2,\ 3\}. \tag{18}$$

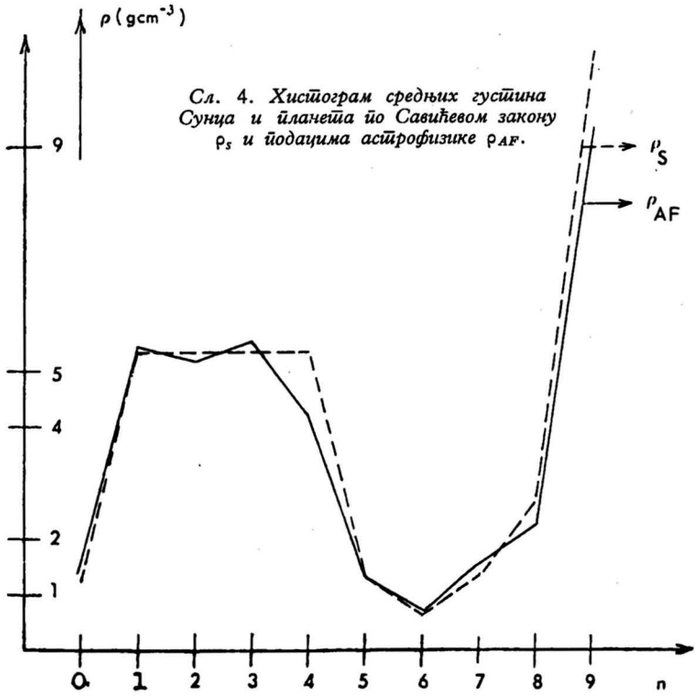
Као што се из Таблице бр. 2 или сл. 4 види, нове вредности експонента густине за Нептун $(n=8)$ и Плутон $(n=9)$ нису ништа измениле предложени закон (16). Напротив, закон (16) из 1960. године новим проширењем (18) добио је још једну потврду.

[5] П. Савић: наведено под 1.
[6] C. W. Allen: Astrophysical Quantities, London, 1973, pp. 140—141.

Таблица бр. 1

Средње густине Сунца и планета по Савићевом закону из 1960. године

Тело	φ	$\rho = \frac{4}{3} 2^{\varphi}$	ρ_{AF}
Сатурн	—1	0,66	0,65
Сунце	0	1,33	1,41
Јупитер	0	1,33	1,34
Уран	0	1,33	1,36
Нептун	0	1,33	1,32
		средње 1,33	1,36
Земља	2	5,32	5,52
Марс	2	5,32	3,94
Венера	2	5,32	5,21
Меркур	2	5,32	5,60
		средње 5,32	5,05



Сл. 4. Хистограм средњих густина Сунца и планета по Савићевом закону ρ_S и подацима астрофизике ρ_{AF}.

2. Имајући у виду да ће теорија о понашању материјала под високим притиском једним алгоритмом проучавати сва астрофизичка својства планета, то је неопходно све карактеристике ових својстава изразити у функцији редног броја планета $I_\odot$. На овај начин алгоритам (програмерски поступак на рачунару) постаје знатно једноставнији.

За средње густине Сунца и планета ово смо учинили у облику следећег става.

Став **1.** — Постоји једна релација $F \in I_\odot \in Z$ која одређује целобројне вредности експонента средњих густина у функцији од редног броја Сунца и планета $n \in I_\odot$ а одређена са

$$(19) \qquad (n, \varphi) \in F <=> \varphi = F(n) = \begin{cases} 0 & , \ n = 0; \\ 2 & , \ 1 \leqq n \leqq 4; \\ P_4(n), & 5 \leqq n \leqq 9; \end{cases}$$

где је

$$(20) \qquad P_4(n) = (n-5)\ (n-7)\left[1 - (n-6)\left(\frac{4}{3} - \frac{n}{8}\right)\right].$$

Доказ. — Из Таблице бр. 2 директно следи да релација $(n, \varphi) \in F$ одређује вредности

$$F = [\ (0,0), (1,2), (2,2), (3,2), (4,2), (5,0), (6,-1), (7,0), (8,1), (9,3)\ ],$$

те је очигледно за Сунце $(n=0)$ експонент густине $\varphi = 0$, а за унутрашње планете

$$\varphi = const = 2, \quad 1 \leqq n \leqq 4.$$

Према вредностима уређења $(n, \varphi) \in F$ за $5 \leqq n \leqq 9$ једноставно се може утврдити зависност

$$P_4(n) = (n-5)\ (n-7)\ [\ 1 - (n-6)\ (a+bn)\ ],$$

при чему се параметри a, b одређују из услова најмање грешке и $P_4(n) \in Z_p$.

На овај начин добијене су средње густине Сунца и планета у функцији редног броја

$$(21) \qquad \rho = \rho_0\, 2^{F(n)},$$

где је $F(n)$ одређено са (19), односно (20).[7]

3. Претпоставимо да законитост средњих густина (16) не познајемо. Нека је

$$(22) \qquad P = \{\rho_0, \rho_1, \rho_2, \ \ldots, \ \rho_9\},$$

скуп средњих густина Сунца и планета према астрофизичким подацима ρ_{AF} (в. Таблицу бр. 1). Ако прихватимо да је φ целобројна вредност из скупа (18), што је нужно у смислу хипотезе о дислокацији електрона услед гравитационог привлачења, тада важи

[7] D. Trifunović: Die Gesetzmässigkeit der Verteilung der Mittleren Dichten der Planeten, Matematički vesnik **12** (27), 1975, 1—7.

Став **2.** — Ако зависности $\rho=f(\varphi)$ придодамо математички модел

$$\rho=f(\varphi)=a\cdot b^{\varphi}, \tag{23}$$

при чему је $\rho\in P$, $\varphi\in Z_p$, тада моделујући параметри дводимензионог вектора

$$A=[a,b], \tag{24}$$

имају вредност $a=\rho_0$ и $b=2$.

Доказ. — Као што је познато, идентификација параметара a, b модела (23) састоји се у одређивању оптималних вредности вектора (24), при чему ће се вредност средњих густина ρ које даје математички модел $f(\varphi, A)$ најбоље приближити астрофизичким подацима ρ_{AF}. Ово се постиже неком од семидефинитних форми.

Применом Гаусовог алгоритма најмање грешке

$$h^2=\sum_i(\rho_i-ab^{\varphi_i})^2,$$

из нормалних једначина

$$\frac{\partial h^2}{\partial a}=0,\quad \frac{\partial h^2}{\partial b}=0,$$

Таблица бр. 2

Нумеричке вредности средњих густина по Савићевом закону ρ_s и мерењима астрофизике ρ_{AF} из 1973. године

Тело	n	φ	ρ_s	ρ_{AF}
Сунце	0	0	1,333	1,409
Меркур	1	2	5,333	5,40
Венера	2	2	5,333	5,20
Земља	3	2	5,333	5,518
Марс	4	2	5,333	3,95
средње			5,333	5,393
Јупитер	5	0	1,333	1,34
Сатурн	6	—1	0,667	0,70
Уран	7	0	1,333	1,508
Нептун	8	1	2,667	2,30
Плутон	9	3	10,667	9,381
средње			3,333	3,061

налазимо за спољашње планете $5\leqq n\leqq 9$ да је $a=1{,}37$ што је приближно $a\sim\rho_0=4/3$ (grcm^{-3}); $b=1{,}9$, што је приближно једнако основи Савићеве законитости $b\sim 2$. Код овог поступка учињена је укупна квадратна грешка $h^2=0{,}18$ gr^2 cm^{-6}, што потпуно задовољава захтеве тачности (в. Таблицу бр. 3).

На овај начин је нумеричком методом доказан један део захтева Савићеве хипотезе из 1960. године, да квантирана структура атома као и дисконтинуитети на прелазу из фазе у фазу, доводи до законитости средњих густина (16).

За Сунце $(n=0)$ поступак је тривијалан. Из (23) налазимо да је $\rho_0 f(0)=a=1{,}409$ grcm^{-3} што незнатно одступа од Савићевог параметра $\rho_0=4/3$. За унутрашње планете $1\leqq n\leqq 4$ долазимо до везе

$$ab^n=\frac{1}{n}\sum_i\rho_i,$$

Таблица бр. 3

Средње густине спољашњих планета

n	ρ_{AF}	ρ	ρ_s
5	1,34	1,37	1,33
6	0,70	0,73	0,67
7	1,58	1,37	1,33
8	2,30	2,58	2,67
9	9,38	9,14	10,67

одакле, за $a\approx\rho_0$ добијамо опет $b\approx 2$.

Математички модел средњих густина Сунца и планета (23) резултат је Савићеве оригиналне синтезе међусобне зависности појава у структури атома и макро-тела, што нам указује да није потребно испитивати неке друге моделе $\rho_0=f(\varphi)$ који би били изоморфни са установљеним (23).

4. Упоређењем вредности средњих густина у Таблици бр. 2 и Сл. 4 одмах се уочава да је слагање података врло добро осим за планету Марс $(n=4)$. Имајући у виду да закон густина потпуно одговара распореду средњих густина, што је темељно образложено, професор П. Савић је исте, 1960. године указао да густина Марса $(\rho_4=3{,}95$ grcm$^{-3})$ коју „евидентира" астрофизика није потпуно тачна, одакле произлази да није потпуно тачан и полупречник Марса. Како је средња густина планете Марс

$$\rho=f(2)=\frac{M}{V}=\frac{16}{3}=\frac{3M}{4\pi R^3},$$

где је R средња вредност од поларног и екваторијалног полупречника Марса, то налазимо да је по Савићу $R_s=3{,}063\times 10^8$ *cm*. Овде смо за масу Марса усвојили мерења „Маринера — 6" $M=6{,}419\times 10^{26}$ g$_I$ са напоменом да је то податак који не подлеже никаквим сумњама. Ако упоредимо добијен полупречник Марса из Савићеве законитости (16) са астрофизичким податком $R_{AF}=3{,}38$ *cm*, налазимо да одступање износи 317 км или $9{,}38\%$.

Савићево предочавање из 1960. године о нетачности средње густине Марса, односно полупречника Марса налазимо и у новијој литератури (1968. године) у смислу потврде о смањењу полупречника Марса. У књизи о Марсу професор С. Гластон наводи: „Пошто су полупречник (а донекле и маса) Марса нетачни, очигледно

да је и израчуната густина у истој мери несигурна".[8] Ова Гластонова тврдња долази после осам година као потврда Савићеве хипотезе. Према истим изворима налазимо да средња густина Марса варира од 3,85 до 4,25 $grcm^{-3}$, што нас доводи до податка да је полупречник Марса несигуран за $3{,}12^0/_0$. Иако је ово одступање троструко мање од Савићеве корекције ($9{,}38^0/_0$), оно нам указује на квалитативно предочавање нетачности средње густине Марса.

Приметимо да је Гластонов податак о смањењу полупречника Марса за $3{,}12^0/_0$ потпуно сагласан са познатим Рајтовим ефектом који разликује податак о полупречнику Марса у зависности од боје филтера. Наиме, Рајт је још 1925. године приметио да величина слике Марса варира са бојом светлости у којој је слика добијена и износи $\sim 3^0/_0$.

Изложена хипотеза и поставке П. Савића су оригиналне и јединствене у астрофизици високих притисака, а математички модел средњих густина Сунца и планета

$$\rho = \rho_0 2^{\Phi}, \quad \rho_0 = \frac{4}{3}\,(grcm^{-3}),$$

као резултат оригиналне синтезе међусобно зависних појава у структури атома и макротелу има своје потпуно научно оправдање, па стога треба очекивати да на једном од наредних међународних астрофизичких конгреса добије и званично признање као „Савићев закон средњих густина".

Атомски састав материјала

У теорији о понашању материјала под високим притиском средња атомска тежина A(10) материјала је инваријантна величина. Ово значи да атомска тежина не зависи од места у небеском телу где се узорак материјала узима за хемијску анализу, а такође је независна и од процеса формирања тела (раслојавање, пораст притиска и др.). Оно што се мења јесте процентуални однос хемијских елемената у материјалу тако да су различите заступљености хемијских елемената ε_i и њиховог процентуалног садржаја n_i у слојевима.

Ако познајемо тачан хемијски састав материјала, што пишемо

$$\varepsilon_1\,(n_1, A_1, \bar{V}_1), \ldots, \varepsilon_k\,(n_k, A_k, \bar{V}_k),$$

тада се преко математичког модела (10) може одредити средња атомска тежина A материјала. Неоспорно, овај поступак није могуће увек спровести код небеских тела, те је неопходно употребити неки други поступак. Данас је у пракси позната спектрална анализа преко које су процењени ε_k небеских тела. У оваквим случајевима могуће је прогнозирати средњу атомску тежину A материјала и применом резултата теорије Савић — Қашанин[9], а под условом:

1° Да је позната маса M материјала;

2° Да маса M материјала има вредност која је у границама

$$7{,}45.10^{25} < M < 4{,}22.10^{30}, \tag{25}$$

у грамима.

[8] S. Glasstone: The Book of Mars, NASA sp. 179, Washington 1968, pp. 57—62.

[9] Видети: P. Savić: Od atoma do nebeskih tela, Novi Sad 1970.

Према њиховој теорији од материјала масе M може се формирати комплетно тело првог реда (значи, нераслојено) са минималном температуром на површи планете. У овом случају нађена је веза између масе M, средње атомске тежине A и температуре тела. За раслојено тело μ-тог реда је

$$M' = \left[1 + \frac{2^{1/6}(\bar{\theta} + \theta_1)}{\theta_1}\right]^{3/2} \cdot$$

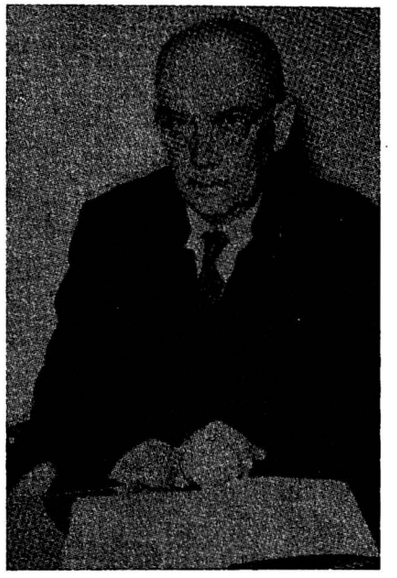
$$\cdot\, G_{\mu-1}(\mu) \cdot 10^{30} \cdot A^{-2}.$$

Како је у првобитном тренутку тело било нераслојено комплетно са минималном температуром, то за $\mu = 1$ последња једнакост постаје

$$M_0(1) = 4{,}464.10^{30}\, A^{-2}\, G_0(1).$$

Пошто је $G_0(1) = 0{,}945$, то у новој ознаци имао да је

$$A^2 M = 4{,}218.10^{30}, \tag{26}$$



Сл. 5. Академик Радивој Кашанин је математички изразио Савићеву хипотезу и поставке

одакле се за познату масу небеског тела може да прогнозира средња атомска тежина материјала, а тиме и један вид хемијског састава материјала.

Таблица бр. 4

Нумеричке вредности средњих атомских тежина материјала планета Сунчевог система

Планета	n	m	a	A
Меркур	1	0.0554	4.2486	112.872
Венера	2	0.815	1.1077	29.428
Земља	3	1.000	1.0000	26.567
Марс	4	0.1075	3.0500	81.029
Јупитер	5	317.83	0.0561	1.490
Сатурн	6	95.147	0.1025	2.724
Уран	7	14.54	0.2623	6.967
Нептун	8	17.23	0.2409	6.400
Плутон	9	0.90	1.0541	28.004

[10] C. W. Allen: наведено, стр. 140.

Како су масе планета нашег Сунчевог система обично дате у релативном односу (Таблица бр. 4)[10], то ћемо учинити и са средњом атомском тежином. Ако планете имају исту нумерацију као и раније у скупу I_9, тада за релативне масе имамо

$$m_n = \frac{M_n}{M_3}, \quad n = 1, 2, 3, \ldots, 9 \tag{27}$$

и релативне средње атомске тежине

$$a_n = \frac{A_n}{A_3}, \quad n = 1, 2, 3, \ldots, 9 \tag{28}$$

где су M_3 и A_3 масе и средња атомска тежина Земље.

За овако уведене односе, последња релација (26) постаје

$$a_n\, m_n = 1, \quad n = 1, 2, 3, \ldots, 9 \tag{29}$$

из које се једноставно прогнозирају релативне тежине a_n, односно $A_n = a_n A_3$ $(n = 1, 2, 3, \ldots, 9)$.

У Таблици бр. 4 приказали смо прогнозиране средње вредности атомских тежина планета, а на слици бр. 6 зависност промене свих тежина од редовног броја планете n.

Добијене вредности атомских тежина егзистенцијалне су само под условом ако масе M планета задовољавају услов (25). Ако овај услов преведемо на релативне вредности маса планета

$$0{,}012467 < m < 706{,}2,$$

тада према вредностима из Таблице бр. 3 лако је установити да све планете испуњавају овај услов.[11]

Добијена прогноза атомских тежина материјала свих планета на основу теорије Савић—Кашанин, доводи нас до одговарајућих законитости које су у потпуној сагласности са Савићевом хипотезом о распореду материјала у „планетском диску".

1. Материјал планете Меркур има највећу средњу атомску тежину, а Јупитер најмању.

2. Унутрашње планете $(1 \leqq n \leqq 4)$ чине групу материјала која је састављена од тежих елемената, спољашње планете $(5 \leqq n \leqq 8)$ чине групу материјала од лакших елемената.

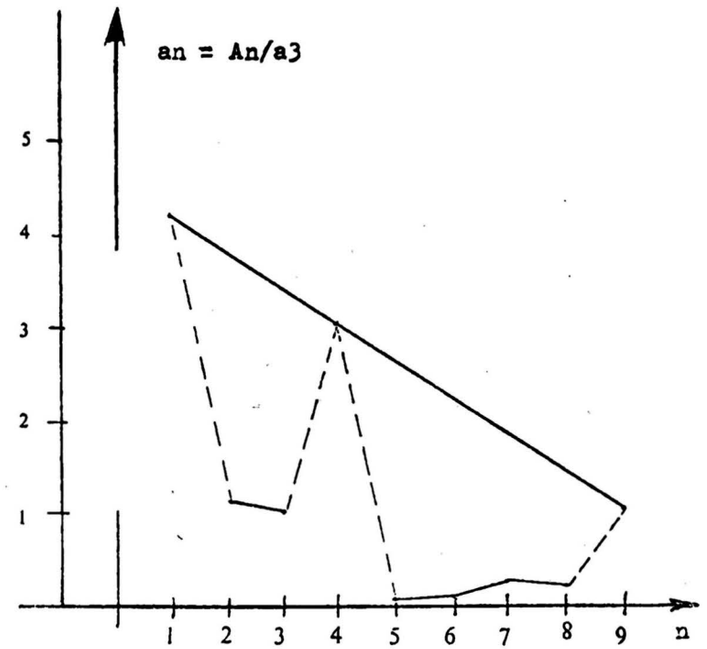
3. Најближа планета Сунцу, „гранична" планета Марс и најудаљенија планета образују јединствен математички модел $a = f_1(n)$ који изражава атомску тежину материјала у зависности од редног броја планете

$$a = f_1(n) = 4{,}64791 - 0{,}39931\, n, \quad n = 1, 4, 9. \tag{30}$$

[11] Приметимо да овај услов о маси не успуњава наше Сунце и Месец.

4. Атомске тежине Венере и Земље одређене су једном законитости

$$a = f_3(n) = 1{,}3231 - 0{,}1077\, n, \quad n = 2, 3. \tag{31}$$



Сл. 6. Хистограм средњих релативних атомских тежина материјала планета Сунчевог система

5. Атомске тежине спољашњих планета могу се представити у облику једне функције

$$a = f_3(n) = \alpha\, n^{\beta}, \quad n = 5, 6, 7, 8, \tag{32}$$

где параметри α, β имају одређене вредности.

Приметимо, да се средње атомске тежине материјала могу довести у везу са средњим густинама према Савићевој законитости. Из односа

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{M}{M_3}\,\frac{M_3}{V_3}\,\frac{V_3}{V} = m_n \rho_3 V_n^{-1}$$

као и законитости (16) и (21) налазимо да је

$$a_n = k\, 2^{-\frac{1}{2}F(n)}, \quad n = 1, 2, 3, \ldots, 9 \tag{33}$$

[12] I. D'Ans — E. Lax: Taschenbuch für Chemiker und Physiker (1943).

где је

$$k = \sqrt{\frac{\rho_3}{\rho_0} V_n^{-1}}.$$

Како је за све природне елементе ε_k зависност између атомске тежине К и нултог волумена V позната у облику номограма[12]

$$\overline{V} = Nom\ (A),$$

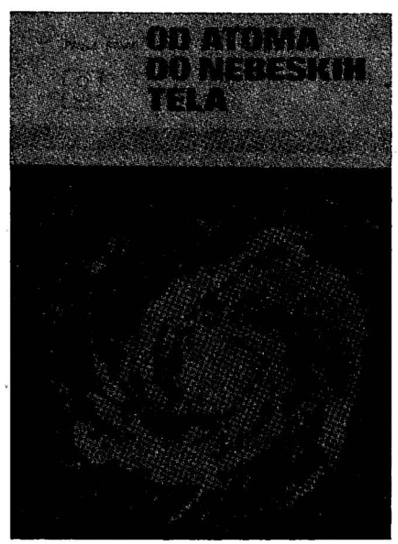
то је за прогнозиране средње атомске тежине могуће одредити нулте волумене

$$\overline{V}_1, \overline{V}_2, \overline{V}_3, \ldots, \overline{V}_9.$$

На овај начин добијен је модел материјала планета као у р е ђ е н а д в о ј к а $(A, \overline{V})$ из које произлазе све остале карактеристике материјала.

Резултати теорије Савић—Кашанин

Савићева хипотеза и поставке које смо горе навели и образложили, непосредно су послужиле академику Радивоју Кашанину да убрзо саопшти прве резултате примене ове хипотезе на случају планете Земља.[13] Прорачуни и опште математичка обрада Р. Кашанина (број слојева, густина у слојевима, притисци, момент инерције и друге механичке особине Земље) показала је добро слагање теоријских резултата са геофизичким подацима. Ово је довело до плодне вишегодишње сарадње ова два академика који су развили теорију о понашању материјала под високим притиском. Ова теорија објављена је у четири посебне монографије од 1962. до 1965. године у издању Српске академије наука и уметности. Резултати изнети у овим монографијама представљају основни извор за даљи рад на теорији о понашању материјала под високим притисцима која се скраћено назива „Теорија Савић—Кашанин". Како су поменуте књиге, тиме и сама теорија, остале неприступачне широј јавности, академик П. Савић је 1970. године објавио посебну књигу „Од атома до небеских тела" са циљем да своје хипотезе и поставке о дислокацији електрона и опште о настанку раслојености, рота ције и магнетног поља небеских тела нешто шире објасни.



Сл. 7. Насловна страна П. Савићеве популарне књиге из теорије о понашању материјала под високим притиском

[13] Р. Кашанин: Глас CCXL, књ. 21 (1961).

Године 1965. када се теорија већ знатно развила, учествовали су у јубилеју академика А. П. Виноградова са саопштењем, где су неке раније резултате о Земљи из 1961. и 1963. године побољшали и допунили резултатима о температури. На Међународном симпозијуму о Мохоровичићевом дисконтинуитету (Загреб, 1968) слично су поступили. Саопштили су детаљно резултате о Земљи на основу своје теорије. Овај рад је посебно значајан са методолошког становишта, јер се изложени поступак може применити на све планете Сунчевог система.

На Интернационалном конгресу о геохемији (Москва, 1971) са академиком Стојаном Павловићем, Савић саопштава рад о распореду вулканских лежишта у односу на познате податке о Мохоровичићевом дисконтинуитету. Ако узмемо да су жаришта вулкана у Мохоровичићевом дисконтинуитету, писали су том приликом, онда температура лаве треба да варира око 1000°C што је и констатовано. Ако је вредност температуре лаве нешто виша или нешто нижа од ове вредности, тада је то температура коре, врха омотача или нижег нивоа Мохоровичићевог дисконтинуитета. Ово саопштење је значајно и по томе, што је тачно утврдило ред величина потребне енергије за пребацивање материјала из слоја у слој код Земље.

У Српском геолошком друштву на Симпозијуму о Месецу (Београд, 1970) академик П. Савић саопштио је модел Месеца на основу своје теорије. Резултати које је тада изнео (Месец има два слоја и др.) у потпуности су сагласни са експерименталним подацима које је 1973. године послала америчка Месечева сеизмичка станица југоисточно од Московског мора.

Најновија саопштења академика П. Савића пред Мађарском, Грчком и Македонском академијом наука, као и књига П. Савића и Р. Кашанина коју припрема да изда Украјинска академија наука, пружају нове резултате и откривају нове могућности даљег рада на овој теорији.

Драган В. Трифуновић

ПОСМАТРАЧКИ ПРИЛОЗИ

AMATERSKI PROGRAM POSMATRANJA SUNCA

(0) *Način rada i potrebna oprema*

Zbog obilja svestlosti Sunce je veoma pogodno za amaterska posmatranja, jer nije potreban veliki instrument. Međutim, amaterski radovi o Suncu obično se svode na određivanje Volfovog broja i utvrđivanje Vilsonovog efekta. Razloga tome ima više.

Određivanje koordinata pega na projekciji pomoću stereografske mreže podesno je samo za brzo određivanje, uz nedovoljnu tačnost za dublju analizu. Ukoliko se najpre snimi Sunce pa zatim projektuje na mrežu rezultat je bolji, ali kako se u cilju određivanja dnevnog paralela snima dupli snimak uvek postoji opasnost da pri zatezanju okidača pomerimo aparat ili teleskop, usled čega se položaj dnevnog paralela na snimku može znatno izmeniti. Ovde će biti iznet jedan način kojim se te teškoće eliminišu, a koji zbog jednostavne realizacije neće predstavljati teškoću ni manje veštim amaterima.

Potrebna oprema sastoji se od: teleskopa, fotoaparata (sa ogledalom), aparata za uvećanja slika (ili dijaprojektora), hronometra („štoperice" ili boljeg časovnika) i libele Dobro je ukoliko se raspolaže crvenim ili žutim filterom.

Fotomaterijal: a) dokument film, npr. MIKROFILM (Ef-ke) ili neki drugi. Mikrofilm je podesan zbog sitnog zrna (130 linija po milimetru), neosetljivosti na crvenu svetlost (pa se može razvijati uz crvenu svetlost, što predstavlja znatnu udobnost) i niske cene, b) razvijač za takvu vrstu filma je FR 17 (Efke) najpodesniji, a dobar rezultat daje i FR-4, FR-3.

U ovom postupku *ne igra nikakvu ulogu* način postavljanja (montaža) teleskopa. Kada se teleskop sa fotoaparatom navede na Sunce libelom se podesi da jedna strana filmskog kadra bude paralelna sa horizontom i beleži se trenutak snimanja, sa maksimalnom tačnošću, a poželjno je da bude 1^s.

Stanje časovnika može se utvrditi npr. poređenjem sa signalom koji emituje u pun sat Radio London (signali Griničke opservatorije) na frekvenciji 15,1 MHz (19,93) ili 9,8 MHz (30,6 m), odnosno Nauen neprekidno na frekvenciji 4,5 MHz (66 m), ili bilo koja domaća stanica.

Obrada se sastoji od (1) određivanje nagiba dnevnog paralela prema bazi snimka, (2) merenja koordinata pega, izračunavanja heliocentričnih koordinata i merenja površine pega, (3) klasifikacije pega i određivanja greške merenja.

Potrebni podaci koji se uzimaju iz godišnjaka (efemerida) su rektascenzija (α) i deklinacija (δ) Sunca, koo. za fizičko posmatranje Sunca (P, B_0, L_0), ugaoni prečnik Sunca (R'), zvezdano vreme u prethodnu ponoć (S_0) i vremensko izjednačenje (η). Sa geografske karte u merilu 1:100 000 mogu se sa potrebnom tačnošću očitati geografska širina (φ) i dužina (λ) mesta posmatranja.

Na kraju će biti prikazan (4) opis i način izrade jednog jednostavnog i jevtinog fotoheliografa — instrumenta za posmatranje Sunca. Na Narodnoj opservatoriji uskoro počinju posmatranja po ovom programu, pošto su prethodna ispitivanja dala zadovoljavajuće rezultate.

(1) *Određivanje nagiba dnevnog paralela prema bazi snimka*

Postupak se zasniva na sledećim jednačinama, od kojih prva daje zvezdano vreme (s) u datom mestu (λ) u trenutku posmatranja izraženom u svetskom vremenu (TU)

$$s = S_0 - \lambda + TU\,(1 + \mu) \tag{1}$$

$$1+\mu = \frac{366{,}2422}{365{,}2422}$$

a ostale daju vezu između horizontskih (z, A) i mesnih ekvatorskih koordinata (δ, t)

$$\cos z = \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos t \tag{2}$$

$$\sin z \sin A = \cos\delta \sin t \tag{3}$$

$$\sin z \cos A = -\cos\varphi \sin\delta + \sin\varphi \cos\delta \cos t \tag{4}$$

Za časovni ugao t važi takođe relacija

$$t = s - \alpha,$$

gde je α rektascenzija Sunca u *datom trenutku* TU izraženom u časovima

$$\alpha = \alpha_0 + \Delta\alpha\ TU/24$$

Dakle
$$t = (S_0 - \alpha_0 - \lambda) + (1 + \mu - \Delta\alpha/24)\,TU$$

ili, kako je

$$\alpha_0 - S_0 = 12^h + \eta$$

biće

$$t = TU - (12^h + \lambda + \eta) \tag{5}$$

pri čemu je član uz TU izjednačen sa jedinicom. (Posledica toga je unošenje greške u t od maksimalno $-27^s<2'$ 1. januara, odnosno $+\ 21^s<1{,}5'$ 4. jula. Osim toga, t figuriše u obliku trigonometrijske funkcije, pa se greška može zanemariti s obzirom na tačnost poznavanja geografske širine, koja je istog reda veličine u slučaju očitavanja sa geografske karte 1:100 000).

Diferenciranjem jednačina (2)—(4) uz zanemarivanje dnevne promene deklinacije Sunca (δ = const), zatim rešavanjem (2) po dh/dt, (3) i (4) po dh/dA, iz (3) i (4) može se dobiti izraz dt/dA i konačno izraz

$$\frac{dh}{dA} = \frac{dh}{dt}\frac{dt}{dA} = \operatorname{tg}\chi$$

koji daje ugao χ, nagib dnevnog paralela kroz centar Sunčevog diska prema ravni paralelnoj horizontalnoj, a postavljenoj kroz centar Sunčevog diska. Tako se dobija

$$\operatorname{tg}\chi = \frac{-\cos\varphi \operatorname{tg} t}{\cos A + \sin\varphi \sin A \operatorname{tg} t} \tag{6}$$

gde su azimut A i pomoćni ugao M određeni sa (npr. Lit. /1/, str. 22)

$$\operatorname{tg} A = \frac{\operatorname{tg} t \cos M}{\sin(\varphi - M)} \tag{7}$$

$$\operatorname{tg} M = \frac{\operatorname{tg}\delta}{\cos t} \tag{8}$$

Za Sunce istočno od meridijana $\chi>0$, a zapadno od meridijana $\chi<0$. Gornjim postupkom nepoznavanje φ do 10′ unosi uz trenutak snimanja poznat na 1^s grešku u χ do 2,5′.

(2) *Određivanje koordinata pega*

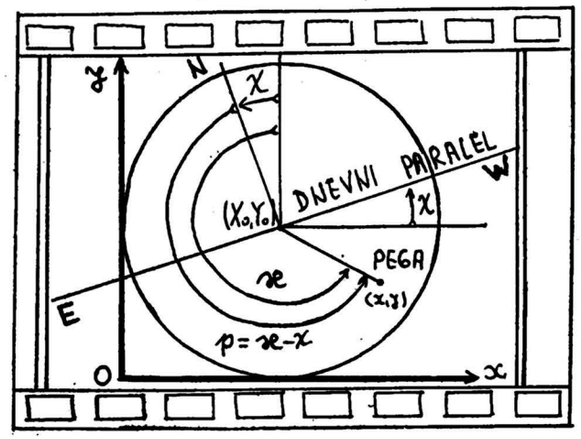
2.1 *Koordinatni sistem* x0y postavlja se tako da je x osa paralelna bazi snimka i usmerena približno na zapad, a y osa približno na sever i normalna na x. (sl. 1) Korisno je koristiti projekciju standardnih dimenzija, npr. na kojoj će prečnik Sunca iznositi D=200

mm, na mm-papir. Očitavanje je tada moguće na 0,5 mm. Za prečnik Sunca od 200 mm koo. centra Sunčevog diska su $X_0 = Y_0 = 100$ mm. Rastojanja pega od centra diska su data sa

$$r = \sqrt{(x-X_0)^2 + (y-Y_0)^2} \tag{9}$$

i

$$\frac{r}{R} = \sin(\rho+\rho') \tag{10}$$



Slika 1.

gde su ρ i ρ' ugao između pravca ka Zemlji iz centra Sunca i pravca ka detalju i ugaono rastojanje detalja od prividnog centra Sunčevog diska. Iz (9) i (10) i $R=D/2$ odredi se $(\rho+\rho')$ i od te vrednosti oduzme se

$$\rho' = \frac{r}{R} R' \tag{11}$$

U dalji postupak ulazi ugao

$$\rho = (\rho + \rho') - \rho' \tag{12}$$

kao i ugao p između pravca ka severu (koji se od ugla $\varkappa$ na slici 1 razlikuje baš za nagib dnevnog paralela prema osnovi snimka) i radijusa kroz detalj

$$p = \varkappa - \chi \tag{13}$$

gde je ugao $\varkappa$ određen sa

$$\operatorname{tg} \varkappa = \frac{X_0 - x}{y - Y_0} \tag{14}$$

Očigledno, za

$(X_0-x)>0,\ (y-Y_0)>0, \quad 0°<\varkappa<90° \quad \varkappa = \text{arc} \mid \operatorname{tg}\varkappa \mid$

$(X_0-x)>0,\ (y-Y_0)<0, \quad 90°<\varkappa<180° \quad \varkappa = 180° - \text{arc} \mid \operatorname{tg}\varkappa \mid$

$(X_0-x)<0,\ (y-Y_0)<0, \quad 180°<\varkappa<270° \quad \varkappa = 180° + \text{arc} \mid \operatorname{tg}\varkappa \mid$

$(X_0-x)<0,\ (y-Y_0)>0, \quad 270°<\varkappa<360° \quad \varkappa = 360° - \text{arc} \mid \operatorname{tg}\varkappa \mid$

Ovde arc $\mid \operatorname{tg}\varkappa \mid$ određuje ugao koji odgovara apsolutnoj vrednosti količnika (14), i koji predstavlja oštar ugao.

2.2. *Heliografske koordinate* (B, L) određuju se iz jednačina (videti npr. Lit. /2/, str. 26)

$$\begin{aligned} \sin B &= \cos\rho \sin B_0 \cos(p-P) \\ \sin L' \cos B &= -\sin\rho \sin(p-P) \\ \cos L' \cos B &= \cos\rho \cos B_0 - \sin\rho \sin B_0 \cos(p-P) \end{aligned} \tag{15}$$

$$L = L_0 - L' \tag{16}$$

L je longituda u odnosu na Keringronov meridijan, L_0, B_0, i P treba iz tabelisanih vrednosti interpolacijom odrediti za dati trenutak (Videti npr. Lit, /3/, str. 70). Pri tome treba voditi računa o znaku sin L′ i cos L′, uglove izraziti u stepenima i zadržati se na drugom decimalnom mestu.

2.3 *Određivanje površine pega* može se izvesti projektovanjem lika Sunca na milimetarski papir i brojanjem kvadratića koje prekriva pega. Ako se zna poluprečnik Sunca R na projekciji, površina se lako izražava u milionitim delovima površine polusfere (Lit. /2/, str. 26)

$$S = \frac{1\,000\,000 \cdot s}{2\pi R^2 \cos\rho} \tag{17}$$

ρ je određeno sa (12), a s predstavlja očitanu površinu (mm²); R se izražava u mm.

2.4. *Analiza podataka* može se obaviti jer prosečna brzina kretanja pega po longitudi L iznosi oko 0,6° dnevno, što predstavlja vrednost veću od greške u određivanju B, L. Međutim, kako Sunce ne rotira kao kruto telo treba izvršiti korekciju na diferencijalnu rotaciju. To se postiže članom koji se dodaje računom dobijenoj vrednosti (L) i predstavlja proizvod dnevnog sideričkog ugla ω rotacije Sunca na datoj širini B i vremenskog intervala proteklog od prvog snimanja date pege do datog snimanja. Kako je ugaona brzina rotacije Sunca određena sa (Lit. /4/, str. 17)

$$\omega = 13{,}7° - 2{,}7° \sin^2 B$$

ta korekcija iznosi

$$\Delta L = (13{,}7° - 2{,}7° \sin^2 B)\, \Delta T, \tag{18}$$

i sopstvena kretanja po dužini i širini

$$dL = \Delta L + (L_2 - L_1)$$
$$dB = B_2 - B_1.$$

Ovde je interval vremena izražen u danima. (O sopstvenim kretanjima pega videti Lit. /5/, str. 51.)

(3) *Klasifikacija pega*

Klasifikacija pega obično se vrši prema njihovom obliku. Ima ih više, a najrasprostranjenija je Ciriška klasifikacija (Valdmajer, 1947). O njoj je već pisano u Vasioni (Lit. /6/, str. 60). Ovde ćemo navesti klasifikaciju koju je dao V. V. Šaronov (Lit. /2/, str. 16). Postoje četiri klase, a svaka od njih deli se na više tipova, označenih malim slovima latinice.

I KLASA: Usamljene pege ili pege okružene većim brojem pora.

Ia: pega sa celim jezgrom i pravilnom polusenkom,

Ib: jezgro pege razdeljeno na dva ili više delova,

Ic: dvojna pega; i senka i polusenka razdvojeni na dva dela,

Id: isto kao c, ali više od dve pege.

II KLASA. Dvopolne grupe. Grupa predstavlja skup dve ili više pega i pora, obično u obliku niza.

IIa: grupa trougaone konfiguracije; glavna pega usamljena, prate je dve pege, a linija koja ih spaja obrazuje sa osom grupe približno prav ugao,

IIb: višeugaona grupa; glavna pega usamljena, a prateća grupa sastoji se od više pega,

IIc: grupa se sastoji samo od dve pege-glavne i prateće. Između njih mogu postojati pore,

IId: grupa predstavlja niz od nekoliko većih pega, od kojih je glavna najveća i pravilna,

IIe: grupa predstavlja niz pega u kome se najveća nalazi pozadi (istočni kraj), najveća je i pravilna,

IIf: grupa u obliku niza, u kome je najveća pravilna pega u sredini,

IIg: dvopolna grupa, koja se sastoji od dve veće nepravilne polusenke u kojima se nalazi više jezgara,

IIh: usamljena pega iza koje se javlja dug niz pora (prelazni tip ka I klasi),

III KLASA. Velika grupa čija su sva jezgra obuhvaćena zajedničkom polusenkom. Ovo je reći oblik, i njemu pripadaju najkrupnije formacije koje se brzo razvijaju, a javljaju se pre svega u blizini maksimuma aktivnosti.

IIIa: od zajedničkog centra polusenka se grana obrazujući zvezdastu ili spiralnu formaciju ispunjenu jezgrima,

IIIb: grupa se sastoji od niza približno paralelnih lukova ili traka polusenke sa više jezgara u njima,

IIIc: površina polusenke je bez grana i traka.

IV KLASA. Grupe se sastoji samo od pora i uopšte ne sadrže pege koje imaju polusenku.

IVa: usamljena pora

IVb: dvostruka pora ili uzan niz više pora,

IVc: grupa koju obrazuju dve udaljene pore ili grupice pora,

IVd: niz pora,

IVe: pore razbacane bez pravilnosti.

Kako se grupa razvija menjaju se njene dimenzije i struktura. To povlači za sobom izmenu klase; izmene klase mogu biti različite.

Tomić Aleksandar

LITERATURA:

(1) B. Ševarlić, Z. Brkić: Geodeska astronomija I, Građ. knjiga, Beograd, 1963
(2) М. А. Кулакотко: Задачи и методика наблюдения Солнца, Наука, Москва, 1963
(3) Vasiona, XXII, 3, (1974), (Određivanje heliocentričnih koord. pega)
(4) Д. Я. Мартынов: Курс общей астрофизики, Наука. Москва, 1971
(5) Vasiona, XXI, 2, (1973), (A. Kubičela: Fotosferska kretanja na Suncu)
(6) Vasiona, XX, 3—4, (1972), (Ciriška klasifikacija pega, klasifikacija fakula, Vilsonov efekt)

KONGRES ASTRONOMA AMATERA JUGOSLAVIJE

U Zagrebu je 28. i 29. februara 1976. održan Prvi Kongres astronoma amatera Jugoslavije. Pored posmatračkih izvještaja i teoretskih referata, za vrijeme Kongresa održan je i sastanak predstavnika astronomskih društava i klubova iz cijele naše zemlje. S obzirom da su na sastanku doneseni veoma važni zaključci za dalji rad Centra astronoma amatera Jugoslavije, u ovom izvještaju bi naročitu pažnju posvetili tom dogovoru astronoma amatera.

I dosadašnji susreti su imali za cilj unaprijediti amatersku astronomiju u Jugoslaviji tako da su se nakon formiranja Centra (28. 7. 1973.) ostvarili mnogi značajni rezultati. Stvorena je baza od preko 600 aktivnih članova, pokrenut je časopis „Astro-amater", Akademsko astronomsko društvo iz Sarajeva je za svoje članove izdalo 7 astronomskih knjiga, organizovana su mnogobrojna posmatranja astronomskih pojava, učinjeni su napori za nabavku i izradu amaterskih teleskopa.

Nakon toga nametnula se ideja da bi rad Centra trebalo organizovati na jednom višem nivou, kako bi se individualnim astronomima amaterima olakšao rad i pružila povoljniji uslovi za amatersko bavljenje astronomijom. Tako su predstavnici dvanaest astronomskih društava i klubova širom Jugoslavije na sastanku u Zagrebu odlučili da se dalji rad Centra odvija po komisijama.

Komisije su formirane prema područjima posmatračke djelatnosti a iskusnijim društvima i pojedincima je povjereno vođenje tih komisija.

Astronomskom društvu „Istra" iz Pule povjeren je rad komisije za instrumente, AAD SRH iz Zagreba će voditi komisije za Sunce i planete, koordinator komisije za pomrčinske pojave će biti Krešimir Pavlovski, DAAS iz Splita će voditi rad komisije za meteore a AAD iz Sarajeva će preuzeti rad komisija za promenljive zvijezde i komete. Centar astronoma iz Sarajeva će slati posmatračke izvještaje svojih članova komisijama na obradu a

komisije će zatim obavještavati Centar o svom rčdu i rezultatima. Te će izvještaje kao i izvještaje pojedinaca, obavljati časopis „Astro-amater" koji će i dalje biti glavno glasilo Centra. Zbog toga bi „Astro-amater" trebao steći što veći broj čitalaca, a u tom pogledu su već učinjeni izvjesni napori.

Nakon dogovora astronomskih društava koja se bave izdavačkom djelatnošću, očekuje se mnogo bolja saradnja i ostvarenje zajedničkih napora ka stvaranju dobre astronomske literature na našem jeziku. Kako se prilikom izdavanja knjiga, uputstava i časopisa teži zadovoljiti interesima astronoma amatera, pozivaju se svi zainteresovani da se sa svojim prijedlozima jave na adresu Centra (M. Tita 44, pp 97, 71 001 Sarajevo). Obavještenja o radu Centra i časopisu „Astro-amater" se mogu dobiti na istoj adresi.

Postojeće komisije će u najskorije vrijeme pripremiti planove rada i uputstva za posmatranje tako da će se početi sa probnim radom tih komisija. Krajem oktobra bi se u Sarajevu održao II Kongres na kome bi se sumirali rezultati tog rada i dogovorili dalji planovi.

Predstavnici astronomskih društava i klubova su obečali da će o svom radu što češće izvještavati Centar kako bi putem „Astro-amater"-a i ostala društva bila obavještena. To bi bio još jedan korak naprijed ka što uspješnijoj saradnji od koje mnogo očekujemo.

Branko Vuksanović

ПРИЛОЗИ ШКОЛСКОЈ НАСТАВИ

ŠTA NAM KAZUJE UGAONI PREČNIK SUNCA?

Poznato je da Zemlja izvrši punu revoluciju oko Sunca za približno 365,2422 srednjih Sunčanih dana. Zbog toga se Sunce prividno pomera duž ekliptike, sa zapada ka istoku, za približno 1° dnevno. Kako se Zemlja kreće po eliptičnoj putanji, a prečnik Sunca nije zanemarljiv u odnosu na rastojanje Zemlja—Sunce, u toku godine menjaće se Sunčev ugaoni prečnik.

Ugaoni prečnik Sunca može se relativno lako meriti. Sjaj Sunca dovoljno je velik da lik Sunca možemo posmatrati na projekcionom ekranu, a to znači i dosta uvećan. Ukoliko se raspolaže hronometrom („štoperica") merenje može biti i jednostavno i dovoljno tačno. Potrebno je merenje ponoviti više puta i uzeti srednju vrednost niza merenja

$$t^s = \frac{1}{n} \Sigma t_i^s .$$

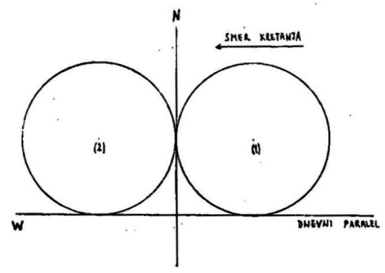
Prečnik lika Sunca na projekciji *(d)* određen je žižnom daljinom objektiva i okulara *(F, f)* i rastojanjem *(a)* od okulara do ekrana, odnosno uvećanjem teleskopa *(u)*

$$d = \frac{F(a-f)}{100 f} = u \frac{a-f}{100} .$$

Ako želimo dovoljno svetao lik na projekciji, *d* ne treba da je veće od dvostrukog prečnika objektiva. Na ekranu se povuku dve prave linije, međusobno normalno, i podesi da lik Sunca „klizi" duž jedne od njih (dnevni paralel). U trenutku dodira sa normalnom uključi se hronometar, a kada ceo disk pređe preko normale na dnevni paralel isključi se i očita protekli vremenski razmak t_i^s. (sl. 1). Postupak se ponovi više puta.

Ukoliko se to radi svakodnevno, dobija se niz vrednosti koje se mogu predstaviti i grafički (Sl. 2). Ugaoni prečnik dobija se iz

$$\rho'' = 15\, t^s \cos\delta$$



Sl. 1.

gde je δ (izmerena ili uzeta iz godišnjaka za dati trenutak) deklinacija Sunca. Srednje kvadratsko odstupanje, određeno sa

$$\sigma_t^s = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \Sigma (t_i^s - t^s)^2}$$

daje interval oko dobijene vrednosti unutar koga se najverovatnije nalaz tačna vrednost. Sl. 2). Očigledno

$$\sigma_\rho'' = 15 (\cos\delta)\, \sigma_t^s .$$

Interesantno je šta nam sve govori ugaoni prečnik Sunca, ako se meri u dovoljno dugom vremenskom intervalu.

Crtanjem grafika $\rho = \rho(T)$, *T*-datum u godini (Sl. 2.a) videćemo najpre da se posle 365—366 dana vrednost ugaonog prečnika ponavljaju. Odatle možemo izvesti zaključoa da je to period u kome se menja rastojanje Zemlje do Sunca. Kako se on menja u uzanom intervalu oko vrednosti 32′, a iz prakse znamo da bliži predmet vidimo kao veći nego isti takav, ali udaljen predmet, možemo pretpostaviti da između rastojanja *(r)* Sunce—Zemlja i ugaonog prečnika postoji veza

$$\rho = \frac{c}{r} .$$

Ako dalje pretpostavimo da se Zemlja kreće oko Sunca po elipsi, tada dobijeni vremenski razmak predstavlja period obilaska. Između maksimalnog i minimalnog prečnika (ρ_M, ρ_m) i maksimalnog i minimalnog rastojanja (Q, q) i ekscentriciteta elipse ($e = \sqrt{a^2 - b^2}/a$) postoji odnos

$$\frac{\operatorname{tg}\rho_M}{\operatorname{tg}\rho_m} = \frac{Q}{q} = \frac{1+e}{1-e}$$

ili približno

$$\frac{\rho_M}{\rho_m} = \frac{1+e}{1-e},$$

odakle se dobija

$$e = \frac{\rho_M - \rho_m}{\rho_M + \rho_m}.$$

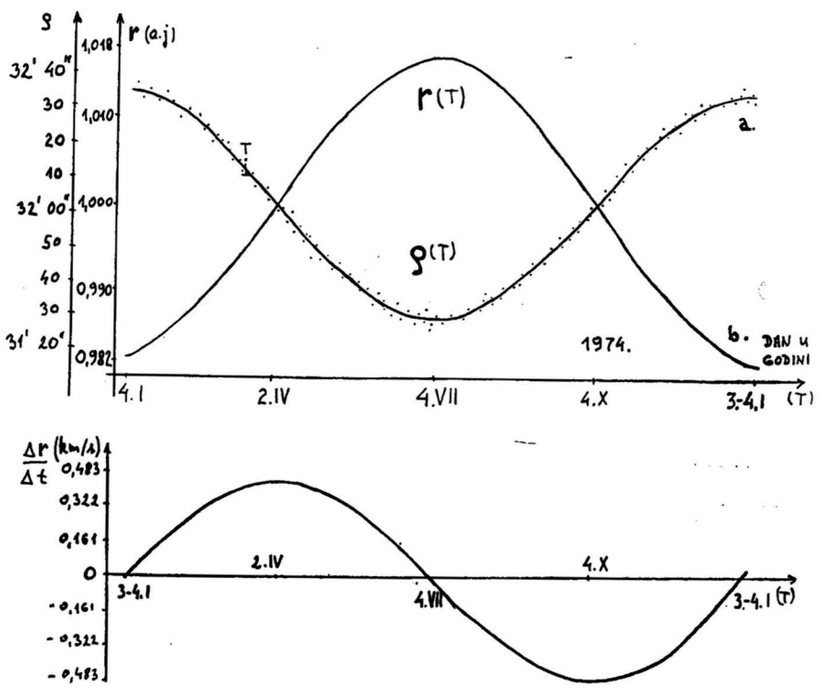
Sa grafika treba što tačnije odrediti ekstreme krive $\rho = \rho(T)$ i time je određen ekscentricitet Zemljine orbite. (Dobija se vrednost nešto veća od 0,0166).

Srednjoj vrednosti ugaonog prečnika

$$\bar{\rho} = \frac{1}{2}(\rho_M + \rho_m)$$

pripišemo rastojanje od 1 A. J. Sada možemo nacrtati i krivu

$$r = \frac{c}{\rho}$$



Sl. 2.

(Sl. 2.b). Presek krivih $r(T)$ i $\rho(T)$ daje datume kada se Zemlja nalazi na tom srednjem rastojanju od Sunca. Diferenciranjem krive $r(T)$ dobija se Sl. 3, grafik koji pokazuje brzinu promene rastojanja S—Z, tj. radijalnu brzinu Zemlje u svakom trenutku.

Diferenciranje je prosto nalaženje količnika $\Delta r/\Delta t$ u razmacima od npr. 10 dana, pri čemu sredini intervala pripisujemo dobijenu vrednost. Ako se Zemlja udaljava od Sunca $(\Delta r/\Delta T) > 0$, a ako se približava $(\Delta r/\Delta T)$. Tako se dobijaju datumi kada je Zemlja na srednjem rastojanju (to odgovara najvećoj po apsolutnoj vrednosti-radijalnoj brzini),odnosno kada je najdalje ili najbliže Suncu (što odgovara nultoj radijalnoj brzini). Tako sledi:

Zemlja najbliže Suncu	3—4. I
Zemlja najdalje od Sunca	4. VII
Zemlja na rastojanju 1. a. j.	2. IV 4. X

Tomić Aleksandar

ЗАКОН ОПШТЕ ГРАВИТАЦИЈЕ У АСТРОНОМИЈИ

(Њутнов закон гравитације)

Закон опште—универзалне гравитације представља један од најопштијих природних закона, који открива суштински узрок великог броја свих кретања у васиони.

Наша жеља и задатак је да на одређени начин утврдимо услове његове емпиријске и теоријске експликације, подсећајући, у одговарајућем контексту, на његову везу са одговарајућим општим, посебним па и појединачним астрономским проблемима. Јер, (сетимо се или се подсетимо), основа неких астрономских дисциплина, као што су небеска механика и теоријска астрономија, почива баш на открићу једног општег закона, закона гравитационих дејстава.

Други наслов овог текста већ нас подсећа на чињеницу да је закон опште гравитације у експлицитном облику први дао Исак Њутн и то у свом знаменитом делу „Philosophiae naturalis principia mathematica“ из 1687. Њутн је утврдио следеће:

Сваки делић материје у васиони привлачи сваки други делић силом у правцу тих делића, интензитет силе је пропорционалан производу маса m_1 и m_2 тих делића, а обрнуто пропорционалан квадрату растојања међу њима r.

Међутим, пре него пређемо на краће излагање историје открића и потврде тог закона, треба да се подсетимо достигнућа механике уопште, астрономије посебно, у времену пре и за живота Исака Њутна, чија открића и могу да се анализирају само у том и таквом оквиру.

У том периоду, крајем XVI и током XVII века, хелиоцентрични систем света Николаја Коперника стиче право грађанства, а Кеплерови закони описују кретање тела у таквом систему:

I Планете описују елипсе око Сунца, које се налази у заједничкој жижи тих елипса.

II Хелиоцентрични радијус-вектор планете за једнаке временске размаке описује једнаке површине.

III Квадрати времена обилажења појединих планета око Сунца у сразмери су са кубовима великих полуоса њихових путања.

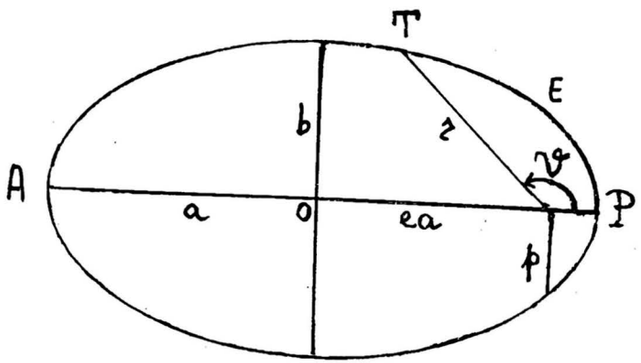
У аналитичком облику Кеплерови закони су:

I. $$r = \frac{p}{1 + e \cos \vartheta};$$

II. $$r^2 \times \frac{\mathrm{d}\vartheta}{\mathrm{d}t} = C = \text{const.}$$

III. $$\frac{a^3}{T^2} = K = \text{const.}$$

(исти број за све планете).



Sl. 1.

У овим формулама r је хелиоцентрични вектор положаја планете, p—параметар елипсе, e—ексцентричност елипсе, ϑ—угаоно растојање правца ка планети и правца ка перихелу њене путање, C—двострука секторска или површинска брзина планете, a—велика полуоса и T—време (период) обиласка планете око Сунца.

У то време Галилеј објављује резултате својих радова на проблемима кретања тела при бацању, слободном падању и обртању, као и експериментално одређену вредност убрзања силе Земљине теже.

Коначно, Хајгенс је у свом делу „Horologium oscilatorium“ (Часовници с клатном) из 1673. г. изнео сазнање да се тело креће по кругу само ако на њега делује нека стална сила наперена ка центру путање; убрзање тела је дато изразом

$$w = \frac{v^2}{r} = r\,\omega,$$

где је v линијска брзина тела, r полупречник путање, ω—угаона брзина тела.

Сада се вратимо Њутну, хронологији открића и првој егзактној примени закона универзалне гравитације.

Биографски подаци говоре да је Њутн, пошто је студирао на Тринити колеџу у Кембриџу од 1661—65, због куге, која од 1664—67. влада у Енглеској, био приморан

да се врати у своје родно место, у Улздорп. Према Пембертону (издавачу Њутнових „Принципија“ и Њутновом ученику) Њутн долази до првих идеја о гравитационом дејству у јесен 1666. г. Наиме, седећи у врту, видео је да је једна зрела јабука пала на тле (вероватно су његове очи и раније виделе такав догађај!). Запитао се, зашто је пала? Још Галилеј је рекао: „Због дејства силе теже“. Али, Њутн се пита више: докле, и да ли и до Месеца допире та сила, тј. да ли она приморава Месец да кружи око Земље? Ако га приморава, онда треба наћи убрзање које Месецу саопштава та сила. Њутн је дошао до одговора на постављено питање, мада ни данас није сасвим извесно на који од могућих начина.

Један од начина је следећи: Галилеј је нашао (Њутну познато) да тело, бачено хоризонтално почетном брзином v, описује параболу параметра

$$p = \frac{v^2}{w}.$$

За довољно велико v тело се креће по кругу, чији је полупречник

$$r = p = \frac{v^2}{w},$$

где је w убрзање које телу даје Земља.

У случају Месеца, ако је r—полупречник путање, а T—време обиласка око Земље, имамо

$$v = \frac{2\pi}{T} \cdot r = r\,\omega$$

где је

$$w = \frac{4\pi^2 r}{T^2}. \qquad (1)$$

Одавде може да се израчуна убрзање Месеца на путањи.

Даље, ако се на кретање Месеца око Земље примени III Кеплеров закон $r^3/T^2 = k$ (наравно, ради се о новом централном телу Земљи), онда је $r/T^2 = k/r^2$ и сменом у израз за убрзање, имамо

$$w = 4\pi^2 k \frac{1}{r^2} = \mu \frac{1}{r^2},$$

где је $\mu = \text{const.}$

Дакле, дошли смо до израза за убрзање, које Земља саопштава Месецу и видимо да је оно обрнуто пропорционално квадрату удаљености Месеца од Земље.

Истини за вољу, неки подаци говоре да Њутн није ишао овим, веома апроксимативним путем. Претпоставља се да је Њутн интуитивно наслутио да дејство силе теже опада с квадратом растојања, јер површине сфере по којима се у простору распростире то дејство расту с квадратом радијуса. Значи, одмах долазимо до резултата идентичног последњој једнакости; ако је сила

$$F = \text{const} \cdot \frac{1}{r^2},$$

онда је убрзање $w = \frac{\mu}{r^2}$, где је μ такође константно.

Сада можемо да успоставимо одређене везе. Према последњој релацији, убрзање силе земљине теже на површини Земље је

$$g = w_z = \frac{\mu}{R^2},$$

а на растојању Месеца је $w = \frac{\mu}{r^2}$. Елиминишући μ, добијамо:

$$w = \frac{g \cdot R^2}{r^2}. \qquad (2)$$

Из (1) и (2) следи да је

$$g = \frac{4\pi^2 r^3}{T^2} \frac{1}{R^2}. \qquad (3)$$

Према томе, Њутн је могао, познавајући параметре Месечевог кретања и Земљин полупречник, да покаже исправност својих поставки и закључака израчунавањем g и поређењем добијеног резултата са вредношћу коју је Галилеј добио експериментално. На жалост, још једном се показало да и најисправнија теорија тренутно губи битку са стварношћу, ако се не располаже са довољно тачним подацима. Јер, Њутн је, немајући тачне податке за полупречник Земље, добио вредност за g која се знатно разликовала од Галилејеве вредности. Тако су Њутнови младалачки радови морали да сачекају бољу прилику да би са својим потпуним значењем угледали светло дана.

1682. г. на једној од седница Енглеске Академије наука Њутн сазнаје резултате Пикарових премера Земље и уочава њихову знатну разлику од података, којима је он до тада располагао. Сачекавши крај седнице, Њутн одлази кући, тражи раније списе о гравитацији и у већ наведене изразе смењује нове податке. Као занимљивост, често се помиње да Њутн тог тренутка није смогао довољно храбрости да сам изврши коначан рачун, него је дао то једном свом пријатељу. Тако Њутн потврђује претпоставку о дејству гравитације Земље на Месец.

Треба напоменути да је Њутн у то време већ увелико радио на својим „Принципијима“, у којима уводи и дефинише појмове: масе, силе, количине кретања итд. За нас је од значаја релација: сила, која делује на неко тело једнака је производу масе и убрзања тела.

Из проблема кретања Месеца Њутн је могао, коначно, да изведе следећу релацију

$$\overline{P} = m \frac{\mu}{r^2}$$

за интензитет силе гравитационог (привлачног) дејства Земље на тело масе m, које се налази на растојању r од центра Земље.

Применимо добијену формулу на кретање планета око Сунца. Нека је m—маса планете, M—маса Сунца и ако уведемо нову константу пропорције

$$f = \frac{\mu}{M},$$

добијамо

$$\overline{P} = f \cdot \frac{m \cdot M}{r^2},$$

где је P интензитет силе којом се узајамно привлаче планета и Сунце; f има исту нумеричку вредност за све планете.

Међутим, Њутн овај закључак проширује на целу васиону: *Два делића материје у васиони привлаче се узајамно силом пропорционалном производу њихових маса, а обрнуто пропорционалном квадрату њиховог растојања; константа пропорције је универзална константа, тзв. гравитациона константа.*

$$P = f \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}, \quad f = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \mathrm{m^3\,kg^{-1}\,s^{-2}}.$$

Из општих ставова, који се тичу централних сила (сила чији је правац „везан“ за одређену тачку-центар), посебно централних сила инверзно пропорционалних квадрату растојања, могу да се изведу значајна уопштења у погледу гравитационих дејстава:

Две кугле, чији су густине функције само удаљености r од њиховог центра, привлаче се међусобно као две материјалне тачке које се налазе у положајима њихових центара.

У случају планета тај став омогућава да се њихово кретање сведе на кретање материјалних тачака, које имају масе појединих планета.

Следеће правило, које је такође Њутн исказао, гласи:

Два тела, која се међусобно привлаче, описују око свог заједничког тежишта или једно око другог, за исто време, сличне геометријске фигуре (у случају планета, елипсе).

Значи, већ тада је напуштена претпоставка раног хелиоцентризма о непокретности Сунца: Сунце се креће без престанка, при чему се мало удаљује од тежишта. Поред тога, може да се уопшти и I Кеплеров закон:

I. Под гравитационим дејством тела се крећу по линији једног од конусних пресека (круг, елипса, парабола, хипербола).

Други Кеплеров закон је откривањем закона опште гравитације само стекао потпуну потврду, док је трећи закон доживео знатну промену.

Размотримо систем два тела на растојању центара R. Нека су њихове масе m_1 и m_2, а удаљености од (заједничког) центра маса r_1 и r_2 респективно. На основу већ наведених релација можемо написати изразе за њихова убрзања (гравитациона):

$$w_1 = f \frac{m_2}{R^2} = \frac{4\pi^2}{T^2} r_1, \quad w_2 = f \frac{m_1}{R^2} = \frac{4\pi^2}{T^2} r_2.$$

Сабирајући добијене једначине, имамо

$$f \cdot \frac{m_1 + m_2}{R^2} = \frac{4\pi^2}{T^2} (r_1 + r_2),$$

и како је $r_1 + r_2 = R$, коначно

$$\frac{R^3}{T^2 (m_1 + m_2)} = \frac{f}{4\pi^2} = \text{const.}$$

што представља тачнији облик III Кеплеровог закона. Наиме, из последње једначине

очигледно је

$$\frac{R^3}{T^2} = \text{const} \cdot (m_1 + m_2)$$

Тај количник је функција маса тела и тек за $m_2 \ll m_1$ добија ранији облик, који је нашао Кеплер.

Размотримо сада овакав случај: сателит масе m_1 креће се око планете масе m, која се, опет, креће око Сунца. Полуосе путања и периоди обиласка сателита и планете редом су a_1, a и T_1, T. Из последње једнакости, после једноставних трансформација, добијамо

$$\frac{T_1^2 (m + m_1)}{T^2 (M + m)} = \frac{a_1^3}{a^3}$$

Овакав, тачнији облик III Кеплеровог закона омогућује да се, из познавања елемената кретања, одреде релативне масе тела (нпр., сателита и планета).

Задаци:

1. Шта је веће: убрзање, које Земља саопштава Сунцу, или убрзање, које Земља саопштава Месецу, и колико пута? ($w_☾ = 151000\, w_☉$).

2. Масе Земље и Месеца односе се као 81:1. Растојање између њихових центара једнако је 382 420 km. Одредити положај њиховог заједничког тежишта (на правој кроз центре, на растојању 4664 km од центра Земље).

3. Знајући да је маса Земље 6×10^{27} g, средњи радијус $R = 6371$ km, а убрзање силе теже на површини $g = w_z = 981$ cm s^{-2}, наћи вредност гравитационе константе f. (Одговор у тексту).

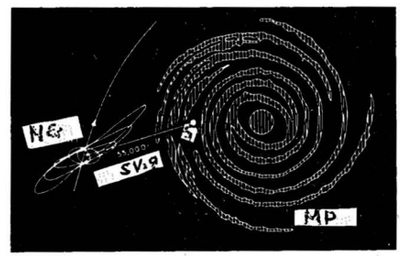
4. Знајући масу Земље $m_z = 6 \times 10^{27}$ g и масу Сунца $M = 3{,}3 \times 10^5 m_z$, наћи убрзање које Сунце саопштава Земљи и време за које би Земља, ако би престала да се креће око Сунца, пала на Сунце. Средње растојање Земља—Сунце је 149 600 000 km.

5. Израчунати однос масе Земље и масе Сунца (релативну масу Земље) ако знамо да Месец обиђе око Земље за $T_1 = 27{,}32$ дана по путањи средњег радијуса $r_☾ = 384\,000$ km, а Земља обиђе око Сунца за $T = 365{,}256$ дана по путањи радијуса $r_☉ = 149{,}6 \times 10^6$ km.

Стево Шеган

Novosti i beleške

Најближа од свих галаксија? — Према истраживању S. Christian-a Simonson-a III са Универзитета у Мериленду, у правцу блиском антицентру наше Галаксије, на даљини од 55 000 светлосних година, налази се патуљаста галаксија, која би у случају потврде тог открића била најближи сусед Млечног Пута (сл. 1). Simonson ју је открио запазивши ланац облака водоника који се протезао кроз сазвежђа Orion, Gemini и Auriga, скоро паралелно галактичком екватору. Најгушћи облици су запажени у близини звезде γ Gem. Разлог томе што се ова галаксија у оптичком подручју не види, према Simonson-у, јесте постојање великог броја звезда и прашине унутар нашег система који ову галаксију заклањају.



Слика 1. Положај нове галаксије означене на слици са NG у односу на Млечни Пут (MP) и Сунце (S).

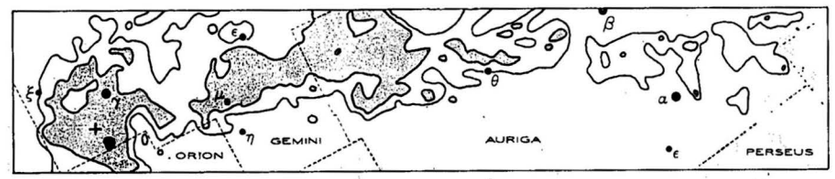
Основно тело ове галаксије се види у правцу крста на слици 2 и има угловне димензије 7° x 2°. Дуги облаци у Близанцима и Возару вероватно представљају гас извучен плимским дејством нашег Млечног Пута.

Укупна маса се цени на 1/200. масе Млечног Пута, а процењена је из ротационе брзине главног тела галаксије. Индивидуалне звезде ове галаксије је тешко разликовати јер се пројектују на исти део неба као и звезде нашег звезданог система. Simonson планира да трага за звездама типа RR Lyrae које припадају тој галаксији, јер би му то омогућило боље одређивање одстојања до овог објекта. То ће бити тежак задатак јер би се те промењљиве виделе као звезде око 20. величине.

Уколико се ово откриће покаже тачним ова галаксија би била прва галаксија откривена чисто радио-астрономским путем.

Sky and Telescope, април, 1976.

Ј. Милоградов-Турин



Слика 2. Радио-карта могуће нове патуљасте галаксије. Горња ивица карте иде дуж галактичке латитуде +10° а доња је постављена дуж самог галактичког екватора.

Новости о Јупитеровим сателитима. — Са повећаним интересовањем за планетску астрономију чега смо сведоци, дошло је до низа занимљивих открића. Тако је 1975, годину дана после открића XIII Јупитеровог сателита названог Leda, исти астроном C. Kowal најавио могућност да је сићушни објекат виђен близу Јупитера његов XIV сателит. За сада је то откриће још непотврђено.

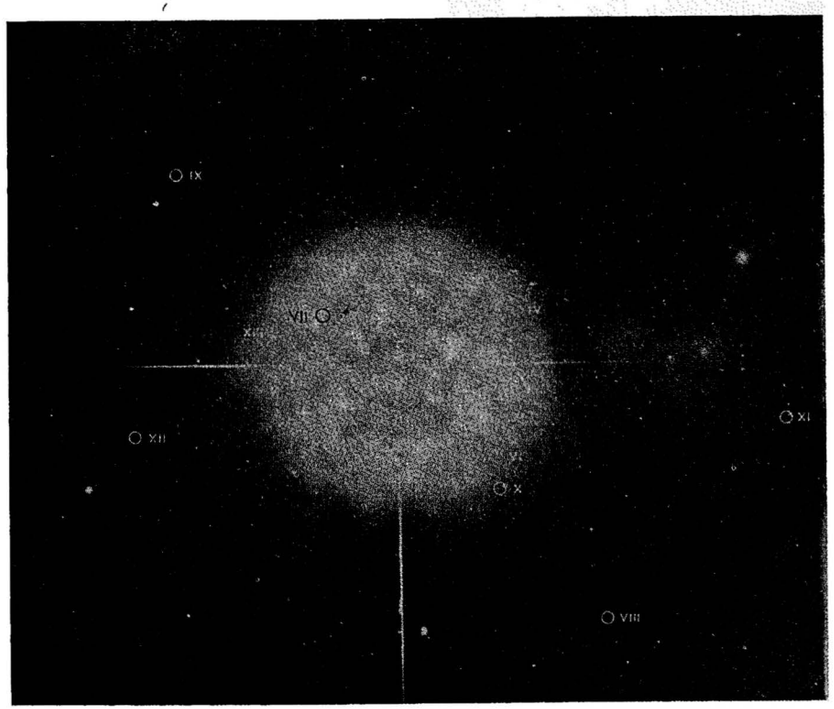
На приложеној слици снимљени су сви спољашњи Јупитерови пратиоци. Једино Amalthea — сателит најближи планети матици и четири Галилејева сателита недостају снимку породице јер их засењује Јупитеров сјај на овој дуго експонираној плочи.

Веома је занимљиво навести да је недавно амерички астроном аматер R. Baum успео да види голим оком, у току две изванредно бистре ноћи, Гали лејеве сателите Ganimed и Kalisto у тренутцима блиским највећим елонгацијама од планете матице. У старим књигама су навођени случајеви да су понекад ти сателити били виђени, али датуми и детаљи посматрања нису навођени. Такву тврдњу је до сада тешко било проверити, па је стога посматрање које саопштава Baum веома интересантно утолико пре што он тврди да му није био познат распоред сателита у то време.

Sky and Telescope, април, 1976.

Ј. Милоградов-Турин

Теорија катастрофа. — На помолу је нови правац у развоју математике који обећава могућност мате-



Слика 1.

матичке обраде дисконтинуираних и прекидних појава какве су до сада измицале строгој математичкој анализи. Добро развијена, стара анализа непрекидних функција добија своје проширење теоријом младог француског математичара René Thom-a која се заснива на тополошким резултатима.

Thom је показао да у простору који нема више од четири димензије постоје 7 врста трансформација. Пошто те трансформације представљају нагле прекиде иначе непрекидних процеса, Thom их је назвао седам елементарних катастрофа. У тополошком смислу дисконтинуитети су представљени наглим скоковима са једне површине на другу.

Природњацима је такав математички апарат веома потребан и много обећава у истраживању, јер је велики број процеса у природи такав да садржи нагле трансформације.

Scientific American, март, 1976.

Ј. Милоградов-Турин

X-зраци са Сиријуса. — недавно је стигао извештај холандских научника из Svemirske istraživačke laboratorije u Utrehtu o открићу мекih X-zraka talasne dužine od 44—62 Å koji dolaze sa Sirijusa. Njihov detektor, koji se nalazi na holandskom astronomskom satelitu (Astronomical Netherlands Satellite-ANS), ima polje vida prečnika 34'.

Merenja pokazuju da u ovom dijapazonu talasnih dužina Sirijus zrači oko 9×10^{27} erg/s. „Ovi rezultati merenja mogu da se objasne pozivanjem na X-zračenje usijane korone koja se nalazi oko Sirijusa A. Preliminarni računi pokazuju da takva korona treba da bude zagrejana do nekoliko miliona stepeni Kelvinovih" beleže R. Mewe i njegovi saradnici u časopisu „Nature" od 28. avgusta.

Oni su takođe ispitali ali i odbacili mogućnost da X-zračenje nastaje usled udara zvezdanog vetra sa Sirijusa A o njegovog pratioca-belog patuljka. Ovaj mehanizam bi zahtevao da primarna zvezda gubi masu u iznosu koji je 10^3—10^6 puta veći od očekivanog.

Slučaj Kapele, kao mogućeg izvora mekog X-zračenja, zabeležen je u ovom časopisu na str. 291, majskog primerka od 1975. godine.

Sky and Telescope, novembar, 1975.

Preveo *S. Ninković*

Priroda kosmoloških crvenih pomeranja. — Sadašnje verovanje da se svemir širi zasniva se na fundamentalnoj pretpostavci da su posmatrani crveni pomeraji galaksija doplerovske prirode, što ukazuje na kretanje duž linije viđenja. Ova pretpostavka je nedavno našla snažnu podršku u radu dvojice astronoma sa Lovelove (Lowell) opservatorije — Williama A. Bauma i astronoma koji je gostovao na ovoj opservatoriji — R. F. Nielsena (Univerzitetska opservatorija, Kopenhagen).

Posmatranjima bliskih i udaljenih galaksija sa Perkinsovim reflektorom od 72 inča, ovi astronomi su pronašli činjenice koje govore protiv „umorne svetlosti". Ova hipoteza, da bi objasnila crvene pomeraje, postulira da foton emitovan od strane udaljene galaksije postepeno gubi energiju dok milionima godina putuje kroz svemir.

Posmatranja su se sastojala od merenja svetlosti galaksija u uskom spektralnom intervalu sa centrom na 5234 Å, a upotrebljen je specijalni fotomultiplikator koji omogućuje određivanje energetske raspodele fotoelektrona. Na taj način su doktori Baum i Nielsen našli da „stari" fotoni iz udaljenih galaksija imaju istu energiju kao i „mladi" fotoni iste talasne dužine iz bliskih galaksija. Vršena su posmatranja sedam sistema sve do daljine od oko 2,5 milijardi svetlosnih godina.

Baum-Nielsenov rezultat takođe navodi na zaključak da se nije mogla detektovati promena Plankove (Planck) konstante h, u toku vremena otkad je po-

smatrana svetlost napustila daleku galaksiju. Poznata je jednačina $\lambda E = hc$, koja povezuje energiju E i talasnu dužinu λ fotona, sa Plankovom konstantom i brzinom svetlosti c. Kao što smo videli, E ostaje isto u granicama greške merenja, dok je λ bilo fiksirano samim metodom posmatranja.

Takođe, prethodna astronomska evidencija pokazuje da se brzina svetlosti c nije osetno menjala u poslednjih nekoliko stotina miliona godina, jer galaksije pokazuju potpuno istu aberaciju kao bliske nam zvezde. Kao posledica svega toga, jedina preostala veličina u ovoj jednačini, Plankova konstanta, mora takođe biti nepromenljiva.

Dr Baum je poslao izveštaj o svom radu u San Dijego na sastanak Američkog astronomskog društva.

Sky and Telescope, novembar, 1975.
Preveo *S. Ninković*

Црне мини јаме за добијање термонуклеарне енергије. — Могућност постојања класичних црних јама, то јест сагорелих звезда, збијених до таквог степена сопственим гравитационим силама да чак ни светлост не може да их напусти, теоријски је доказана. Данас се дискутује да ли је могуће поистоветити неке космичке објекте са таквим црним јамама. Многи научници подржавају теорију „big bang-a", према којој је васиона настала пре 18 милијарди година експлозијом примарне материје која је била згуснута до тачкастих димензија. По прорачунима Ц. Хоукинса са универзитета у Кембрицу, за време „bing bang-a" су се могле створити црне мини јаме масе реда 10^{-5} gr и димензија 10^{-33} cm. Ови објекти можда постоје свуда у космосу па и у Сунчевом систему, али их је немогуће открити јер они све апсорбују а ништа не испуштају. Изгледа да је ове објекте могуће опазити једино по њиховом гравитационом дејству али је и то тешко због њихових малих димензија.

Ц. Вуд, Х. Б. Вивер и П. Н. Наколс из лабораторије у Ливермуру (САД) су предложили да се трага за таквим црним јамама и да се оне гађају термонуклеарним горивом, на пример водоником. Када атоми водоника доспеју у црну јаму, њено гравитационо поље ће их сажети, јонизовати и загрејати. Настаће термонуклеарна реакција и објекат ће експлодирати ослобађајући хелијум и енергију. Аутори не негирају спекулативност овог пројекта, али га оправдавају чињеницом да би овакав начин добијања енергије био савршено „чист", вероватно јефтин и обезбедио би неисцрпне количине енергије.

Природа, 5, (1975), стр. 109.
Превео *Милан С. Димитријевић*

Оптички снимак рендгенске нове. — Познато је неколико космичких рендгенских извора који су се неочекивано појавили, нагло повећали сјај а затим се угасили. Такви извори названи су рендгенске нове. До сада, таква нова није могла да се поистовети са неким оптичким објектом.

21. априла 1975. године у савзежђу Ориона се појавила рендгенска нова. Она је откривена помоћу инструмената енглеског сателита Ариел-5 и неко време је била најсјајнији рендгенски извор на небу после Сунца. Доктор Ф. Болеј (Хановер) и астрономи опсерваторије Кит Пик открили су на месту експлозије рендгенске нове пекуларни звездолики објекат 12-те звездане величине. Своје снимке они су упоредили са паломарским снимцима неба и на једном од њих су нашли објекат 18-те величине, који се поклапа са координатама рендгенске нове. Ако је резултат тачан, оптички објекат је за време експлозије увећао свој сјај 250 пута. У спектру тога објекта нема ни звезданих линија апсорпције, ни небуларних емисионих линија. Испитивања необичног оптичког објекта су у току.

Земля и Вселенная 1, 1976, стр. 59.
Превео *Милан С. Димитријевић*

Новости о Титану и Мимасу. — 30. марта 1974. године Месец је прекрио Титана, највећег Сатурновог сателита. Обрада података добијених посматрањем ове појаве, омогућила је америчким научницима да са великом тачношћу одреде дијаметар сателита. Дијаметар Титана је 5800 km што је за 800 km више од раније прихваћене вредности.

Амерички астроном Ц. Локвуд извршио је фотоелектрична посматрања Титана. Он је приметио равномерно појачавање његовог сјаја, а такође и промену боје сателита од жуте ка плавој. У најисточнијој тачци своје орбите Титан има већи сјај него у дијаметрално супротној тачци.

Фотометријска истраживања другог Сатурновог сателита Мимаса, извршио је амерички астроном О. Франц. Он је измерио привидну звездану величину овог најближег пратиоца Сатурна. Сјај Мимаса је за једну звездану величину мањи него што се до сада сматрало (12,1 привидна звездана величина). То значи да су се димензије сателита знатно преувеличавале а његова густина умањивала.

Земля и Вселенная 1, 1976, стр. 72.
Превео *Милан С. Димитријевић*

У центру Галаксије налази се црна јама. — Радио-астрономима је давно познат сјајни радио извор Стрелац А, који се поистовећује са средиштем наше Галаксије. Радио-извор се састоји из језгра и омотача. Угаоне димензије омотача су око 10″, док димензије језгра до данас нису познате (сматра се да је оно око 100 пута мање од омотача). Познато је да је радио-зрачење Стрелца А нетермалног порекла, пошто би иначе на том месту био опажен снажни инфрацрвени извор. На том месту се истина налази инфрацрвени извор али је он веома слаб.

Дописни члан АН СССР И. С. Шкловскиј је одредио димензије радио-извора Стрелац А, претпоставивши да је механизам његовог зрачења синхротрони. Дијаметар омотача је 10^{16} cm, а језгра 10^{14} cm. Укупна енергија брзих честица у омотачу је око 10^{48} ерга. Практично је немогуће задржати тако много релативистичких честица у тако малој запремини. И. С. Шкловски сматра да честице настају унутар радио-извора а затим га напуштају. Тада би сваког секунда требало ослободити електроне са укупном енергијом од 10^{40} ерга. И. С. Шкловски сматра да генератор брзих честица може бити масивна црна јама на коју пада међузвездани гас. Маса те црне јаме била би 30 000 Сунчевих маса а њене димензије десет пута мање од Сунчевих.

Постојање црне јаме у центру Галаксије објаснило би настанак радио-извора Стрелац А. Сама црна јама могла се појавити у процесу еволуције звезда. Звезде постепено губе материју која се сакупљала у центру галаксије. Ово води образовању масивних црних јама у центру наше и других галаксија.

Земля и Вселенная 1, 1976, стр. 54.
Превео *Милан С. Димитријевић*

Прогноза земљотреса помоћу звезда? — Постоји хипотеза према којој се пре земљотреса, у подручју будућег удара, земља издиже, стварајући узвишење до једнога метра на површини од стотина квадратних километара. Ипак, савременим геодетским инструментима је немогуће установити тако незнатно вертикално по-

мерање тла на тако великој површини. Сарадници Националне управе за аеронаутику и истраживање космичког пространства САД, предложили су установљавање померања делова Земљине коре по разлици у времену доласка радио-зрачења квазара, чија су растојања до Земље реда милијарде километара.

У Калифорнији се, на међусобном растојању од 200 km, налазе две параболичне радио-антене, које могу да примају сигнале од квазара. Тачно време доласка сигнала мери се рубидијевим атомским сатом. Подаци иду у компјутер, који одређује временски размак између доласка сигнала до сваке од антена.

Ако се на тај начин обраде сигнали од пет квазара, координате самих антена биће одређене у три димензије са тачношћу до неколико cm. Ако се координате једне од антена промене, то би значило да је дошло до померања Земљине коре. Научници се надају да ће посматрајући ова померања моћи да предсказују земљотресе.

Земля и Вселенная, 4, 1975, стр. 22.
Превео *Милан С. Димитријевић*

Најсјајнији бели патуљак. — Познато је да Sirius, најсјајнија звезда неба, има сапутника. То је бели патуљак Sirius B. Мерење његове звездане величине отежавала је близина сјајног Sirius A. Они су удаљени само 11″.

Пре извесног времена је К. Д. Ракос са опсерваторије Бечког универзитета успео да фотоелектричним методом одреди звездану величину Sirius-a B. Мерењем у жутој светлости добио је као резултат 8,08±0,11 за звездану величину Sirius-a B, док је до сада прихваћена вредност била 8,5. На основу ових резултата К. Д. Ракос је закључио да је Sirijus B најсјајнији и најтоплији од до сада познатих белих патуљака.

Природа, 6, 1975, стр. 91.
Превео *Милан С. Димитријевић*

29-ти органски молекул у космосу. — Н. Фурике са опсерваторије у Парксу (Аустралија) и М. Моримото са опсерваторије у Токију су открили у космичком пространству још један органски молекул. То је метиламин CH_3NH_2.

Овај велики органски молекул, који се састоји од седам атома, мађен је у две области васионе; у Стрелцу B2 и у маглини Ориона. Обе ове области се одликују богатим садржајем и разноврсношћу облика међузвездане материје, која се налази у молекуларном стању.

Посматрања су вршена у радио — спектру, у дијапазону 4 cm. К. Такагио са Тојама универзитета (Јапан) установио је таласну дужину карактеристичну за метиламин.

Значај открића је у томе, што метиламин, вероватно, може послужити као још једна карика у хемијском ланцу који води настанку живота. Реагујући са мрављом киселином, која се такође налази у међузвезданим облацима, метиламин даје глицин, најпростију аминокиселину.

Природа 6, (1975), стр. 91.
Превео *Милан С. Димитријевић*

Неочекивана нова промењљива у сазвежђу Ориона. Откриће нове еклипсно промењљиве звезде 7. привидне величине са интервалом промене сјаја од 1 звездане величине је крајње редак догађај данас; тако је темељито истраживано небо у потрази за промењљивим звездама. Посебно је изненађујуће што је овај објекат по свој прилици члан Orionovog trapeza, обичне вишеструке звезде у srcu Orionove маглине, јер је то једна од најпознатијих области

на небу како аматерима тако и професионалним астрономима. Ипак немачки астроном Eckmar Lohsen (Ekmar Lozen) са хамбурške опсерваторије је недавно ово открио за звезду θ Orionis A.

Na karti su četiri sjajne zvezde trapeza označene oznakama A, B, C i D sa zapada na istok. Za B, najslabiju od te četiri, poznato je već mnogo godina da je ona promenljiva Algolovog tipa (BM Orionis), sa intervalom 8,0—8,7 u vidljivoj oblasti i periodom od 6,5 dana.

U vremenu od 1973—74. godine, Dr. Lozen je proučavao BM Orionis foto električnim putem na Evropskoj južnoj opservatoriji La Silja (La Silla, Čile), upotrebivši fotometar sa deljenim likom na reflektoru od 20 inča (51 cm). Ova shema dozvolila mu je da posmatra odvojeno sve četiri zvezde iz trapeza u ultraljubičastoj plavoj i žutoj svetlosti, te je tako imao na raspolaganju tri zvezde za poređenje za BM Orionis.

Tokom svih posmatračkih noći sa izuzetkom dveju, sjaj zvezde A u odnosu na njene susede ostao je konstantan do na 0,02 zvezdane veličine. Međutim u noći između 10. i 11. oktobra 1973. god., zvezda A je bila za oko, jednu zvez. veličinu slabija nego normalno. Za Dr. Lozena promena je bila očigledna i kada je posmatrao kroz tražilac ili na ekranu katodne cevi na koju je fotometarski signal bio doveden, jer je normalno zvezda A skoro tačno po sjaju jednaka zvezdi D. Zatamnjenje je bilo praktično isto za sve tri oblasti spektra.

Priča nemačkog astronoma nastavlja se u aprilskom primerku „Information Bulletin on Variable Stars", No. 988 biltenu Međunarodne astronomske unije izdatom na opservatoriji Konkoly u Mađarskoj.

„U noći između 7. i 8. novembra 1974, detektovao sam vizualno vrlo kasni deo jednog drugog minimuma i potvrdio sa razdeljivačem u La Silji. Kako je zvezda bila u fazi normalnog sjaja prethodne noći, mora biti da je ukupno trajanje pomračenja kraće od jednog dana. U noći između 25. i 26. aprila 1974 — tačno u sredini između druga dva događaja — dobio sam na refraktoru od 60 cm opservatorije Hamburg-Bergedorf još jedan minimum koji mi je bio sumnjiv zbog loših uslova".

Iz ta tri minimuma Dr Lozen procenjuje period na 196,25 dana, ili možda jedna polovina ili jedna trećina od toga. Njegova posmatranja A u maksimumu svetlosti izgleda ukazuju na još kraći period. Dug period se predlaže zbog odsustva značajnijih promena radijalne brzine u toku posmatranja dužine šest nedelja koja su izvršili O. Struve i J. Titus pre trideset godina.

Verovatno je druga komponenta ove eklipsno dvojne zvezde koja na H—R dijagramu leži u oblasti pre glavnog niza i čiji je površinski sjaj nizak, i to je neobično interesantan objekt (možda kao druga komponenta BM Orionis).

Dr. Lozen iznosi da ako je period 196,25 dana, onda smo imali jedan minimum 23. maja 1975, ali on se nije mogao posmatrati jer je Orion bio suviše blizu Sunca. Sledeći minimum, koji će se moći posmatrati, dogodiće se 5. decembra u 7^h po svetskom vremenu. Ako je ovo predviđanje tačno, amateri će lako prepoznati neobičan sjaj A u malim teleskopima.

Sky and Telescope, jul. 1975.
Prevod *S. Ninković*

Posmatranja korone u dalekom ultraljubičastom području. — Apolo teleskop na „Skajlabu" bio je opremljen nizom visoko kvalitetnih instrumenata za posmatranje Sunca u širokom spektralnom području, počev od vidljive svetlosti preko daleke ultraljubičaste oblasti do X-zraka Član posade „Skajlaba" mogao je da se pripremi za vanredne događaje na Suncu i tada da upravi ATM instrumente ka odabranoj tački Sunčeve površine, sa tačnošću većom od 2,5 lučne sekunde.

Fotografije Sunčeve korone visoke razdvojne moći načinjene su spektro-

heliografom za daleku ultraljubičastu oblast (interval talasnih dužina 150—630 angstrema) Pomorske istraživačke laboratorije (Naval Research Laboratory SAD), sliku u *Sky and Telscope* snimala je druga posada Skajlaba u sastavu: Oven Geriot (Owen Garriott), Džek Luzma (Jack Lousma) i Alan Bin (Alan Bean). Ovaj spektroheliogram je u svetlosti atoma gvožđa 14 puta jonizovanih (Fe XV), što je inače važan sastojak Sunčeve korone, sa temperaturom od 2 miliona stepeni Kelvina ili više. Na zemaljskim stanicama obavljena su kontinualna posmatranja, za vreme „Skajlab" programa, u cilju direktnih poređenja, kao u ovom slučaju, gde se ista oblast na Suncu vidi i na magnetogramu snimljenom na opservatoriji Kit Pik u Arizoni (Kitt Peak National Observatory).

U primerku „Astrophysical Journal Letters" od 15. marta 1975., N. R. Sheeley, Jr. i njegovi saradnici iz grupe oko R. Tousey-a iz NRL (Naval Research Lab.) razmatraju posmatranja „Skajlaba" koja daju mnogo primera Sunčevih magnetnih polja koja se ponovo konstituišu u koroni, naročito kada novi bipolarni fluks izbija kroz Sunčevu površinu. U vezi sa ovom ilustracijom oni pišu:

„Pored sjajnih emisija Fe XV pridruženih svakoj BMO (bipolarna magnet ska oblast), mogu se videti slabije koronarne strukture koje povezuju BMO sa drugim magnetskim oblastima. Ovo je naročito važno na južnoj hemisferi gde su tri velike BMO povezane znatnim vezama. Ova veza prividno nezavisnih BMO postavlja na prvom mestu pitanje kako nastaje veza između takvih oblasti".

Oni dalje razmatraju seriju „Skajlab"--ovih spektroheliograma dobijenih u vremenu od 31. avgusta do 3. septembra 1973., na kojima se očituje povezanost bipolarnog fluksa koji napušta Sunce i njegove okoline. „U ovom procesu, linije negativnog pola BMO koja napušta Sunce, raskidaju svoju vezu sa pozitivnim polom iste BMO i ponovo se povezuju sa postojećim prethodnim pozitivnim fluksom u blizini. Istovremeno se odgovarajući fluks pozitivnog pola BMO otvara, možda se povezuje sa udaljenim negativnim magnetskim oblastima".

Ove ponovne veze se prividno uspostavljaju preko petlji u koroni. Geometriju koronarnih magnetnih polja razmatrao je Martin D. Altschuler u primerku od marta 1971., str. 146.

Sky and Telescope, jul. 1975.

Prevod *S. Ninković*

Katalog kometskih orbita. — Ovo je naslov korisne reference od Brian-a G. Marsden-a (Smitsonijanska astrofizička opservatorija) čije se drugo izdanje baš sad pojavilo. Onda sadrži najpouzdanije kometske elemente određene za 964 pojave kometa posmatranih do sredine marta 1975. a koje se odnose na 625 kometa.

Najraniji ulaz je za Halejevu kometu 87. god. p. n. e., što je ujedno i prva od 27 pojava ove komete označenih u listi. Najkraći orbitalni period jedne komete, za koju se može reći da je bila dovoljno posmatrana, je još uvek 3,30 god. Enkeove komete, čija je pojava 1974. bila 50. posmatrana po redu, počev od njenog otkrića 1786. god.

Na ovoj listi nalaze se još 102 kratkoperiodične komete, ako pod ovim terminom podrazumevamo komete čiji je period kraći od 200 godina. Za ostale 523 komete, orbite su dugoperiodične elipse u 155 slučajeva, parabolične u 283 i hiperbolične u 85 slučajeva.

„Katalog je pripreman još od 1972." kaže Dr. Marsden u svom uvodu, dosada su se pojavile tri komete sa perihelskim udaljenostima većim od prethodno posmatranih za dugoperiodične komete. Rekordna perihelska udaljenost sada iznosi 6,02 astr. jedin., što je slučaj za kometu 1974 g. Najmanju perihelsku daljinu (0.0048 A. J.) ima kometa 1887 I, premda je njena orbita na izvestan način hipotetična i zasniva se na pretpostavci da je ona član Kreutz (Krojc) sunčeve grupe".

Katalog ima 83 stranice i može se poručiti za 3 dolara na adresu: IAU Central Bureau for Astronomical Telegrams, Smithsonian Astrophysical Observatery, 60 Garden St., Cambridge, Mass. 02138.

Sky and Telescope, jul, 1975.

Preveo *Slobodan Ninković*

Koliko su česti planetski sistemi? — Astronomi se u opštem slažu da možda polovina od svih normalnih zvezda na nebu pripada višestrukim zvezdanim sistemima. Sunce je izuzetak, kao jednostruka zvezda, ali zato ono ima planete. To je dovelo do misaone spekulacije da su jednostruke zvezde one koje imaju planete. Zaista, kada su istraživači projekta Ozma tragali za mogućim „inteligentnim" signalima od hipotetičnih vanzemaljskih civilizacija, oni su uperili svoj radio-teleskop u pravcu bliskih zvezda Sunčevog tipa za koje nije poznato da imaju zvezdane pratioce.

Da bace svetlosti na zvezde Sunčevog tipa koje mogu biti dvojne i na pitanje kakve to može imati posledice po postojanje planetskih sistema, Helmut A. Abt i Saul G. Levi sa opservatorije Kit Pik načinili su jednu intenzivnu potragu za pratiocima 123 zvezde. Ovaj uzorak se sastojao od svih (F3—G2) poddžinova i patuljaka sjajnijih od zvezdane veličine 5,5, severno od deklinacije —20°. Ove zvezde su posmatrali više puta sa kude-spektrografom na reflektoru od 84 inča (213 cm) Kit Pik opservatorije da bi našli one zvezde čija je radijalna brzina promenljiva — što predstavlja test dvojnosti.

Na taj način, Dr Abt i Mr Levy su otkrili 26 novih spektroskopskih dvojnih zvezda i odredili orbitske elemente za njih, kao 21 od ranije poznatu spektroskopski-dvojnih za koje su izvršili korekciju putanjskih elemenata.

Pored toga 23 zvezde ovoga uzorka imaju vidljive pratioce poznatih orbita i 25 drugih imaju pratioce na koje otpada deo sopstvenih kretanja njihovih primarnih zvezda.

Sumarno govoreći, od ove 123 zvezde izgleda da je 42% jednostrukih, 46 dvojnih, 9% trojnih i 2% četvorostrukih. Međutim mora da postoje i drugi pratioci koji nisu otkriveni. Na primer, ako se sekundarna komponenta kreće po orbiti normalnoj na pravac zraka, ili ako je njena masa vrlo mala, ona može izbeći spektroskopsku detekciju. Posmatrači u vidljivoj oblasti mogu zaobići blizak vizualni par u kome je sekundarna komponenta mnogo slabija nego primarna, i udaljenije, slabe komponente po sopstvenom kretanju mogu proći neopaženo kroz roj okolnih zvezda pozadine.

Uzimajući u obzir sve ove moguće propuste, astronomi iz Kit Pika daju jednu razumnu procenu prosečnog broja zvezdanih pratilaca po primarnoj komponenti —1,4. Znači većina zvezda su dvojne i mnoge od njih su trojne ili četvorostruke; jednostruke su relativno retke.

Ova analiza je dala znatne informacije o masama sekundarnih komponenata, koje pokazuju neočekivano ponašanje. Za sisteme sa periodima manjim od 100 godina, broj sistema opada kao kubni koren mase sekundarne komponente. Ovo je u kontradikciji sa dobro ustanovljenim nalazom P. J. van Rijna i drugih astronoma da broj zvezda po jedinici zapremine prostora raste sa opadanjem sjaja (i odatle mase), bar do mase koja čini 0,2 Sunčeve. Očito, pratioci među dvojnim zvezdama sa periodama ispod 100 godina ne pokazuju istu raspodelu učestanosti kao primarne komponente ovih sistema.

Međutim za dvojne zvezde sa periodima od preko 100 godina, raspodela masa sekundarnih komponenata izgleda da odgovara van Rijnovoj raspodeli.

Ova razlika u ponašanju kratko-periodičnih i dugo-periodičnih dvojnih može se objasniti razmatranjem mehanizma formiranja zvezda. Zvezde se formiraju

u oblacima međuzvezdanog gasa kada kretanje (ili magnetno polje) u gasu nije više u stanju da zadrži oblake da kolapsiraju usled njihove sopstvene gravitacije. Ali mi znamo da su ti oblaci turbulentni, sa prosečnom brzinom unutrašnjeg kretanja oko 1 km/s. Ovo unutrašnje kretanje ne može se razoriti lako samo preraspodelom. Na primer, ako je deo oblaka (ili protozvezde) kolapsirao dovoljno da formira jednu zvezdu, ona će rotirati tako brzo da će je centrifugalna sila razoriti. Naučnike je brinulo izvesno vreme kako jedna stabilna singularna zvezda može da evoluira iz oblaka gasa sa tako znatnim unutrašnjim kretanjem.

Ali ovo unutrašnje kretanje se može apsorbovati deobom protozvezde koja brzo rotira u dve zvezde. U tom slučaju, više od 99% unutrašnjeg kretanja (ili momenta količine kretanja) otpada na orbitalno kretanje a manje od 1% na zvezdanu rotaciju. Tako se mogu formirati dve stabilne zvezde.

Abt i Levi predpostavljaju da su se dvojne zvezde sa periodima manjim od 100 godina formirale na taj način. Sisteme sa dužim periodom u kojima su komponente na većem međusobnom rastojanju, oni su tretirali kao slučajeve gde su dve protozveze kontrakovale odvojeno, ali je njihova gravitaciona povezanost ostala.

Ako uzmemo sve kratko-periodične dvojne u obzir (detektovane ili mogućne), dobija se da dve trećine primarnih komponenata imaju pratioce čija je masa bar 0,07 Sunčevih. Ako se može relacija kubnog korena ekstrapolisati na bilo koji način do nulte mase, izlazi da će jedna trećina dvojnih imati pratioce mase manje od 0,07 Sunčevih, svaka. Odavde sleduje da u suštini sve primarne komponente imaju pratioce.

Bilo kakav astronomski objekt mase manje od 0,07 Sunčevih treba da ima suviše nisku temperaturu za pojavu termonuklearnih reakcija; on može sijati samo na račun kontrakcije tj. pretvaranja potencijalne energije u energiju zračenja, za izvesno vreme. Postoji verovatno kontinualna progresija sve do planeta, kao što je Jupiter, koji još stvara malo zračne energije kontrakcijom.

Na osnovu ovih rezultata, traganje za „inteligentnim" signalima od civilizacija bliskih nam zvezda Sunčevog tipa treba da se koncentriše na one zvezde kojima izgleda nedostaju zvezdani pratioci. Šanse za uspeh su međutim, u izvesnoj meri smanjene zbog toga što se skoro polovina dvojnih zvezda ne može otkriti konvencionalnim posmatračkim metodima.

Abt i Levi daju rezultate svoga rada u detaljima u sledećem broju „Astrophysical Journal Supplement".

Sky and Telescope, jul, 1975.

Preveo *Slobodan Ninković*

Prečišćeni snimci Jupitera. — Između mnogih fotografija Jupitera koje nam je decembra prošle godine poslao „Pionir-11" bile su i one koje prikazuju oblasti velike latitude („zevsografske širine"). Ove oblasti, daleko od Jupiterovog ekvatora, uvek su se slabo videle kroz zemaljske teleskope. Putanja vasionske sonde bila je takva da ju je prvo odvela ka Velikoj Crvenoj Pegi na južnoj polusferi, pa potom ka severnim polarnim oblastima. Inače, nikakvih pokušaja fotografisanja nije ni bilo kada je vasionska sonda plovila blizu ekvatora, jer bi se njena velika brzina u tom trenutku (30 milja u sekundi ili 48 km/s) loše odrazila na kvalitet slike. Po prijemu slike tim stručnjaka za kvalitet fotografije je sproveo niz operacija za pojačavanje i uklanjanje maglovitih detalja s nje. Konačno ovako ispravljene verzije, date su u „Sky and Telescope".

Već se od ranije znalo, iz teleskopskih posmatranja, da beli oblaci južne tropske zone struje u pravcu sa istoka na zapad, severno i južno od Crvene Pege. Sada se na „Pionirovoj" fotografiji vide neki detalji ovog oblačnog strujanja koje se odvija u levo iznad Crvene Pege i u

desno ispod nje. Na jednom kraju tamne elipse, primećuju se trouglaste oblasti, gde dve suprotne struje interaguju. Predviđanja da će se strujanja odvijati u smeru suprotnom od smera kazaljke na časovniku unutar Crvene Pege, izgledaju potkrepljena spiralnom strukturom koja se najbolje vidi u plavoj svetlosti.

Neposredno ispod Crvene Pege vidi se bela pega jajastog oblika (beli oval), jedna od tri takve na istoj zevsografskoj širini — 33° južno. Međutim ovi su ovali znatno razmaknuti po zevsogrfskoj dužini. Svi oni driftuju oko Jupitera i pojavili su se četrdesetih godina ovoga veka, te ih naučnici izučavaju i prate sa interesom. Sada je izgleda „Pionir-11" registrovao „oko" ovala — malo zatamnjenje u njegovom centru.

Možda je struja tamnog oblaka, između Crvene Pege i belog ovala, odgovorna za nastajanje velike turbulencije koja se prostire u desno od Crvene Pege, kako se zapaža u crvenoj svetlosti. Po svoj prilici se transfer materije obavlja između tamnog južnog umerenog pojasa i svetlije južne tropske Zone.

Na slici, dobijenoj u plavoj svetlosti, vidi se deo planete, od oblasti nešto malo južnije od ekvatora pa sve do 83° sev. širine. Primećuje se da trake, načinjene od oblaka, imaju sve kompleksniju strukturu, što se ide prema većim širinama. U časopisu „Science" od 2. maja 1975. god., A. L. Baker i drugi skreću pažnju na tamni severni umereni pojas. Ovaj pojas nema oštru južnu granicu, a severna ivica mu je nepravilna i tamna, izvučena u vrhove koji ukazuju na pravac severoistok. Slični se vrhovi zapažaju i u dva pojasa prema severu.

Na dalekom severu, Jupiter izgleda manje poznat onima koji su planetu izučavali gledanjem kroz teleskop. Postoje i druge trake i zone tropskih i umerenih zevsografskih širina na kojima se vide nizovi difuzno raspoređenih mrlja. Andrew Ingersoll, naučnik iz Kalifornijskog instituta za tehnologiju koji se bavi planetama, veruje da bele kružne pege koje se tamo vide, predstavljaju konvekcione bure, nalik na uragane.

Može biti, da na velikim severnim i južnim zevsografskim širinama, Jupiterova unutrašnja toplota igra daleko važniju ulogu od Sunčeve energije u stvaranju oblačnih kretanja. Takođe, Koriolisove sile prouzrokovane brzom rotacijom planete jednake su nuli na ekvatoru, ali jako naglašene u blizini polova. I baš to, kako ovi faktori svojom interakcijom prouzrokuju neuobičajene vremenske uslove na Jupiteru, biće pitanje za diskuciju narednih godina.

Sky and Telescope, jul, 1975.

Preveo *Slobodan Ninković*

Petlja u Labudu i kosmičko zračenje. — Velika petlja u Labudu sa oko 3° u prečniku, verovatno je nastala kao rezultat eksplozije supernove pre više desetina hiljada godina. Njena udaljenost je procenjena na 800 parsека (2600 svetlosnih godina) a prečnik na 40 parsека. Najsjajniji delovi formiraju dobro poznatu „Veo" maglinu, čiji se obrisi najbolje vide na snimku načinjenog paломарском Шмитовом камером од 48 инча (122 cm). У том делу су контуре радио-емисије коју је посматрала L. K. DeNoyer са универзитетске опсерваторије у Илиноису.

Она је употребила радио-телескоп од 1000 стопа (305 m) у Аресибу (Порторико), на четири фреквенције: 610 MHz (49 cm таласне дужине), 430, 195 и 110 MHz. Када се комбинује са другим радиоастрономским посматрањима, добија се добар преглед интервала у коме интензитет ове петље опада са таласном дужином. Нагиб криве (спектрални индекс) је —0.38, у опсегу фреквенција од 38 до 960 MHz, али се нагло мења изнад 1000 MHz до —0.84, као што су забележили M. P. Kundu i R. H. Becker, 1972.

У издању „Astronomical Journal“ за новембар, 1974, Др DeNoyer разматра значење овог високофреквентног прелома у спектралном индексу петље у Лабуду. Једна могућност је била постојање једне горње границе за енергију релативистичких електрона, што би створило тзв. синхротронску радио-емисију, али она одбацује ову идеју као идеју која не одговара посматрањима.

Уствари, када се врео гас, који се налази унутар остатака супернове, шири, он шаље испред себе ударни талас, који загрева и сажима све на шта наиђе у међузвезданој средини: термални гас, магнетна поља и космичке зраке. Компримовано магнетно поље присиљава космичке зраке, који су били присутни у међузвезданој средини, да брже губе енергију синхротронским механизмом. Ако је компресија довољно велика, ове би честице могле произвести енергију коју ми примамо из Cygnus-ове петље. Астрономи су дуго трагали за начинима процењивања износа компресије иза ударног таласа.

Једно објашњење би било да спектрални индекс тако компримованог међузвезданог региона мора бити исти као код општег позадинског зрачења саме Галаксије. Овај индекс има нагиб од —0.4 до 200 MHz, али је —0.9 на вишим фреквенцијама.

Посматране вредности петље у Лабуду су скоро исте (—0.38 и —0.84), као и код позадинског зрачења али њен индекс се мења на 1000 MHz уместо на 200 MHz. У свом чланку Др DeNoyer показује како се добија износ компресије из односа ових фреквенција. Она налази да компресија у овој петљи није довољна да се објасни посматрано радио-зрачење као појачано позадинско зрачење.

Једно друго објашњење је ово: Честице космичких зракова, које стварају радио-зрачење при сусрету са ударним таласом, настале су унутар ове петље у Лабуду, некада у прошлости. Једном, у будућности, оне ће се расути у међузвезданој средини. Овај резултат јача веровање да су остаци супернових извори космичког зрачења у нашој Галаксији.

Sky and Telescope, март, 1975.

превео *Слободан Нинковић*

Нови допринос планетологији. Совјетске аутоматске станице „Марс-4“, „Марс-5“, „Марс-6“ и „Марс-7“ лансиране у јулу-августу 1973. године, стигле су у околину планете Марс, 10. и 12. фебруара и 12. и 9. марта 1974. године, респективно.

На станици „Марс-4“ апарати за кочење се нису укључили и она је прошла на растојању од 2200 km од површине планете. Апарати за кочење на станици „Марс-5“ су укључени 12. фебруара 1974. године у $18^h\ 45^m$ по московском времену. У резултату изведеног маневра, „Марс-5“ је ушао на орбиту са параметрима: висина у периаресу 1760 km, висина у апоаресу 32 500 km, нагиб у односу на раван Марсовог екватора 35°, период ротације 25^h.

За време приближавања станице „Марс-6“ планети, изведена је корекција трајекторије и од станице се одвојио апарат за спуштање. У предвиђено време, ступио је у рад мотор који обезбеђује увођење апарата за спуштање на трајекторију сусрета с Марсом. После аеродинамичког кочења, ступио је у дејство падобрански систем. Информације са апарата за спуштање примао је „Марс-6“ и слао их на Земљу. Тиме су по први пут директним мерењима добијени подаци о параметрима Марсове атмосфере.

Радио-веза између апарата за спуштање и „Марса-6“ прекинута је у непосредној близини површине планете. Апарат је достигао површину у области чије су координате 24° јужне ширине и 25° западне дужине.

Апарат за спуштање станице „Марс-7“, одвојио се од станице али је прошао на растојању од 1300 km од површине планете.

Завршена је примарна обрада научних резултата добијених помоћу совјетских аутоматских станица упућених ка Марсу.

Анализа зрачења планете у широком опсегу таласних дужина, дала је нове податке о рељефу површине, температури, провођењу топлоте, структури и саставу тла, хемијском саставу доње атмосфере и структури њених горњих слојева. По подацима фотометра је установљено да садржај водене паре у атмосфери достиже 60 микрона наталожене воде у неким областима Марса. Ова величина неколико пута премашује резултате добијене помоћу аналогних апарата на станици „Марс-3“, 1972. године.

У најближој околини планете, регистровано је помоћу магнетометра магнетно поље које је 7 до 10 пута веће од међупланетарног. Ови подаци потврђују постојање Марсовог магнетног поља јачине око 30γ које су открили „Марс-2“ и „Марс-3“ и проширују наше представе о његовим просторним карактеристикама.

Природа, 1974, No 5, стр. 102.

Милан С. Димитријевић

Месечеве плиме и магнетизам Месеца. — Р. Смолуховски (САД) је изнео нову хипотезу о настанку намагнетисаности неких Месечевих минерала. Он сматра да је пре 3—4 милијарде година површински слој Месеца био у растопљеном стању. У овој растопљеној материји, настајале су плиме услед Земљине привлачне силе. Као резултат таквих померања, минерали су могли да се намагнетишу.

Хипотеза Смолуховског одбацује претпоставку о стварању Месечевог магнетног поља у његовој унутрашњости. Он сматра да би у таквом случају унутрашњост Месеца морала да се састоји од растопљеног материјала, а у том случају би механичка чврстина Месеца била премала да би се очувао његов садашњи, несферичан облик.

Природа, 1974, No 6, стр. 94.

Димитријевић С. Милан

Трагање за црним јамама. — Један од актуелних задатака савремене астрофизике је потрага за црним јамама, објектима чије се присуство може установити само по њиховом гравитационом утицају на околну материју, пошто оне не испуштају ни електромагнетно ни корпускуларно зрачење. По данашњем схватању, црне јаме су резултат гравитационог колапса довољно масивних објеката, на пример звезда велике масе. Сарадник Шемахинске опсерваторије О.Х. Хусеинов тражио је црне јаме као невидљиве компоненте двојних звезда KS Персеја, U Близанаца а такође ND 187 399 и ND 193 928. Ни у једном случају није установљено присуство црне јаме. Истраживања ће бити настављена, при чему највише наде пружају компоненте двојних звезда са довољно великим масама ($>6\ \mathfrak{M}_\odot$) бар једне од компонента. Допунски наговештаји присуства црне јаме могу бити рендгенско зрачење и необичне емисије у спектрима масивних двојних звезда.

Природа, 1974, No 6, стр. 93

Милан С. Димитријевић

Судари Земље са кометама у прошлости. — Познато је да је смена геолошких периода у прошлости Земље била праћена крупним потресима у животу органског света. Целе врсте организама су изумирале, а као смена долазиле су нове, прилагођеније измењеним условима спољашње средине.

Данас међу научницима не постоји јединствено мишљење о узроцима тако озбиљних промена у животу планете.

Г. Јури (САД) је предпоставио, да су узрок ових промена били судари Земље са кометама. Узимајући да енергија таквог судара износи 10^{31} erg (што је тачно за судар Земље са објектом типа Халејеве комете), он је показао да би се при томе температура ваздуха и воде на Земљи знатно повисила и да би се одвијали разорни земљотреси и многобројне вулканске ерупције. Ова енергија судара може например изазвати испаравање 4×10^{20} g воде, или избацити у орбиту око Земље $3{,}24\times10^{19}$ g материје, или пак изазвати 5×10^{5} земљотреса јачине 9 степени.

Постоје и непосредни геолошки докази о повезаности смене геолошких. периода са сударима Земље и комета Тако се старост тектита, које већина истраживача разматра као остатке комета, поклапа са границама неких геолошких периода.

Природа, 1974, No 6, стр. 93.
Милан С. Димитријевић

Нови начин одређивања масе глобуларног јата. — Е. В. Наумова и К. Ф. Огородников су предложили нови метод за одређивање масе глобуларних звезданих јата. Глобуларно јато је компактна група од неколико стотина хиљада звезда, чија је концентрација нарочито велика у центру. У основи нове методе, стављено је дејство гравитационог поља глобуларног јата на кретање околних звезда које му не припадају. Услед велике масе јата, околне звезде ће мењати првобитне трајекторије у хиперболичке и фокусираће се на оси кретања, иза јата. Код ових звезда јавиће се допунска компонента брзине, чије откривање и мерење омогућава процену масе јата.

Ова метода, примењена на познато глбуларно јато ω Кентаура, дала је као вредност његове масе 10^{8} Сунчевих маса, што је за два реда величине веће од до сада усвојене вредности. Тако велика маса јата указује на могућност присуства црне јаме у његовом центру.

Природа 1974, No 5, стр. 105.
Милан С. Димитријевић

Доња граница масе квазара. — Е. Ц. Вамплер, К. Хазард и Ц. А. Болдуин (САД) открили су, 1973. године, да се радио-извор 5С11.50 састоји од два квазара, који су међусобно удаљени 5″. Један од њих, означен као 4С11.50А, има црвени померај $z=0{,}4359$ и 17. привидну звездану величину, а други, 4С11.50Б, је објекат 19. звездане величине са црвеним померајем $z=1{,}901$. По прорачунима Б. Пачинског (Пољска), ако црвени помераји имају космолошку природу онда маса квазара 4С11,50А треба да је мања од 4×10^{12} маса Сунца. (Маса Сунца$=2\times10^{33}$ g.).

Природа, 1975, No 2, стр. 102.
Милан С. Димитријевић

Уран у спектру звезде HP 8911. — У последње време је знатно порастао интерес за детаљну анализу звезданих спектара, да би се пронашли тешки елементи који настају захватом неутрона. За ту сврху су најпогоднији објекти Ар звезде. П. Галеоти и Е. Ловера (Институт за физику, Торино, Италија) су проучавали спектар једне, од таквих пекуларних (Ар) звезда — спектар звезде К Риба (HR 8911). У спектру ове звезде су још раније пронађене линије хрома, еуропијума и стронцијума. Помоћу 5-метарског рефлектора са Маунт Паломара добијена су четири спектрограма. Три са дисперзијом 10 Å/mm и један са 4,5 Å/mm. Испитивање спектра је било отежано чињеницом да је HR 8911 спектрално промењљива звезда.

У спектру су нађене линије Cs I и U II. Нађене су, такође, најинтензивније линије међу линијама неутралне и једном јонизоване платине. Други тешки елементи који настају захватом неутрона, као што су злато, жива, олово и бизмут, нису нађени. Сем код HR 8911, и код других Ар звезда су нађени тешки елементи створени неутронским захватом. Намеће се закључак, да је за објашњење настанка Ар звезда неопходна теорија која рачуна са присуством тешких елемената код многих објеката овог типа, например хипотеза о експлозији супернове (у језгрима звезда које брзо еволуирају, велика је концентрација неутрона, неопходних за нуклео-синтезу тешких елемената).

Природа, 1975, No 2, стр. 101.
Милан С. Димитријевић

Да ли Плутон има атмосферу? — Мерећи рефлексиону способност Плутона на различитим таласним дужинама, М. Харт (САД) је установио да ова планета има атмосферу. Њена густина је близу површине приближно једнака јединици, као и код Земљине атмосфере. Ипак, узимајући у обзир много нижу температуру на површини Плутона (43 К), она се изгледа састоји из готово чистог неона.

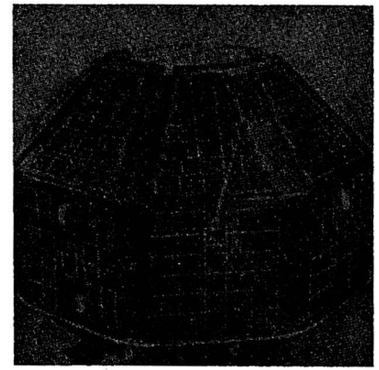
Природа, 1975, No 1, стр. 110.
Милан С. Димитријевић

Потрага за гравитационим таласима од пулсара. — Пулсари могу да буду један од вероватних извора гравитационих таласа. Када гравитациони таласи пролазе кроз неко масивно тело, они треба да изазивају осцилације његове површине сличне плими. Да би испитали ове слабе осцилације, Т. Маст, Ц. Нелсон и Д. Сарлус (САД) су извели следећи експеримент. Користећи као антену Земљину лопту и мерећи помоћу вертикалног сеизмографа њене осцилације које би могле бити изазване гравитационим таласима, они су тражили сигнале осцилација који би одговарали периоду и полупериоду ротације 81 пулсара.

Експеримент се одвијао у две сеизмички спокојне области у Калифорнији. Осетљивост апаратуре је била тако велика, да је било могуће регистровати осцилације Земљине површине реда 10^{-11} m. Ипак, гравитациони таласи са пулсара нису нађени.

Природа, 1974, No 12, стр. 82.
Милан С. Димитријевић

Први индијски сателит. — У складу са договором о научној сарадњи између Индијске организације за космичка истраживања и Академије наука СССР, у Совјетском Савезу је 19.



Сл. 1.

априла 1975. године лансиран први индијски вештачки сателит „Ариабата". (Ариабата или Ариабхата, 476. г.—?, — индијски астроном и математичар). Совјетска ракета — носач довела је

сателит у орбиту са параметрима: висина у перигеју 563 km, висина у апогеју 619 km, нагиб 50°,7, период обртања 96^m, 3.

Научни програм експеримената, који су саставили индијски специјалисти, укључује истраживања у области рендгенске астрономије, затим регистрацију неутронског гама зрачења Сунца и мерења флукса честица и зрачења у јоносфери.

Према првим саопштењима апаратура сателита „Ариабата" ради нормално, и индијске и совјетске станице на Земљи врше пријем научне информације.

С. А. Никитин, Природа No 8, 1975, стр. 106.

Превео *Милан С. Димитријевић*

Италијански сателит „Сан-Марко 4". — Осамнајестог фебруара 1974. године у 10 сати 06 мин. по Гриничу, лансиран је италијански сателит „Сан-Марко 4", чији је задатак истраживање горњих слојева атмосфере у екваторијалној области. Лансирање је обављено са италијанске пливајуће стартне платформе, која је била усидрена у Индијском океану приближно 5 km удаљена од обале Кеније. Сателит је изведен на орбиту помоћу америчке ракете-носача Скаут. Параметри орбите су: висина у перигеју 232 km, висина у апогеју 905 km, нагиб 2°, 89 и период ротације 96, 3 минута.

Сателит „Сан-Марко 4" има масу од 163,7 kg. Тело сателита је пречника 70 cm и састоји се из две концентричне сфере: лаке спољашње сфере и тешке унутрашње. Узајамно смицање сфера близу перигеја под утицајем аеродинамичког трења региструје се инструментом који су конструисали италијански научници. На основу информација добијених преко тог инструмента одређује се густина горњих слојева атмосфере.

Два експеримента разрадили су специјалисти Годаровог космичког центра САД: мерење густине молекуларног азота на разним висинама у горњој атмосфери и изучавање помоћу масспектрометра садржаја и временских варијација концентрација аргона, молекуларног и атомског кисеоника, молекуларног азота и хелијума у горњој атмосфери. Информације добијене са овог сателита упоређене су са информацијама добијеним помоћу „Експлорера-51".

Природа, No 12, стр. 80, 1974.

Превео *Милан С. Димитријевић*

Novosti o Novoj u sazvežđu Labuda. — Posmatrački izveštaji pokazuju da je u toku novembra Nova Cygni oslabila do vizualne prividne veličine 9, što je samo 1/750 deo njenog sjaja što ga je imala u maksimumu 30—31. avgusta. Tada joj je prividna veličina bila 1,8 (vidi novembarski primerak, str. 282).

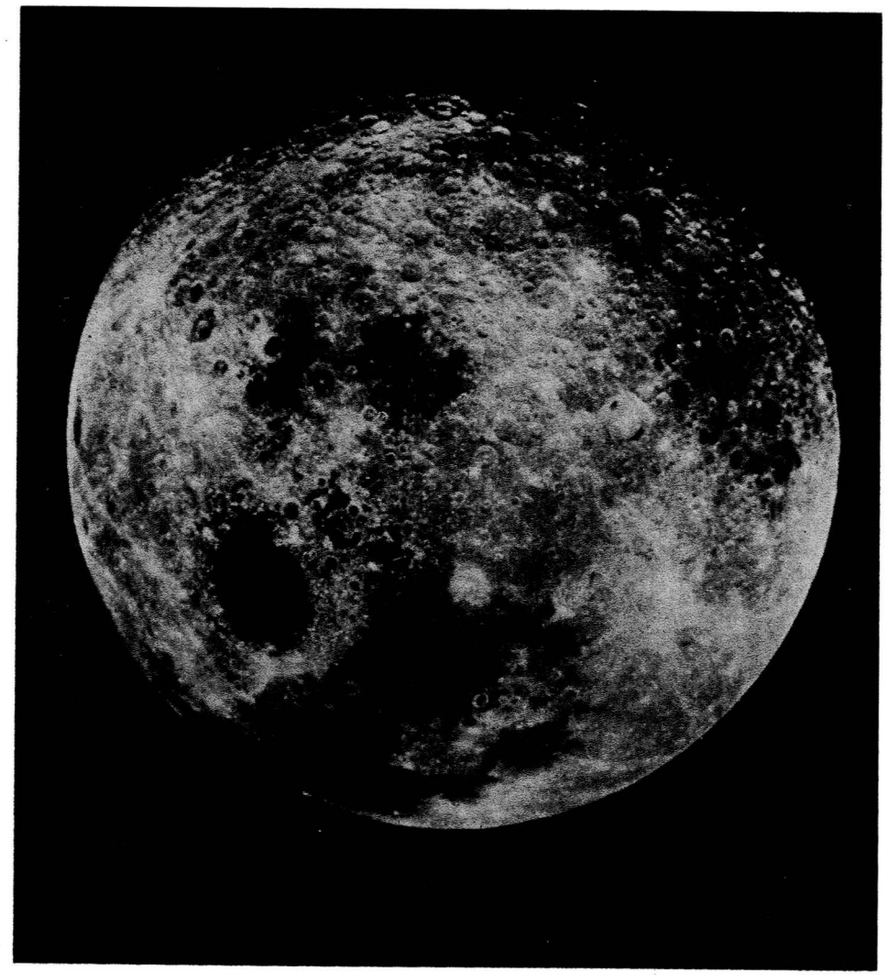
Nađena je i nova fotografija ove zvezde snimljena pre njenog otkrića. Konstatovano je da je ona snimljena kada su fotografisali meteor u Lideru (Leader, Saskačiven), jednoj od 12 stanica u zapadnoj Kanadi za posmatranje meteora, A. T. Blackwell i njegovi saradnici našli su da je prividna veličina u žutoj boji bila 4,4 u trenutku 29,39 avgusta po svetskom vremenu (29,00 predstavlja griničku ponoć; delovi dana izraženi su neuobičajeno u decimalama!), a 3,9 već 29,44 avgusta. Ova dva posmatranja prethode dva odnosno jedan čas trenutku kada je ova nova prvi put vizualno registrovana u Japanu.

Koliko se zna u severnoj Americi prvi je ovu novu ugledao Jeffery Sandel iz Kejsa (Cayce), južna Karolina 30,02 avgusta; prividna veličina bila je tada 2.

Sky and Telescope, decembar, 1975.

Preveo *S. Ninković*

На овом снимку види се део задње стране Месеца, која иначе није видљива са Земље. Снимак су направили астронаути „Аполо-17" приликом свог повратка на Земљу.



VASIONA



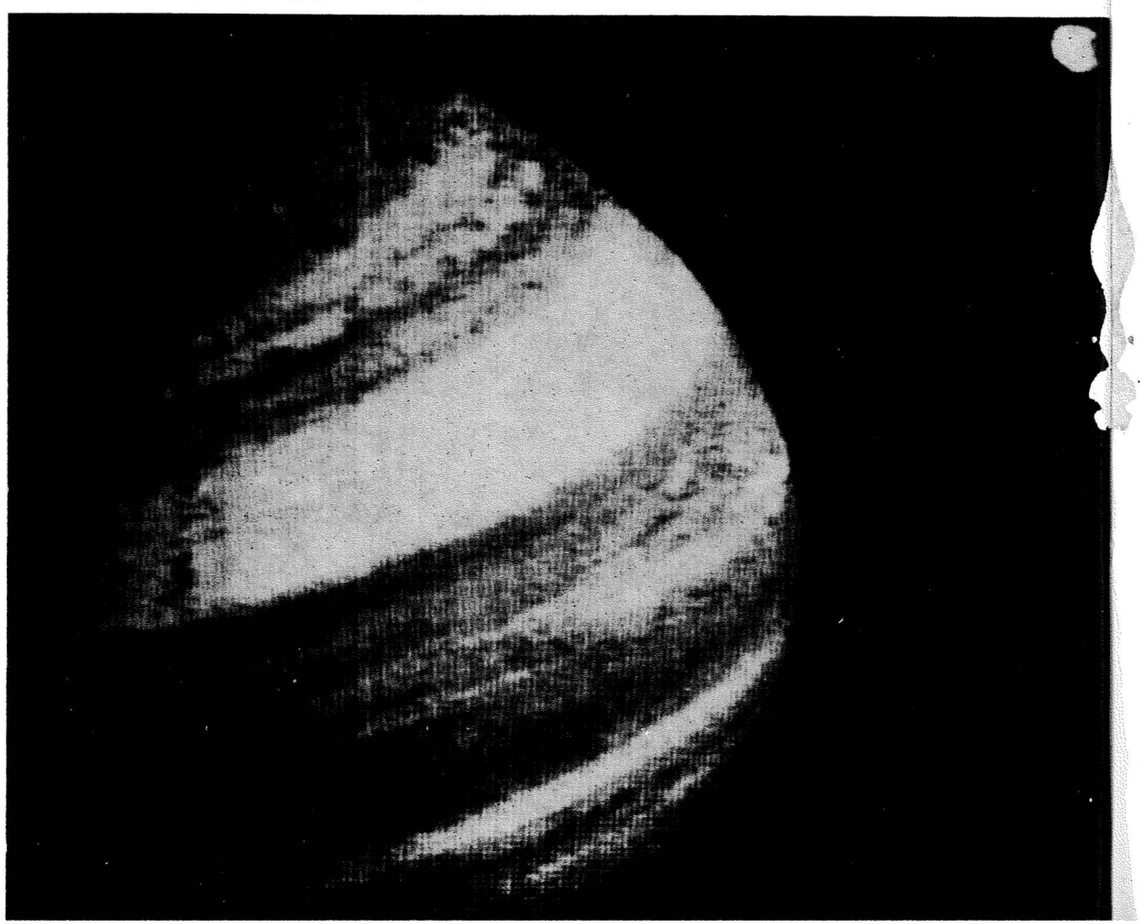
ASOPIS ZA ASTRONOMIJU I ASTRONAUTIKU

ВАСИОНА



АСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИКУ

Планета и сателит — Јупитер и један од његова четири месеца, Ганимед (горе десно), појављују се на овој слици коју је снимио „Пионир-11“ са даљине од око 745 000 km од планете.



YU ISSN 0506-4295

„ВИКИНЗИ“ НА МАРСУ

◑

ГОДИШЊИЦА NOVAE CYGNI 1975

◑

НОВОСТИ И БЕЛЕШКЕ

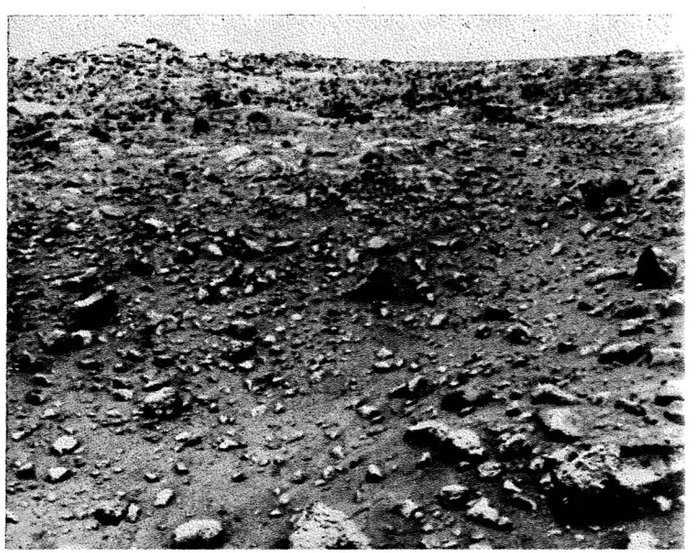
◑

ЕФЕМЕРИДЕ ЗА 1977

◑

1976 - 4

Овај снимак са „Викинга-1“ приказује површину Марса у околини места спуштања. Снимљен је са црвеним, плавим и зеленим филтером, тако да је после реконструкције могуће било закључити да је тло црвенкасто а небо ружичасто. Боја тла говори о интензивној оксидацији, налик на рђање, која се тамо одиграла. Боја неба намеће закључак да у атмосфери морају лебдети доста честица као што су прашина и водена пара. Марсов хоризонт је далек око 3km на овом снимку.



VASIONA REVUE D'ASTRONOMIE ET D'ASTRONAUTIQUE ANNÉE XXIV 1976 № 4 BEOGRAD

Bulletin de la Société Astronomique „R. Bošković". Adresse: VASIONA, Narodna opservatorija, Kalemegdan, Gornji Grad, Beograd, Yougoslavie

САДРЖАЈ

Мр Јелена Милоградов-Турин: Викинзи на Марсу 81
Александар Томић: Посматрања Novae Cygni 1975 85
Бранислав Геземан: Годишњица појаве Нове Лабуда 88
Новости и белешке 89
Ištvan Vince: Астрономске ефемериде за 1977. годину 91
Нове књиге 112
Исправке 112

МОЛИМО ЧЛАНОВЕ АСТРОНОМСКОГ ДРУШТВА „РУЂЕР БОШКОВИЋ" И ПРЕТПЛАТНИКЕ „ВАСИОНЕ" ДА ОБНОВЕ ПРЕТПЛАТУ ЗА 1976. ГОДИНУ

ЧИТАОЦИМА ЧЕСТИТАМО НОВУ 1977. ГОДИНУ

Уређивачки одбор

Др АНЂЕЛИЋ ТАТОМИР, Др ДАНИЋ РАДОВАН, ЂОРЂЕВИЋ БРАНИСЛАВ, ЂУРКОВИЋ ПЕРО, ЈАНКОВИЋ НЕНАД, НИНКОВИЋ СЛОБОДАН, МИЈИЋ МИЛАН, Др ПОПОВИЋ БОЖИДАР, Мр САЦАКОВ СОФИЈА, ТОМИЋ АЛЕКСАНДАР, СТЕВАН КОРДА и Инж. СТОЈАНОВИЋ АЛЕКСАНДАР

Главни одговорни уредник

Мр ЈЕЛЕНА МИЛОГРАДОВ-ТУРИН

Насловну страну израдио ПЕТАР КУБИЧЕЛА

ВАСИОНА, часопис за астрономију и астронаутику. Издаје Астрономско друштво „Руђер Бошковић", уз учешће Републичке заједнице за научни рад СР Србије. Годишња претплата за нечланове НД 20, за чланове НД 18, за ученике свих школа ако поруче одједном најмање десет примерака по НД 10, а за иностранство НД 50. Поједини број НД 5. Власник и издавач Астрономско друштво „Руђер Бошковић", Београд. Уредништво и администрација: Београд, Народна опсерваторија, Калемегдан, Горњи Град. Тел. 624-605. Рукописи се не враћају. Претплате слати у корист рачуна број 60806-678-6639

На основу мишљења Републичког секретаријата за културу број 413-665/74-02 од 27. XII 1974. ово издање је ослобођено пореза на промет

Штампа: „Научно дело", Београд, Вука Караџића 5

ВАСИОНА ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИКУ ГОДИНА XXIV 1976 БРОЈ 4 БЕОГРАД

ВИКИНЗИ НА МАРСУ

У време када је овај лист предат за штампу, најзначајнији астрономски догађај био је рад „Викинга-1" и „Викинга-2" на Марсу. Он је, међутим, само део изванредног успона планетарне астрономије последњих петнаест година. Успеси у тој грани науке су толики да је Међународна астрономска унија на својој XVI Генералној скупштини, 1976. године, у Греноблу, позвала да један од главних учесника тих истраживања, шеф америчког тима за трагање за ванземаљским облицима живота, Dr Carl Sagan, са Cornell универзитета, одржи специјално предавање за све присутне, 27. августа 1976.

Као један од учесника скупштине имала сам задовољство да се лично упознам са Др Сејганом и да уживам у његовом изванредном предавању. Иако је трајало преко два часа, сала је пажљиво слушала јасно, чисто и духовито излагање успеха планетске астрономије. Резиме предавања је изашао и у новинама које је Скупштина издавала и које су се звале „Уранијине новине", према музи Уранији покровитељици астрономије. Наравно да је највећи део предавања био посвећен најновијим резултатима „Викинга-1" на Марсу. Који су то успеси?

Пре свега Марс је сада картиран, од пола до пола, помоћу снимака начињених из орбите и то са раздвојном моћи од 1 km, док је скоро 10% његове површине картирано тако да се чак и објекти мањи од 100 m јасно разазнају.

По спуштању, „Викинг-1" је снимио панораму места слетања, у луку од 340°. На снимцима се јасно види пустиња засута камењем, која се протеже све до благо заталасане брежуљцима линије хоризонта, 3—4 km далеко од модула за спуштање. У даљини се види и једна висораван. Близу хоризонта су виђени и блокови димензија метра. У непосредној близини су снимљени чак и каменчићи свега неколико милиметара пречника. Ако се упореди са снимцима које су астрономи добили са Земље, побољшање у раздвојној моћи износи око сто милиона пута. Наравно да се такав успех мора одразити и на наше разумевање Марсове структуре а посредно чак и на разумевање порекла Сунчевог система.

Орбиталне фотографије показују да на Марсу има много трагова деловања река, ветрова, вулкана, удара метеорита, клизања тла и можда чак и ледењака. Вијугаве долине које су доста чест облик, указују да су некада на Марсу вероватно текле бујице и то дуж великих растојања. Данас астрономи сматрају да је та вода настала наглим отапањем „вечног" леда који је био у великој количини присутан у Марсовом тлу. Топлота потребна за његово топљење је изгледа дошла из дубине Марсових недара. За време тог потопа су на Марсу чак можда падале кише. Убрзо по престанку отапања, вода је испарила и због слабе гравитације напустила Марс сасвим. Део воде који још увек постоји на Марсу је залеђен у тлу. Данас метеоролошки уређаји „Викинга" дају редовне извештаје о времену са нашег црвеног суседа. Како је духовито рекао Сејган, они би морали садржати овакву прогнозу времена: „Киша на Марсу сутра је крајње невероватна". Иначе типичан извештај би био овакав: „Максимална дневна температура је била —30° C а минимална ноћна температура —86° C. Атмосферски притисак сталан 7,78 милибара. (Такав притисак влада на Земљи 38 km изнад тла). Лак источни ветар у касно поподне променио се после поноћи када је почео да дува југозападни ветар, брзине око 24 km/h.



Највећи Марсов вулкан, Olympus Mons, је обавијен на овој слици облацима. Снимак је начињен са „Викинг-1" орбитера, са даљине од око 8000 km. Кратер окружен системом вишеструких прстенова се види кроз процеп међу облацима. Тај кратер је око 80 km у пречнику. Сам вулкан је око 24 km висок а основица му је око 600 km у пречнику. Облаци су, како се верује, лед који се кондензовао из атмосфере током хлађења до кога је дошло када су се ваздушни слојеви дизали дуж падина вулкана. Облачни прекривач се помера са ветровима и мења густину према добу дана и према годишњем добу.

Главни састојци Марсове атмосфере су угљен диоксид (око 90%), угљен моноксид, вода и нешто озона, односно кисеоника. Тек је „Викинг-1" успео наћи да на Марсу има азота (N 14 и N 15) и то око 3% и аргона (Ar 36 и Ar 40) око 2%. Тако велики проценат аргона (на Земљи га у ваздуху има око 1%) говори у прилог хипотези да је некада Марсова атмосфера била знатно гушћа. Како показују прорачуни у таквој атмосфери би морало тада бити и толико водоника и кисеоника да би то одговарало залеђеном слоју који би прекривао целу површину Марса до дубине од око 3 m. Када се узме у обзир да и вијугава корита говоре и прилог томе да су на Марсу некада текле бујице, хипотеза густе атмосфере постаје вероватнија. Гасови су ослобађани можда највећим делом за време велике вулканске активности, за коју се верује да је потресала Марс првих милијарду година његовог постојања. Да ли је атмосфера садржала некада и више азота тешко је сада рећи, мада пада у очи да га има много мање но у нашем ваздуху где чини 78% укупно по маси. Биолози сматрају да би и тако мали проценат азота у Марсовој атмосфери био довољан за евентуалне живе организме.

„Викинг-1" се спустио касније но што се то предвиђало, због тога што је и Марсов рељеф приредио изненађење. Марсова површина се на снимцима добијеним са орбите показала неравнијом но што је раније било познато. „Викинг-1" је требало

да се спусти 4. јула 1976, на дан 200. годишњице оснивања САД, а слетео је 20. јула 1976, на западни крај Chryse Planitia — „Земље злата", на границу поља разасутог камења и пешчаних наноса. При слетању је једна стопа модула стала на камену подлогу огољену при слетању а друга на песак, утонувши у њега свега око 3 cm. Како се већ на првим снимцима емитованим са модула видело, околина је била пуна камења. Неко је било заобљено, неко оштрих ивица, негде су то били посебни блокови а негде је камење било наслагано једно преко другога. Структура и облик материјала су били сасвим друкчији и од земаљских стена и од Месечевог тла са кога су Армстронг и Олдрин тачно пре шест година узели прве узорке. Сада је уместо човека узорак узела механичка рука.

Марсов пејзаж на месту слетања је црвенкасто рић, вероватно највише због присуства оксида гвожђа. Хемијска анализа је показала да гвожђа у тлу има и до 14%. Бог рата Марс би био задовољан оваквим садржајем и оваквом бојом. Боја тла није била потпуно изненађење јер је од давнина познато да је та планета црвенкаста. Изненађење је била боја неба коју екипа назива ружичастом. Она је вероватно условљена ситним честицама које лебде у атмосфери а које је узвитлала претходна пешчана бура. Оксидација гвожђа је вероватно такође настала у доба када су првобитни кисеоник из атмосфере и вода са површине били присутни у већим количинама. Неорганска анализа је показала да је Марсово чврсто тле базалтног типа, слично земаљским вулканским материјалима, мада не одговара тачно ни земаљским ни Месечевим базалтима. Земаљски гранити имају сразмерно много калијума док је у Марсовом тлу нађено више калцијума. Марсово тле би требало да је суво, мада се оно под механичком руком понаша као песак на влажној обали, по својој сипкавости. Од свих земаљских материјала Марсово тле највише подсећа на земљиште из сувих, хладних долина Антарктика. Спектри X-зрака изазваних флуоресценцијом тог материјала на Марсу због озрачивања од стране радиоактивних извора у Викинговом спектрометру показују да је у њему веома ниска концентрација елемената као што су рубидијум, стронцијум и цирконијум. Релативни удео алуминијума, калцијума, сумпора, титанијума, калијума, силицијума и фосфора још увек нису одређени.

Што се тиче самих пешчаних дуна оне изгледају као окамењене. Висина им достиже и до 3 m. Везивни материјал је највероватније лед, као што је то случај и на Антарктику.

Око „Викинга" је виђена само шума камења; нема ни шуме дрвећа, ни крупнијих облика живота. Оно што се у први мах некоме учинило да је на једном камену урезано као слово B, показало се наравно оптичком варком. Како сам Сејган рече на предавању, лепо би било да је тамо неко у знак добродошлице исписао B за Викинг, али се то показало нетачним. Уосталом, зашто би тај неко писао B баш ћирилицом?

Као што се и пре спуштања очекивало, најважнији у трагању за животом на Марсу показали су се микробиолошки експерименти. Пошто су, крајем 1969. године, биолози закључили да искључиво једна врста експеримента не може да пружи одређен закључак о постојању живота, препоручили су четири врсте експеримената. Један од њих је морао бити напуштен због цене, времена и ограничења у укупном паковању апаратуре. Остала три раде на Марсу. Сва три очекују живе организме засноване на угљеничним једињењима.

Први експеримент трага за знацима метаболизма евентуалних организама. Метаболизам мора бити праћен издвајањем и потрошњом гасова, тако да мереви обележене атоме угљеника у гасовима, научници могу да прате метаболизам. Због тога се тај експеримент скраћено назива „Обележено издвајање". Узорак се влажи посебно спремљеном смешом за које су верује да би пријала организмима. Сваки од

саставних материјала садржи бар један радиоактивни атом C 14. То су једноставне органске материје које могу настати небиолошким путем. Предвиђено је, уколико буде знакова могућег живота, да се узорак стерилише и види да ли се и после тога запажа издвајање C 14.

Други експеримент такође трага за метаболизмом. Овог пута се узорак храни веома богатом „супом" у којој има 59 састојака укључујући чак и витамине, а мери се садржај испуштених гасова: водоника, азота, кисеоника, метана, угљен диоксида и неких других. И уз овај експеримент назван „Разменом гасова" предвиђа се стерилизација и понављање експеримента. Тај експеримент очекује форме живота сличне земаљским.

Трећи експеримент се зове „Пиролитичко издвајање". Он је смишљен, не за детекцију облика налик на животињски свет већ за облике налик биљкама. Узорку се не додају никакве „пилеће супице", већ му се нуди мала количина обележеног угљен моноксида и угљен диоксида, у присуству вештачке Сунчеве светлости. На Земљи биљке узимају угљен диоксид и уз помоћ хлорофила и Сунца, фотосинтезом стварају енергију (шећер). Ако и на Марсу има организама способних за фотосинтезу, овај експеримент би требало да их запази. После 5 дана инкубације тест комора се испира хелијумом и узорак се пржи — пиролизира на 625°C. Ако је ишта од обележеног угљеника било пре пржења асимилирано у биљкама, он би се после пржења морао издвојити испаравањем гасова и бројач би регистровао његово присуство.

Овако лепо замишљени експерименти дали су веома изненађујуће резултате. Сва три су позитивни али на чудан начин. Издвојило се наиме много више гасова и далеко брже но што је очекивано; практично су гасови опажени одмах по почетку експеримента. Због тога се надлежни експерти ограђују од преурањених тумачења, наглашавајући да би запажене хемијске реакције могле бити и неорганског порекла. За сада се поуздан закључак о узроку бурног издвајања гасова не може извући.

У току су понављања експеримената и њихова симулација са тлом које од свих земаљских материјала може најбоље опонашати Марсово тле: вулкански пепео, земља црвена због присуства лимонита и земља помешана са оним елементима који су детектовани на Марсу.

Истраживању на „Викингу-1" сада се придружио и цео систем на „Викингу-2" који се срећно спустио на Марс, 3. септембра, у области званој Утопија. Једна стопа му се нашла на стени али срећом тај положај не смета модулу за његов успешан рад. „Викинг-2" је већ 9. септембра захватио узорак да би се извршила његова анализа. Намера је да он захвати дубље слојеве него што је то учинио „Викинг-1", да би се узели они делови који су милионима година можда били заштићени од убитачног Сунчевог ултраљубичастог зрачења кога мале количине Марсовог данашњег озона нису у стању да зауставе. То би пружило веће изгледе но у експерименту са „Викингом-1" да се евентуално дође до органских молекула који би говорили о присуству живота на Марсу. Први узорци су дали много мање бурне реакције но они из Chryse Planitia.

„Викинг-2" се показао веома успешним за сеизмологе. Његов уређај није оштећен тако да ће он моћи да забележи сваки потрес на Марсу чија би јачина прелазила шест на Richter-овој скали. Када би Марс био геолошки тако активан као Земља ми бисмо могли очекивати и по неколико мањих потреса на дан а око 10—20 јачих од шестице у току године. Мерећи потресе научници ће стећи подлогу за суд о томе у којој се фази геолошког развоја Марс сада налази. Из простирања сеизмичких таласа може се чак закључити и о томе каква је унутрашњост Марсова. Наравно да би у том погледу од огромног значаја био сеизмометар на „Викингу-1", само што он нажалост, није прорадио.

Место на које се „Викинг-2" спустио је равно али је зато богатије врстама камења. За сада се оне могу разврстати у две основне групе: прву сачињавају порозне вулканске стене док у другу спадају остаци метеорита који су пали и разбили се о површину Марса. На снимцима се запажају и наноси песка али се огромне километарске дуне из приземне перспективе не могу разазнати иако су видљиве на снимцима те исте области добијене са орбитера. У даљини се назире заравњена узвишица која вероватно представља обод једног кратера.

По мишљењу геолога, на оба места спуштања има тла које је очврснуло зато што је вода која је испарила за собом оставила соли које делују као везујући материјал.

Притисак у Утопији је 7,18 милибара за разлику од 7,15 у Chryse Planitia, што говори о томе да је Утопија око 1,3 km нижа но Chryse Planitia, а читавих 3 km испод нивоа који би одговарао замишљеном нивоу мора. Место где се „Викинг-2" спустио је и знатно хладније; најнижа измерена температура је —88°C ноћу, а —35°C у подне.

Као што се види Утопија је далеко од замишљене земље утопије у којој је све савршено. Не можемо наравно кривити Марс за то, када смо ми његовим областима произвољно надевали имена. Ми никад раније нисмо знали оно што данас знамо.

Мр Јелена Милоградов-Турин

ПОСМАТРАЧКИ ПРИЛОЗИ

ПОСМАТРАЊА NOVAE CYGNI 1975

На Народној опсерваторији Nova Cygni 1975 посматрана је визуелно и фотографски. Прва посматрања су од 31. 8. 1975. у 18^h30^m TU (А. Мирковић, В. Челебоновић, И. Дацић).

Визуелна посматрања. Према посматрањима А. Мирковића, боја и сјај Нове износили су:

Датум	TU	боја	сјај
31.08.75.	$18^h\ 30^m$	плавичаста	$+2^m$
02.09.75.	$18^h\ 30^m$	жуто-бела	$+4^m$
04.09.75.	$19^h\ 25^m$	црвена	$+5{,}5^m$
06.09.75.	$19^h\ 00^m$	црвена	$+6^m$

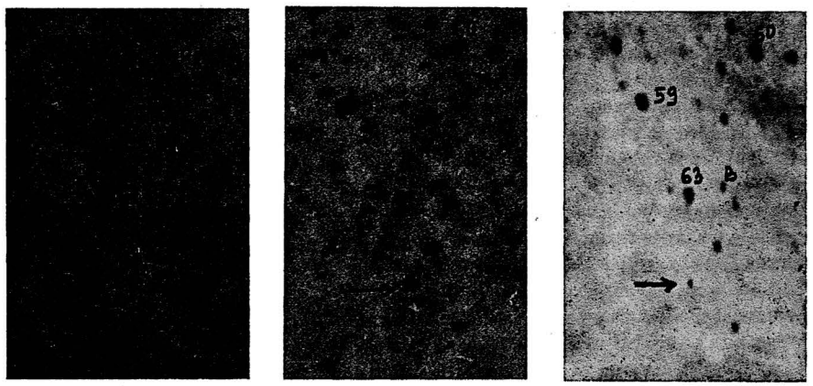
Сјај је одређен Аргеландеровом методом.

Фотографска посматрања вршена су нажалост тек од 04.09. Коришћена камера 46/210 и план филм PL 21 M (Ефке). Процена сјаја извршена је Аргеландеровом методом са снимака. Тако добијене (фотографске) звездане величине износе

Датум	TU	сјај	боја
04.09.75.	$19^h\ 12—27^m$	$+4{,}9^m$	(наранџаста)
06.09.75.	$19^h\ 10—50^m$	$+5{,}4^m$	(црвена)
09.09.75.	$21^h\ 15—55^m$	$+6{,}1^m$	(црвена)
28.09.75.	$18^h\ 23—53^m$	$+7{,}0^m$	(црвена)

Боја је одређена визуелно, ради избора поредбених звезда. Подаци о поредбеним звездама узети су из каталога Бечварж из 1959. г.

На Сл. 1, 2 и 3 (негатив) стрелицом је означена Nova, а бројевима неке од звезда из сазвежђа Лабуд (Cygnus). Први снимак начињен је 04.09.75. у TU $19^h12—27^m$ (exp. 15^m). Нова је приближно исте боје и сјаја као 63 Cyg.



Слика 1,2,3.

Други снимак снимљен је 09.09.75. у TU $21^h15—55^m$ (exp. 40^m). Nova је приближно истог сјаја и боје као звезда означена са A.

Трећи снимак снимљен је 28.09.75. у TU $18^h23—53^m$ (exp. 30^m). Нова је сјаја и боје као звезда означена са B.

Координате Novae. Мерењем помоћу рефрактора Zeiss 110/2040 мм, B. Челебоновић је добио за координате следеће вредности

$\alpha = 21^h10^m,7$ $\delta = +48°,1.$

Са снимака A. Томић је добио вредности

$\alpha = 21^h10^m,0 \pm 0^m,5$ $\delta = +48°,0 \pm 0°,1.$

Томић Александар

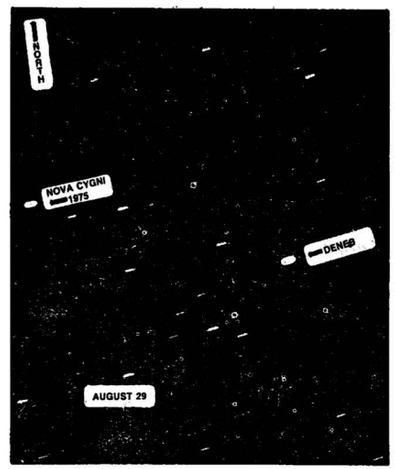
ГОДИШЊИЦА ПОЈАВЕ НОВЕ ЛАБУДА

Још једна ватра забљеснула је астрономе широм света! У сазвежђу Лабуд, иза његових крила, на галактичком екватору, појавила се 29. августа прошле године Нова звезда видљива слободним оком, најсјајнија за последње 33 године. Њу је опазио јапански аматер Кентаро Осада. Ево листе сјајних Нових које су се појавиле у овом веку:

Година	*Сазвежђе*	*йр. величина*	
1901.	Перзеј	0,0	као Capella
1918.	Орао	—1,4	као Sirius
1920.	Лабуд	1,5	као Castor
1925.	Сликарски Сталак	1,0	као Spica
1926.	Гуштер	2,2	као Sadr (γ Cyg)
1934.	Херкул	1,3	као Deneb
1942.	Крма	0,1	као Rigel
1946.	Северна Круна	1,7	као Aliot (ε UMa) или Belatrix (γ Ori)
1975.	Лабуд	2,0	као Mirfak (α Per)

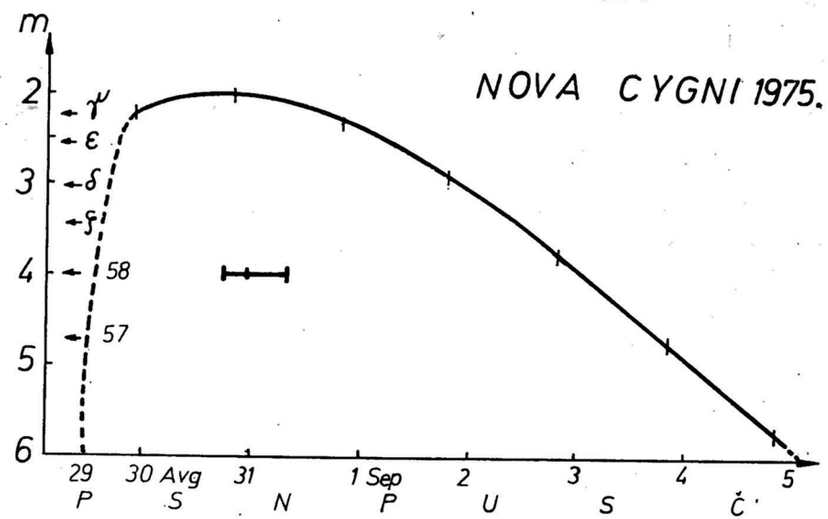
Исте вечери када се Нова појавила имао сам прилику да је угледам око 10^h увече.

Иза Лабудових крила, на 7° од Денеба, запазих звездани лик друге величине. Помислих на сателит али кретање се није видело! Стационарни сателити који лебде над небеским екватором не могу бити толико северно у Млечном Путу а звезда је 50° од њега. У том пределу неба нема сјајних звезда, планете су у зодијачком појасу а ова светлост долази далеко од равни еклиптике! Брзо сам се вратио кући, узео телескоп „Вега“ и уперио га ка том делу неба. Гледана телескопом имала је тачкаст лик, сијајући непомично међу звездама. Дакле то је заиста NOVA! Одмах сам позвао Протића са Астрономске опсерваторије на Звездари и саопштих му положај $\alpha = 21^h10^m$, $\delta = +48°$. И он окреће телескоп ка Лабуду и види Нову. Посматрање се убрзо морало прекинути, јер се наоблачило. Исте вечери, скоро истовремено, Нову је независно угледала и група наших младих студената астрономије: Милан Мијић, Бранислав Ђорђевић, Јован Грујић и постдипломац — астроном Зоран Ивановић — управник Хвварске опсерваторије, који је то вече био са њима, пред одлазак на конгрес у Нови Сад.



Сл. 1

У суботу и недељу, 30. и 31. августа, Нова је била у максимуму сјаја; достигла је Полару по сјају! Густина светлосног флукса Нове после тога је почела да опада, по једну привидну величину на дан, те је после 5. септембра постала видљива само телескопом.



Сл. 2

На слици 1 је дат положај Нове међу звездама у сазвежђу Лабуд. На слици 2. приказан је пад сјаја како сам га ја измерио, поредећи са подесним звездама у близини. Дуж апсцисе је дато време, а по ординати су дате привидне величине. Приказана је ради поређења и привидна величина звезде γ Cygni, која је била њој најсличнија по сјају. Вест о Новој се и даље простире кроз простор, стиже све даље и даље. Тај светлосни сигнал пређе за пола дана (цртица дата на слици 2) дужину једнаку пречнику Плутонове путање, ако је наравно третирамо као круг. Ми смо за Нову већ сазнали.

Бранислав Геземан

НОВОСТИ И БЕЛЕШЕ

Експлозија супернове у двојном систему. — У рендгенским изворима који улазе у двојне системе, једна компонента је обична звезда а друга неутронска звезда или црна јама. Привлачење материје која истиче са површине обичне звезде на компактни објекат, праћено је рендгенским зрачењем.

Према данашњим схватањима, неутронске звезде и црне јаме се стварају приликом експлозије супернове звезде. Рекло би се да такав катастрофалан догађај какав је експлозија супернове, мора јако да утиче на орбите компонената двојног система. Међутим, орбите компонената су блиске кружним. Могу ли се у двојном систему очувати кружне орбите после експлозије супернове?

Совјетски астроном Ј. Г. Хабазин је разматрао колико би орбите компонената двојног система изменила експлозија супернове. По теорији еволуције двојних система са блиским компонентама, компонента која експлодира треба да има знатно мању масу од друге звезде. Та друга звезда у моменту експлозије треба да је млади масивни објекат који припада главном низу. Ако је експлозија супернове блиска сферно симетричној, орбите компонената ће остати скоро кружне. Према прорачунима Ј. Г. Хабазина, после експлозије супернове двојни систем може да има ексцентритет од 0 до 0,2. Према томе, мали ексцентрицитети орбита таквих рендгенских извора као што су Centaurus X—3 (ексцентрицитет мањи од 0,5), Hercules X—1 (мањи од 0,1) и Cygnus X—1 ($0{,}09 \pm 0{,}02$), не противрече теорији да је њиховом стварању претходила експлозија супернове.

Земля и Вселенная, 1975, бр. 3, стр. 20.
Мр Милан С. Димитријевић

Нова честица — космион. — Пре неколико година је Совјетски научник И. С. Шапиро изнео претпоставку да се приликом судара честице и античестице (например протона и антипротона), пре коначне анихилације, оне удружују у честицу чије је време живота веома кратко. Крајем 1974. године Т. Б. Калогеропулос (Национална лабораторија у Брукхевну, САД) и група сарадника Демокритовог центра за нуклеарна истраживања у Атини, завршили су серију сложених експеримената чији резултати говоре у корист хипотезе коју је поставио Шапиро.

Бомбардујући деутероне антипротонима, Калогеропулос је открио да се при анихилацији посматра снажније гама зрачење него што би се могло очекивати према важећим теоријама које описују овај процес. Калогеропулос сматра да се вишак гама зрачења може објаснити постојањем протонско-антипротонске честице — космиона.

Ако је ова хипотеза тачна, проучавање космиона ће помоћи да се установи да ли постоје галаксије које се састоје од антиматерије. Наша Галаксија се као што је познато састоји само из материје. Евентуално откриће снажног гама зрачења из удаљених области космоса, где се анихилација можда одвија у великим размерама, послужило би као потврда ове хипотезе.

Земля и Вселенная, 1975, бр. 5, стр. 25.
Природа, 1975, бр. 10, стр. 118.
Мр Милан С. Димитријевић

Још један Сатурнов прстен. — Још од XVII века је познато да је Сатурн, друга по величини планета Сунчевог система, окружен прстеновима, који се означују А, Б, Ц. Ипак, данас се зна да је систем Сатурнових прстена већи, него што се раније претпостављало.

Како примећује М. С. Бобров (Астрономски савет Оделења опште физике и астрономије А. Н. СССР), већ од друге половине прошлог века јављају се претпоставке, да изван граница познатог система Сатурнових прстенова постоји још један, веома разређени прстен, који се да приметити само са стране. У реалност сличних посматрања се озбиљно сумњало, али је 1966. године В. Фејбелман (Гриничка опсерваторија, Енглеска) по први пут добио лик овог прстена на фотоплочама. Његов радиус је скоро дупло већи од радиуса спољашњег прстена А. Децембра 1972. године, Ц. Којпер (лабораторија Месеца и планета, Аризона, САД) потврдио је постојање овог прстена.

Димензије новооткривеног Сатурновог прстена су такве, да се неколико унутрашњих Сатурнових сателита, креће у његовој средини,што је јединствен случај у Сунчевом систему. У ове се убрајају Janus и Encelad, док Mimas два пута сече раван прстена. Није искључено да су и Diona и Tefija такође спрегнути с прстеном попут Мимаса. Уосталом, услед крајње разређености овог спољашњег прстена, његов утицај на кретање сателита планете, као и на општи сјај свих прстенова заједно, занемарљиво је мали.

Природа No 9, 1974, стр. 107.
Милан С. Димитријевић

Најудаљенија галаксија. — Познати амерички астроном Р. Минковски испитивао је 1960. године на 5—метарском телескопу, спектар веома слабе галаксије 20. привидне величине. Ова галаксија, најсјајнија из далеке, велике скупине галаксија, била је поистовећена са сјајним радио-извором који је под бројем 295 унет у трећи Кембрицки каталог (3С). На снимку спектра галаксије, близу таласне дужине 5450 Å, Минковски је запазио светлу линију. По његовом мишљењу, то је јака емисиона линија једном јонизованог кисеоника са таласном дужином 3727 Å. Према томе црвени помак радио-галаксије 3С 295 био би 0,46. Галаксија би била најудаљенија од свих тада познатих објеката у Васиони. Њен апсолутни сјај је — $23^{m},5$.

1971. године, амерички астроном Ц. Оук је потврдио резултат Минковског. На 32—каналном фотоелектричном спектрометру постављеном у жижу 5—метарског телескопа, он је добио спектар радио галаксије 3С 295. Њен континуирани спектар подсећа на континуирани спектар блиских џиновских елиптичних система, када би ови системи имали црвени помак 0,46, т.ј. налазили се на истом растојању као и 3С 295. Тако је коначно доказано да је 3С 295 веома далеки сфероидни звездани систем.

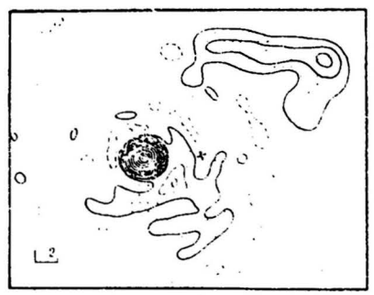
Само квазари се могу посматрати на растојањима већим од 3С 295. Најсјајније квазаре видимо као објекте 18 — 21 величине на растојањима која одговарају црвеном помаку до 3,5. Таква растојања светлост прелази за време које је упоредиво са старошћу Васионе и сам појам растојања постаје зависан од изабраног модела универзума. Али квазари по својим особинама нису слични галаксијама него њиховим

активним језгрима, ма да је снага зрачења квазара хиљадама па и десетинама хиљада пута већа. Ако говоримо о галаксијама рекорд у удаљености је 15 година припадао радио-галаксији 3C 295. Недавно, овај рекорд је побољшан. Опет је при установљавању рекордне удаљености одлучујућу улогу одиграла радио-астрономија.

Астрономе одавно интересује питање какве карактеристике у оптичком делу спектра имају радио-галаксије. Да би се на ово питање одговорило, потребно је пре свега поуздано поистоветити радио изворе са оптичким објектима. Познато је око 200 снажних радио-извора. За многе од њих, енглески и холандски астрономи су добили подробне радио-карте са раздвајањем до 2″ на таласној дужини 6 cm. Са добром тачношћу су одређене и координате места са кога долази максимална емисија радио-извора. То је давало наде на успешно поистовећивање таквих радио-извора чак и са слабим оптичким галаксијама.

Покушај поистовећивања предузели су шкотски радио-астроном М. Лонгејр и амерички спектроскописта Ц. Ган. Специјална електронска апаратура омогућила је да се на 5 — метарском телескопу добију ликови објеката до 23,5 привидне звездане величине само у току 6 минута. Изабравши ноћ у октобру 1972, када ликови звезда нису били већи од 0,″5, Лонгејр и Ган су фотографисали 35 сектора звезданог неба око неколико светлих радио-извора. Затим се у току године и по дана одвијао помоћу компјутера мукотрпан рад на усаглашавању, са потребном тачношћу-фотоплоча и координата радио-извора. Око радио-извора 3C 123 Лонгејр и Ган су открили неколико слабих галаксија, од којих се најсветлија (21^m) налазила 4″ далеко од осе која спаја обе компоненте радио извора, и 7″ од сјајније радио-компоненте.

Х. Спинард је помоћу трометарског телескопа Ликске обсерваторије (САД), у чијој је жижи била монтирана специјална телевизијска апаратура, добио спектар ове галаксије. У њему је Спинард нашао емисиону линију једном јонизованог кисеоника са таласном дужином 3727 Å и апсорпционе линије једном јонизованог калцијума са таласним дужинама 3934 и 3969 Å. Црвени помак галаксије, одређен по овим линијама, био је 0,637. У оквирима отвореног модела Васионе, која се шири са Хабловом константом од 50 km/s по мегапарсеку, такав црвени помак одговара растојању од 8 милијарди светлостних година.



Радио-карта извора 3C 123 на таласној дужини 6 cm. Мапу са резолуцијом 2″ су добили Кембрицки радио-астрономи. Радио-извор се састоји од две компоненте: сјајне и компактне (с лева) и слабе. Крстићем је означен положај оптичке галаксије 21. величине, идентификоване са овим радио-извором.

Поузданих података о сјају галаксије 3C 123 и облику њеног континуираног спектра за сада нема. Њен апсолутни сјај је нешто мањи како изгледа него код 3C 295 и износи око 23^m. Галаксија 3C 123 је најсјајнија од галаксија компактне и веома далеке скупине.

У радио-дијапазону галаксија 3C 123 је веома снажан извор са пречником око 250 kps и састоји се од две радио-компоненте. То је најудаљенији до сада познат звездани систем.

Б. В. Комберг, Земля и Вселенная, 1975, бр. 6, стр. 33.

превео: *М. С. Димитријевић*

ASTRONOMSKE EFEMERIDE ZA 1977. GODINU

Vince Ištvan

Efemeride za 1977. godinu sadrže sledeće podatke.

Pod rubrikom Kalendar dati su datum, dan u nedelji, frakcija tropske godine, broj dana Julijanske periode proteklih do 12 časova svetskog vremena i zvezdano vreme u 0^h svetskog vremena u Griniču. U rubrici Velike planete dati su za svaki deseti dan u mesecu, rektascenzija (α), deklinacija (δ), longituda (λ), latituda (β), rastojanje od Zemlje ($\Delta_\oplus$), rastojanje od Sunca ($\Delta_\odot$), trenutak gornjeg prolaza kroz meridian Beograda u srednje evropskom vremenu (SEV), prividni poluprečnik (ρ) i vizuelna magnituda (m_v) za planete koje su vidljive golim okom ili manjim teleskopom.

U odeljku o Jupiterovim satelitima predstavljena je, grafički, približna konfiguracija Galilejevih satelita. Vertikalne linije u sredini svakog grafika predstavljaju ekvatorijalni dijametar diska Jupitera, a horizontalne linije označavaju momenat 0^h svetskog vremena svakog datuma u mesecu. Položaji satelita u odnosu na Jupiterov disk za svaki trenutak su predstavljeni sinusoidalnim linijama. Ispod grafikona su date faze pomračenja u sistemu satelita. Slovima „d" i „r" su označene odgovarajuće tačke ulaza (početak pomračenja) odn. izlaza (kraj pomračenja) satelita iz senke Jupitera. (Ovi grafikoni su uzeti iz The Astronomical Ephemeris for the Year 1977, Her Majesty's Stationery Office, 1975, London).

U istom odeljku, u mesecima kada se Jupiter ne vidi, dati su neki podaci o Suncu, Zemlji i Mesecu.

U rubrici „Pojave" navedene su neke interesantne pojave sa datumom i trenutkom događaja koji je dat u svetskom vremenu (TU).

U rubrici „Mesec", starost Meseca i trenutak prolaza kroz perigej (P) i apogej (A) su dati za 0^h TU.

Ovde su korišćene sledeće oznake:

☉	= Sunce	E	= istočno od
☾	= Mesec	W	= zapadno od
☿	= Merkur	MxE	= maksimalna elongacija
♀	= Venera	○	= pun Mesec
♂	= Mars	◑	= poslednja četvrt
♃	= Jupiter	●	= mlad Mesec
♄	= Saturn	◐	= prva četvrt
♅	= Uran	♈	= Aries
♆	= Neptun	♉	= Taurus
☍	= u opoziciji sa	♊	= Gemini
☌	= u konjukciji sa	♋	= Cancer
☌d	= u donjoj konjukciji sa	♌	= Leo
☌g	= u gornjoj konjukciji sa	♍	= Virgo
Z	= u zastoju	♎	= Libra
MxS	= u maks. sjaja	♏	= Scorpius
P	= u perigeju	♐	= Sagittarius
A	= u apogeju	♑	= Capricornus
N	= severno od	♒	= Aquarius
S	= južno od	♓	= Pisces

Podaci za Sunce, „Sunce 1977", sadrže: datum, gornji prolaz centra diska Sunca kroz efemeridni meridijan u efemeridnom vremenu, trenutak izlaza i zalaza u Beogradu u SEV, rektascenziju (α), deklinaciju (δ), položajni ugao (P) severnog kraja Sunčeve ro-

tacione ose merenu pozitivno ka istoku, a negativno ka zapadu, heliografsku širinu (B_0) i dužinu (L_0) središta Sunčevog diska, prividni poluprečnik Sunčevog diska (ρ) i rastojanj Sunca od Zemlje u astronomskim jedinicama. Ove godine nema pomračenja Sunca koje bi bilo vidljivo sa teritorije Jugoslavije.

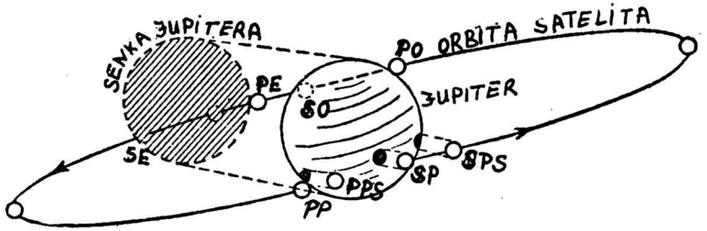
Sledeća tablica, „Izlaz i zalaz Meseca u Beogradu 1977", sadrži podatke o trenutku izlaza i zalaza Meseca u Beogradu u SEV.

4. Aprila 1977. god. će se videti početak delimičnog pomračenja Meseca; u maksimumu faze, Mesec će zaći pod horizont za posmatrače sa teritorije Jugoslavije. Podaci o pomračenju su sledeći:

Ulaz Meseca u polusenku	2^h	$05^m.9$
Početak delimičnog pomračenja . . .	3^h	$30^m.9$
Moment najveće faze	4^h	$19^m.1$
Kraj delimičnog pomračenja	5^h	$07^m.2$
Izlaz Meseca iz polusenke	6^h	$32^m.3$

Ovi podaci su dati u TU.

U tablici o eklipsnim promenđivim zvezdama dati su sledeći podaci: ime zvezde, vizualna zvezdana veličina u maksimumu i minimumu sjaja, koordinata u ekvatorijalnom koordinatnom sistemu za godinu 1900, početna epoha, perioda i uporedne zvezde. Ispod tablice su date zvezdane karte okoline datih zvezda sa označenim uporednim zvezdama. Gde nema označenih uporednih zvezda posmatrač može sam da ih odabere.



U tablici „Efemeride Jupiterovih satelita" dati su za četiri najsjajnija satelita, datum i trenutak pojave u TU, broj satelita i vrsta pojave. Tu su korišćene sledeće oznake (vidi sliku):

PP — početak prolaza satelita ispred diska Jupitera,
SP — svršetak ovog prolaza,
PPS — početak prolaza senke ispred diska planete,
SPS — svršetak prolaza senke
PO — početak okultacije,
SO — svršetak okultacije,
PE — početak pomračenja,
SE — svršetak pomračenja.

U tablicu nisu unete one pojave koje se događaju pre početka astronomskog sumraka i posle 24^h TU, izuzev nekoliko interesantnih.

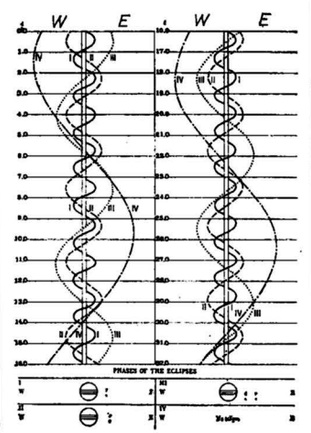
Način upotrebe podataka iz Efemerida i neki primeri izračunavanja dati su, uz Efemeride, u ranijim brojevima Vasione (npr. Vasiona 1973/4, Vasiona 1974/4, Vasiona 1975/4).

Decimalna mesta su odvojena decimalnom tačkom.

Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гринчу
		0.	2443	h m s
1	Су	0007	145	6 42 07
2	Не	0027	146	6 46 04
3	По	0055	147	6 50 00
4	Ут	0082	148	6 53 57
5	Ср	0110	149	6 57 53
6	Че	0137	150	7 01 50
7	Пе	0164	151	7 05 46
8	Су	0192	152	7 09 43
9	Не	0219	153	7 13 40
10	По	0246	154	7 17 36
11	Ут	0274	155	7 21 33
12	Ср	0301	156	7 25 29
13	Че	0328	157	7 29 26
14	Пе	0356	158	7 33 22
15	Су	0383	159	7 37 19
16	Не	0411	160	7 41 15
17	По	0438	161	7 45 12
18	Ут	0465	162	7 49 09
19	Ср	0493	163	7 53 05
20	Че	0520	164	7 57 02
21	Пе	0548	165	8 00 58
22	Су	0575	166	8 04 55
23	Не	0602	167	8 08 51
24	По	0630	168	8 12 48
25	Ут	0658	169	8 16 44
26	Ср	0684	170	8 20 41
27	Че	0712	171	8 24 38
28	Пе	0739	172	8 28 34
29	Су	0768	173	8 32 31
30	Не	0794	174	8 36 27
31	По	0821	175	8 40 24

Јупитерови сателити



Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
Меркур									
1	19 34	—20 27	72.5	+2.9	0.726	0.308	12 27	4.6	2.0
11	18 43	—19 42	133.0	+7.0	0.691	0.332	10 57	4.8	2.5
21	18 34	—20 50	179.9	+5.2	0.853	0.388	10 11	3.9	0.4
Венера									
1	21 55	—14 21	42.2	—1.9	0.861	0.723	14 52	9.8	—4.1
11	22 37	— 9 48	57.2	—1.0	0.788	0.722	14 57	10.7	—4.1
21	23 15	— 4 56	74.4	—0.1	0.715	0.721	14 53	11.8	—4.1
Марс									
1	18 00	—24 04	263.5	—1.0	2.425	1.470	10 56	1.9	1.6
11	18 33	—23 56	268.6	—1.2	2.397	1.455	10 50	2.0	1.5
21	19 06	—23 23	274.3	—1.3	2.368	1.445	10 43	2.0	1.5
Јупитер									
1	3 18	17 12	50.1	—0.8	4.325	5.023	20 11	21.3	—2.2
11	3 16	17 10	60.9	—0.8	4.454	5.055	19 30	20,6	—2.2
21	3 16	17 13	61.8	—0.8	4.600	5.008	18 51	20.0	—2.1
Сатурн									
1	9 14	16 56	132.3	+0.8	8.311	9.130	2 11	9.0	0.3
11	9 12	17 09	132.6	+0.8	8.228	9.132	1 29	9.1	0.2
21	9 09	17 23	133.0	+0.8	8.175	9.134	0 47	9,1	0.1
Уран									
1	14 34	—14 40	218.3	+0.5	19.033	18.554	7 30	1.8	5.9
11	14 36	—14 47	218.4	+0.5	18.878	18.556	6 52	1.8	5.9
21	14 37	—14 37	218.5	+0.5	18.714	18.557	6 14	1.8	5.9
Нептун									
1	16 54	—21 07	253.8	+1.5	31.173	30.291	9 49	1.2	7.8
11	16 56	—21 09	253.9	+1.5	31.084	30.291	9 11	1.2	7.8
21	16 57	—21 10	254,0	+1.5	30.971	30.291	8 33	1.2	7.8

Појаве

d	h				
1	2.1	♃ ☌ ☾	♃	0°.8	N
3	—	☉ P			
6	8.2	☿ ☌ ♂, ☉			
8	0.1	♑ ☌ ☾	♑	6°	N
12	12.2	☿ ☌ ♂	☿	4°	N
14	3.6	☉ ☌ ☾	☉	0°.7	S
15	19.6	♃ Z			
16	12.1	♆ ☌ ☾	♆	2°	S
17	7.0	☿ Z			
18	1.0	☿ ☌ ☾	☿	2°	S
18	11.9	♂ ☌ ☾	♂	6°	S
19	14.2	млад Месец			
20	4.2	лонг. ☉ 300°, у л. у зн. ♒			
23	11.4	♀ ☌ ☾	♀	3°	S
24	12.5	♀ MxE		47°	E
28	9.6	♃ ☌ ☾	♃	1°	N
29	0 3	☿ MxE		25°	W

Месец

	d	h	m
○	5	12	11
◑	12	19	56
●	19	14	12
◐	27	05	12
P	16	10	
A	28	06	

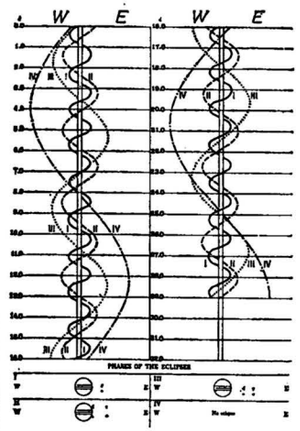
Старост у данима у 0^h св. вр.

1. 10 9
15. 24.9
30. 10.4

Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2443	h m s
1	Ут	0849	176	8 44 20
2	Ср	0876	177	8 48 17
3	Че	0904	178	8 52 13
4	Пе	0931	179	8 56 10
5	Су	0958	180	9 00 07
6	Не	0986	181	9 04 03
7	По	1013	182	9 08 00
8	Ут	1040	183	9 11 56
9	Ср	1068	184	9 15 53
10	Че	1095	185	9 19 49
11	Пе	1123	186	9 23 46
12	Су	1150	187	9 27 42
13	Не	1177	188	9 31 39
14	По	1205	189	9 35 36
15	Ут	1232	190	9 39 32
16	Ср	1259	191	9 43 29
17	Че	1287	192	9 47 25
18	Пе	1314	193	9 51 22
19	Су	1342	194	9 55 18
20	Не	1369	195	9 59 15
21	По	1396	196	10 03 11
22	Ут	1424	197	10 07 08
23	Ср	1451	198	10 11 05
24	Че	1478	199	10 15 01
25	Пе	1506	200	10 18 58
26	Су	1544	201	10 22 54
27	Не	1561	202	10 26 51
28	По	1588	203	10 30 48

Јупитерови сателити



Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
Меркур	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
1	19 15	—21 49	218.0	+1.2	1.051	0.441	10 10	3.2	0.1
11	20 10	—21 01	246.8	—2.3	1.192	0.465	10 26	2 8	—0.1
21	21 11	—18 08	274.0	—5.1	1.294	0.461	10 58	2.6	—0.1
Венера									
1	23 54	0 29	92.1	+0.9	0.633	0.720	14 48	13.3	—4.2
11	0 25	5 14	108.3	+1.8	0.559	0.719	14 40	15.0	—4.3
21	0 52	9 35	124.5	+2.5	0.487	0.718	14 26	17.3	—4.3
Марс									
1	19 42	—22 17	280.8	—1.4	2.333	1.433	10 36	2.0	1.5
11	20 14	—20 51	286.8	—1.6	2.300	1.423	10 29	2.1	1.5
21	20 46	—19 02	292.8	—1.7	2.266	1.414	10 22	2.1	1.5
Јупитер									
1	3 18	17 22	62.8	—0.8	4.772	5.031	18 10	19.3	—2.0
11	3 21	17 35	63.7	—0.8	4.933	5.034	17 33	18.6	—2.0
21	3 24	17 53	64.6	—0.8	5.094	5.036	16 58	18.0	—1.9
Сатурн									
1	9 05	17 40	133.4	+0.8	8.151	9.136	0 00	9.2	0.0
11	9 02	17 55	133.7	+0.9	8.162	9.138	23 13	9.1	0.1
21	8 59	18 08	134.1	+0.9	8.207	9.140	22 31	9.1	0.1
Уран									
1	14 38	—14 55	218.6	+0.4	18.527	18.559	5 31	1.8	5.8
11	14 38	—14 56	218 9	+0.4	18.357	18.561	4 52	1.9	5.8
21	14 38	—14 56	218.9	+0.4	18.193	18.562	4 13	1.9	5.8
Нептун									
1	16 58	—21 12	254.0	+1.5	30.824	30.291	7 51	1.2	7.8
11	16 59	—21 13	254.1	+1.5	30.673	30.291	7 13	1.2	7.8
21	17 00	—21 14	254.1	+1.5	30.510	30.290	6 34	1.2	7.8

Појаве

d	h					
2	9.7	♆	☌	☉		
4	3.6	♆	☌	☾	♆	6° N
10	9.6	♁	☌	☾	♁	1° S
12	18.9	☿	☌	♂	☿	0°1 S
12	19.7	♆	☌	☾	♆	2° S
14	22.0	♁		Z		
16	11.9	♂	☌	☾	♂	6° S
16	17.2	♀	☌	☾	☿	7° S
18	3 6	млад Месец				
18	18.4	лонг. ☉ 330°, ул. у зн. ♓				
21	17.1	♀	☌	☾	♀	3° N
24	22.4	♃	☌	☾	♃	2° N

Месец

	d	h	m
○	4	03	57
◑	11	04	08
●	18	03	38
◐	26	02	51
P	11	04	
A	25	03	

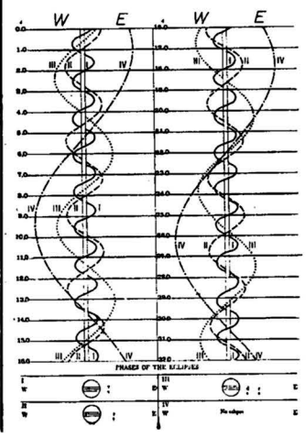
Старост у данима у 0h св. вр.

1. 12.4
15. 26 4
30. 9.8

Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2434	h m s
1	Ут	1615	204	10 34 44
2	Ср	1643	205	10 38 41
3	Че	1670	206	10 42 38
4	Пе	1698	207	10 46 34
5	Су	1725	208	10 50 31
6	Не	1752	209	10 54 27
7	По	1780	210	10 58 24
8	Ут	1807	211	11 02 21
9	Ср	1835	212	11 06 17
10	Че	1862	213	11 10 14
11	Пе	1889	214	11 14 10
12	Су	1917	215	11 18 07
13	Не	1944	216	11 22 03
14	По	1971	217	11 26 00
15	Ут	1999	218	11 29 56
16	Ср	2026	219	11 44 53
17	Че	2053	220	11 37 49
18	Пе	2081	221	11 41 46
19	Су	2108	222	11 45 42
20	Не	2136	223	11 49 39
21	По	2163	224	11 53 35
22	Ут	2190	225	11 57 32
23	Ср	2218	226	12 01 29
24	Че	2245	227	12 05 25
25	Пе	2272	228	12 09 22
26	Су	2300	229	12 13 18
27	Не	2327	230	12 17 15
28	По	2355	231	12 21 11
29	Ут	2382	232	12 25 08
30	Ср	2409	233	12 29 04
31	Че	2437	234	12 33 01

Јупитерови сателити



Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
Меркур	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
1	22 03	—14 16	298.0	—6.6	1.347	0.439	11 08	2.5	—0.4
11	20 10	— 7 29	333.1	—6.8	1.369	0.390	11 36	2.4	—1.1
21	20 20	+ 1 12	19.4	—3.4	1.316	0.334	12 07	2.5	—1.5
Венера									
1	1 08	12 33	137.5	+3.0	0.432	0.718	14 11	19.4	—4.4
11	1 19	15 19	153.8	+3.3	0.370	0.718	13 42	22.8	—4.3
21	1 17	16 26	170.0	+3.4	0.319	0.720	13 00	27.6	—4.2
Марс									
1	21 12	—17 20	297.7	—1.7	2.239	1.407	10 16	2.1	1.5
11	21 43	—14 57	303.8	—1.8	2.204	1.399	10 07	2.1	1.4
21	22 13	—12 19	310.0	—1.8	2.170	1.393	9 58	2.2	1.4
Јупитер									
1	3 29	18 10	65.3	—0.7	5.220	5.039	16 31	17.6	—1.8
11	3 35	18 33	66.8	—0.7	5.372	5.042	15 57	17 1	—1.8
21	3 41	18 57	67.0	—0.7	5.514	5 045	15 25	16.7	—1.6
Сатурн									
I	8 57	—18 18	134.4	+0.9	8 262	9.142	21 57	9.0	0.2
11	8 54	—18 28	134.8	+0.9	8 356	9.144	21 15	8.9	0.2
21	8 52	—18 36	135.1	+0.9	8.473	9.146	20 34	8.8	0.3
Уран									
1	14 38	—14 55	219.0	+0.4	18.068	18.562	3 41	1.9	5.8
11	14 37	—14 51	219.1	+0.4	17.926	18.564	3 01	1.9	5.8
21	14 36	—14 47	219.3	+0.4	17.802	18.566	2 21	1.9	5.7
Нептун									
1	17 00	—21 14	254.2	+1.5	30.374	30.291	6 03	1.2	7.8
11	17 00	—21 13	254.3	+1.5	30.202	30.290	5 24	1.2	7.8
21	17 00	—21 13	254.3	+1.5	30.031	30.290	4 45	1.2	7.7

Појаве

d	h					
1	1.9	♀	MxS			
3	9.1	♆	☌	☾	♆	6° N
9	15.2	♁	☌	☾	♁	1° S
12	1.5	♆	☌	☾	♆	3° S
14	19.2	♀		Z		
16	5.4	☿	☌	g	☉,	
17	12.2	♂	☌	☾	♂	6° S
18	11.0	♆		Z		
19	18.6	млад Месец				
20	5.3	♀	☌	☾	☿	3° S
20	17.7	лонг, ☉ 0°, ул. у зн. ♈				
		почетак пролећа				
21	13.1	♀	☌	☾	♀	8° N
24	14.7	♃	☌	☾	♃	2° N
27	19.3	☿	☌	♀	☿	8° S
30	16.6	♆	☌	☾	♆	6° N

Месец

	d	h	m
○	5	17	11
◑	12	11	35
●	19	18	33
◐	27	22	27
P	8	23	
A	24	22	

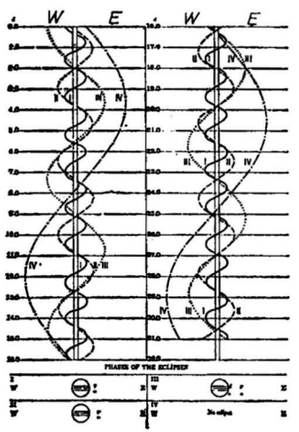
Старост у данима у 0h св. вр.

1. 10.8
15. 24.8
30. 10.2

Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2443	h m s
1	Пе	2464	235	12 36 58
2	Су	2491	236	12 40 54
3	Не	2519	237	12 44 51
4	По	2546	238	12 48 47
5	Ут	2574	239	12 52 44
6	Ср	2601	240	12 56 40
7	Че	2628	241	13 00 37
8	Пе	2656	242	13 04 33
9	Су	2683	243	13 08 30
10	Не	2711	244	13 12 26
11	По	2738	245	13 16 23
12	Ут	2765	246	13 20 20
13	Ср	2793	247	13 24 16
14	Че	2820	248	13 28 13
15	Пе	2847	249	13 32 09
16	Су	2875	250	13 36 06
17	Не	2902	251	13 40 02
18	По	2930	252	13 43 59
19	Ут	2957	253	13 47 55
20	Ср	2984	254	13 51 52
21	Че	3012	255	13 55 48
22	Пе	3039	256	13 59 45
23	Су	3066	257	14 03 42
24	Не	3094	258	14 07 38
25	По	3121	259	14 11 35
26	Ут	3149	260	14 15 31
27	Ср	3176	261	14 19 28
28	Че	3203	262	14 13 24
29	Пе	3231	363	14 27 21
30	Су	3258	264	14 31 18

Јупитерови сателити



Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	Меркур								
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
1	1 36	11 17	85.3	+4.3	1.123	0.308	12 40	3.0	—0.8
11	2 28	17 30	143.8	+7.0	0.868	0.343	12 50	3.8	0.2
21	2 45	18 49	187.8	+4.5	0.658	0.399	12 26	5.1	2.6
	Венера								
1	1 00	15 01	187.8	+3.1	0.287	0.721	11 59	29.3	—3.9
11	0 39	11 34	204.0	+2.7	0.287	0.722	10 59	29.3	—3.8
21	0 26	7 51	220.0	+2.0	0.315	0.723	10 07	26.7	—4.1
	Марс								
1	22 45	— 9 12	316.9	—1.8	2.132	1.388	9 47	2.2	1.4
11	23 14	— 6 13	323.2	—1.8	2.099	1.384	9 37	2.2	1.4
21	23 43	— 3 10	329.5	—1.8	2.064	1.382	9 25	2.3	1.3
	Јупитер								
1	3 50	19 26	68.0	—0.7	5.657	5.048	14 50	16.2	—1.7
11	3 58	19 52	68.9	—0.7	5.771	5.051	14 19	15.9	—1.6
21	4 07	20 18	69.0	—0.7	5.869	5.054	14 09	15.7	—1.6
	Сатурн								
1	8 51	18 41	135.6	+0.9	8.624	9.149	19 50	8.6	0.3
11	8 51	18 42	135.9	+0.9	8.776	9.151	19 06	8.5	0.4
21	8 51	18 41	135.9	+1.0	8.938	9.153	18 31	8.3	0.5
	Уран								
1	14 35	—14 40	219.4	+0.4	17.692	18.567	1 36	1.9	5.7
11	14 33	—14 33	219.5	+0.4	17.621	18.568	0 56	2.0	5.7
21	14 32	—14 26	219.6	+0.4	17.578	18.570	0 15	2.0	5.7
	Нептун								
1	17 00	—21 13	254.4	+1.5	29.853	30.290	4 02	1.2	7.7
11	17 00	—21 12	254.4	+1.5	29.704	30.290	3 22	1.2	7.7
12	16 59	—21 10	254.5	+1.5	29.572	30 290	2 42	1.2	7.7

Појаве

d	h			
4	4.8	дел. пом.		
5	22.5	☊ ☌ ☾	☊	1° S
6	6.5	☿ ☌ d ☉, доња		
8	8.0	Ψ ☌ ☾	Ψ	3° S
10	16.4	☿ МхЕ		19° E
11	6.5	♇ Z		
15	12.1	♂ ☌ ☾	♂	4° S
16	19.8	♀ ☌ ☾	♀	5° N
18	10.3	прстен. помрач. ☉		
18	10.6	млад Месец		
19	16.3	☿ ☌ ☾	☿	5° N
20	4.9	лонг. ☉ 30°, ул. у зн. ♉		
20	9.5	☿ Z		
21	8.9	♃ ☌ · ☾	♃	3° N
24	21.3	♀ Z		
27	1.4	♇ ☌ ☾	♇	6° N
30	5.8	☊ ☍ ☉		
20	16.8	☿ ☌ d ☉,		

Месец

	d	h	m
○	4	04	10
◑	10	19	15
●	18	10	36
◐	26	14	43
P	5	21	
A	21	12	

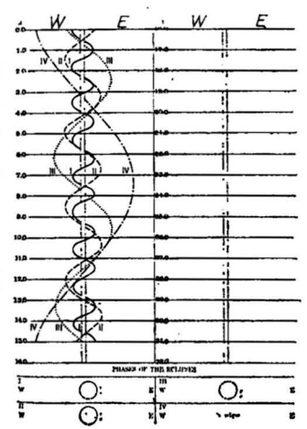
Старост у данима у 0h св. вр.

1. 12.2
15. 26.2
30. 11.2

Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2443	h m s
1	Не	3285	265	14 35 14
2	По	3313	266	14 39 10
3	Ут	3340	267	14 43 07
4	Ср	3368	268	14 47 03
5	Че	3395	269	14 51 00
6	Пе	3422	270	14 54 57
7	Су	3450	271	14 58 53
8	Не	3477	272	15 02 50
9	По	3505	273	15 06 46
10	Ут	3532	274	15 10 43
11	Ср	3559	275	15 14 39
12	Че	3587	276	15 18 36
13	Пе	3614	277	15 22 32
14	Су	3641	278	15 26 29
15	Не	3669	279	15 30 26
16	По	3696	280	15 34 22
17	Ут	3724	281	15 38 19
18	Ср	3751	282	15 42 15
19	Че	3778	283	15 46 12
20	Пе	3806	284	15 50 08
21	Су	3833	285	15 54 05
22	Не	3860	286	15 58 01
23	По	3888	287	16 01 58
23	Ут	3915	288	16 05 55
25	Ср	3943	289	16 09 51
26	Че	3970	290	16 13 48
27	Пе	3997	291	16 17 44
28	Су	4025	292	16 21 41
29	Не	4052	293	16 25 37
30	По	4079	294	16 29 34
31	Ут	4107	295	16 33 30

Јупитерови сателити



Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	Меркур								
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
1	2 30	15 27	221.1	+0.8	0.563	0.445	11 30	5.9	6.2
11	2 14	11 17	249.6	—2.6	0.592	0.466	10 36	5.6	2.9
21	2 22	10 28	277.4	—5.3	0.708	0.459	10 06	4.7	1.4
	Венера								
1	0 28	5 32	236.0	+1.2	0.365	0.724	9 30	23.0	—4.2
11	0 42	4 59	251.9	+0.2	0.430	0.726	9 05	19.6	—4.3
21	1 05	5 52	267.4	—0.7	0.503	0.727	8 49	16.7	—4.2
	Марс								
1	0 11	— 0 05	336.0	—1.8	2.029	1.382	9 15	2.3	1.3
11	0 40	+ 2 58	342.3	—1.7	1.995	1.382	9 03	2.4	1.3
21	1 08	5 58	342.6	—1.6	1.961	1.385	8 52	2.4	1.3
	Јупитер								
1	4 16	20 44	70.6	—0.6	5.950	5.057	13 18	15.4	—1.5
11	4 25	21 07	71.5	—0.6	6.012	5.060	12 38	15.3	—1.5
21	4 35	21 29	72.4	—0.6	6.054	5.063	12 18	15.2	—1.5
	Сатурн								
1	8 52	18 37	136.6	+1.0	9.104	9.155	17 53	8.2	0.5
11	8 54	18 29	137.0	+1.0	9.269	9.158	17 15	8.0	0.6
21	8 56	18 19	137.3	+1.0	9.431	9.160	16 39	7.9	0.6
	Уран								
1	14 30	—14 18	219.8	+0.4	17.564	18.571	23 30	2.0	5.7
11	14 28	—14 10	219.9	+0.4	17.580	18.573	22 49	2.0	5.7
21	14 27	—14 02	220.0	+0.4	17.625	18.574	22 08	1.9	5.7
	Нептун								
1	16. 58	—21 09	254.6	+1.5	29.460	30.290	2 02	1.2	7.7
11	16 57	—21 07	254.2	+1.5	29.373	30.299	1 22	1.2	7.7
21	16 56	—21 06	254.3	+1.5	29.312	30.280	0 41	1.2	7.7

Појаве

d	h			
3	7.2	☊ ☌ ☾	☊	1° S
5	16.3	Ψ ☌ ☾	Ψ	3° S
11	23.1	☿ МхS		
12	23.8	☿ Z		
13	18.2	☿ ☌ ♂	☿	1° N
14	11.5	☿ ☌ ☾	☿	1° S
14	11.7	♂ ☌ ☾	♂	2° S
16	7.4	☿ ☌ ☾	☿	2° S
18	2.9	млад Месец		
21	4.2	лонг. ☉ 60°, ул. у зн. ♊		
24	10.9	♇ ☌ ☾	♇	6° N
27	23.4	☿ МхЕ		25° W
30	16.2	☊ ☌ ☾	☊	1° S

Месец

	d	h	m
○	3	13	04
◑	10	04	09
●	18	02	52
◐	26	03	21
P	4	05	
A	18	18	

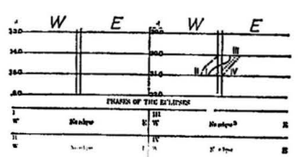
Старост у данима у 0h св. вр.

1. 12.6
15. 26,6
30. 11,9

Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2443	h m s
1	Ср	4134	296	16 37 27
2	Че	4162	297	16 41 24
3	Пе	4189	298	16 45 20
4	Су	4216	299	16 49 17
5	Не	4244	300	16 53 13
6	По	4271	301	16 57 10
7	Ут	4299	302	17 01 06
8	Ср	4326	303	17 05 03
9	Че	4353	304	17 08 59
10	Пе	4381	305	17 12 56
11	Су	4408	306	17 16 53
12	Не	4435	307	17 20 49
13	По	4463	308	17 24 46
14	Ут	4490	309	17 28 42
15	Ср	4518	310	17 32 39
16	Че	4545	311	17 36 35
17	Пе	4572	312	14 40 32
18	Су	4600	313	17 44 28
19	Не	4627	314	17 48 25
20	По	4654	315	17 52 22
21	Ут	4682	316	17 56 18
22	Ср	4709	317	18 00 15
23	Че	4737	318	18 04 11
24	Пе	4764	319	18 08 08
25	Су	4791	320	18 12 04
26	Не	4819	321	18 16 01
27	По	4846	322	18 19 57
28	Ут	4874	323	18 23 54
29	Ср	4901	324	18 29 51
30	Че	4928	325	18 31 47

Јупитерови сателити



Маса Сунца 1.99×10^{33} g
Маса Земља 5.978×10^{27} g
Маса Месеца 6.35×10^{25} g
Пречник Сунца 1392000 km
Средњи радијус Земље 6381032 m
Пречник Месеца 3464,4 km
Средња брзина кретања Земље по орбити 29.765 km/s
Средња брзина кретања Месеца по орбити 1.023 km/s

Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
Меркур									
1	2 58	13 31	311.2	—7.0	0.890	0.421	10 00	3.8	0.5
11	3 54	18 13	350.1	—5.9	1.081	0.367	10 17	3.1	—0.2
21	5 11	22 47	42.1	—0.7	1.253	0.317	10 56	2.7	—1.1
Венера									
1	1 38	7 59	285.2	—1.6	0.588	0.728	8 49	14.3	—4.1
11	2 12	10 30	301.0	—2.4	0.668	0.728	8 34	12.6	—4.1
21	2 49	13 16	316.8	—3.0	0.749	0.728	8 33	11.2	—4.0
Марс									
1	1 39	9 06	355.6	—1.5	1.922	1.388	8 40	2.4	1.3
11	2 07	11 46	1.8	—1.4	1.885	1.394	8 29	2.5	1.3
21	2 35	14 14	8.0	—1.2	1.848	1.400	8 18	2.5	1.3
Јупитер									
1	4 46	21 25	73.4	—0.6	6.079	5.066	11 46	15.1	—1.5
11	4 56	22 09	74.3	—0.6	6.080	5.069	11 27	15.1	—1.5
21	5 06	22 23	75.1	—0.5	6.062	5.072	10 47	15.2	—1.5
Сатурн									
1	9 00	18 05	137.7	+1.0	9.598	9.162	15 57	7.8	0.6
11	9 03	17 50	138.1	+1.0	9.738	9.164	15 26	7.7	0.6
21	9 07	17 34	138.5	+1.0	9.864	9.167	14 48	7.6	0.6
Уран									
1	14 25	—13 55	220.2	+0.4	17.707	18.576	21 43	1.9	5.7
11	14 24	—13 49	220.3	+0.4	17.808	18.578	20 43	1.9	5.7
21	14 23	—13 45	220.4	+0.4	17.930	18.579	20 02	1.9	5.8
Нептун									
1	16 55	—21 04	254.7	+1.5	29.279	30.289	23 57	1.2	7.7
11	16 54	—21 02	254.8	+1.5	29.279	30.289	23 12	1.2	7.7
21	16 53	—21 00	254.9	+1.5	29.307	30.289	22 32	1.2	7.7

Појаве

d	h			
2	1.8	☿ ☌ ☾	☿	3° S
3	13.2	♀ ☌ ♂	♀	1° S
4	9.6	♃ ☌ ☉		
5	13.9	☿ ☍ ☉		
12	11.4	♂ ☌ ☾	♂	0°1 N
12	14.6	♀ ☌ ☾	♀	2° S
15	5.3	☿ ☌ ☾	☿	2° N
15	7.2	♀ МхЕ		46° W
16	18.4	млад Месец		
20	7.3	☿ ☌ ♃	☿	0°1 N
20	21.3	♄ ☌ ☾	♄	6° N
21	12.2	лонг. ☉	90°, ул. у зн. ♋ почетак лета	
27	0.3	♇ ☌ ☾	♇	1° S
29	11.2	☿ ☌ ☾	☿	3° S
30	0.4	☿ ☌ ☉		

Месец

	d	h	m
○	1	20	32
◑	8	15	08
●	16	18	24
◐	24	12	45
P	1	15	
A	14	21	
P	30	00	

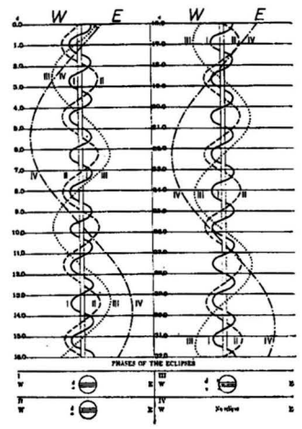
Старост у данима у 0h св. вр.

1. 13.9
15. 27.9
30. 14.2

Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2443	h m s
1	Пе	4956	326	18 35 44
2	Су	4983	327	18 39 40
3	Не	5010	328	18 43 37
4	По	5038	329	18 47 33
5	Ут	5065	330	18 51 30
6	Ср	5093	331	18 55 26
7	Че	5120	332	18 59 23
8	Пе	5147	333	19 03 20
9	Су	5175	334	19 07 16
10	Не	5202	335	19 11 13
11	По	5229	336	19 15 09
12	Ут	5257	337	19 19 06
13	Ср	5284	338	19 23 02
14	Че	5312	339	19 26 59
15	Пе	5339	340	19 30 55
16	Су	5366	341	19 34 52
17	Не	5394	342	19 38 49
18	По	5421	343	19 42 45
19	Ут	5448	344	19 46 42
20	Ср	5476	345	19 50 38
21	Че	5503	346	19 54 35
22	Пе	5531	347	19 58 31
23	Су	5558	348	20 02 28
24	Не	5585	349	20 06 24
25	По	5613	350	20 10 21
26	Ут	5640	351	20 14 18
27	Ср	5667	352	20 18 14
28	Че	5695	353	20 22 21
29	Пе	5722	354	20 26 07
30	Су	5750	355	20 30 04
31	Не	5777	356	20 34 00

Јупитерови сателити



Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
Меркур									
1	6 45	24 25	104.2	+5.8	1.328	0.313	11 51	2.5	—1.9
11	8 14	21 45	158.6	+6.6	1.276	0.360	12 41	2.6	—0.7
21	9 26	16 22	198.7	+3.4	1.159	0.415	13 12	2.9	—0.1
Венера									
1	3 30	15 59	332.6	—3.3	0.828	0.728	8 33	10.2	—3.9
11	4 13	18 24	348.5	—3.4	0.907	0.727	8 37	9.3	—3.9
21	4 59	20 17	4.4	—3.2	0.983	0.726	8 43	8.6	—3.8
Марс									
1	3 04	16 27	14.2	—1.2	1.808	1.408	8 07	2.6	1.2
11	3 33	18 24	20.2	—0.9	1.767	1.416	7 56	2.6	1.2
21	4 02	20 02	26.2	—0.7	1.723	1.426	7 45	2.7	1.2
Јупитер									
1	5 16	22 36	76.0	—0.5	6.024	5.076	10 18	15.3	—1.5
11	5 25	22 45	76.8	—0.5	5.968	5.079	9 48	15.4	—1.5
21	5 35	22 53	77.7	—0.5	5.893	5.082	9 18	15.6	—1.5
Сатурн									
1	9 11	17 15	138.8	+1.1	9.971	9.169	14 13	7.5	0.7
11	9 16	16 54	139.1	+1.1	10.059	9.171	13 37	7.4	0.7
21	9 21	16 33	139.6	+1.1	10.126	9.173	13 03	7.4	0.7
Уран									
1	14 22	—13 42	220.5	+0.4	18.080	18.581	19 22	1.9	5.8
11	14 22	—13 40	220.7	+0.4	18.224	18.582	18 43	1.9	5.8
21	14 22	—13 40	220.8	+0.4	18.388	18.583	18 03	1.9	5.8
Нептун									
1	16 52	—20 59	254.9	+1.5	29.365	30.289	21 51	1.2	7.7
11	16 51	—20 57	255.0	+1.5	29.448	30.289	21 11	1.2	7.7
21	16 50	—20 56	255.0	+1.5	29.555	30.289	20 39	1.2	7.7

Појаве

d	h			
5	—	☉ A		
11	11.3	♂ ☌ ☾	♂	2° N
12	8.5	♀ ☌ ☾	♀	1° N
13	18.5	♃ ☌ ☾	♃	4° N
16	8.6	млад Месец		
16	13.7	♇ Z		
18	3.2	☿ ☌ ☾	☿	6° N
18	9.0	♄ ☌ ☾	♄	6° N
20	1.1	☿ ☌ ♃	☿	0°4 N
22	23.0	лонг. ☉	120°, ул. у зн. ♌	
24	6.7	♇ ☌ ☾	♇	1° S
26	19.0	♆ ☌ ☾	♆	3° S
30	6,4	♀ ☌ ♃	♀	2° S

Месец

	d	h	m
○	1	03	25
◑	8	04	39
●	18	08	37
◐	23	19	39
P	28	02	
A	12	08	

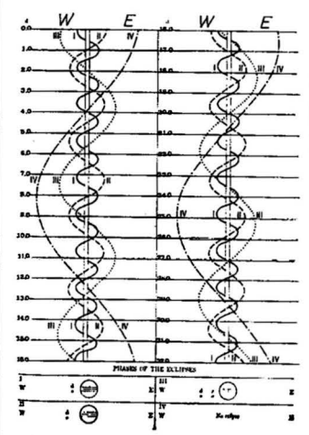
Старост у данима у 0h св. вр.

1. 14.2
15. 28.2
30. 13.2

Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2443	h m s
1	По	5804	357	20 37 57
2	Ут	5832	358	20 41 53
3	Ср	5859	359	20 45 50
4	Че	5887	360	20 49 47
5	Пе	5914	361	20 53 43
6	Су	5941	362	20 57 40
7	Не	5969	363	21 01 36
8	По	5996	364	21 05 33
9	Ут	6023	365	21 09 29
10	Ср	6051	366	21 13 26
11	Че	6078	367	21 17 22
12	Пе	6106	368	21 21 19
13	Су	6133	369	21 25 16
14	Не	6160	370	21 29 12
15	По	6188	371	21 33 09
16	Ут	6215	372	21 37 05
17	Ср	6242	373	21 41 02
18	Че	6270	374	21 44 58
19	Пе	6297	375	21 48 55
20	Су	6325	376	21 52 51
21	Не	6352	377	21 56 48
22	По	6379	378	20 00 45
23	Ут	6407	379	22 04 41
24	Ср	6434	380	22 08 38
25	Че	6461	381	22 12 34
26	Пе	6489	382	22 16 31
27	Су	6516	383	22 20 27
28	Не	6544	384	22 24 24
29	По	6571	385	22 28 20
30	Ут	6598	386	22 32 17
31	Ср	6626	387	22 36 14

Јупитерови сателити



Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
Меркур									
1	10 26	9 31	233.0	—0.6	1.005	0.456	13 27	3.3	0.4
11	11 03	3 51	260.7	—3.8	0.859	0.466	13 24	3.9	0.7
21	11 20	0 12	289.1	—6.1	0.721	0.449	13 00	4.6	1.3
Венера									
1	5 51	21 32	20.9	—2.7	1.072	0.725	8 53	7.9	—3.8
11	6 40	21 46	37.5	—2.1	1.135	0.723	9 03	7.4	—3.8
21	7 30	21 01	53.9	—1.2	1.203	0.722	9 13	7.0	—3.7
Марс									
1	4 33	21 29	32.7	—0.5	1.678	1.438	7 34	2.8	1.2
11	5 02	22 27	38.6	—0.4	1.624	1.450	7 23	2.9	1.1
21	5 30	23 06	44.2	—0.2	1.569	1.459	7 12	3.0	1.1
Јупитер									
1	5 44	22 58	78.3	—0.5	5.792	5.086	8 44	15.9	—1.6
11	5 53	23 01	79.5	—0.5	5.682	5.089	8 13	16.2	—1.6
21	6 00	23 02	80.4	—0.4	5.557	5.092	7 41	16.5	—1.7
Сатурн									
1	9 26	16 08	140.0	+1.1	10.173	9.176	12 26	7.3	0.6
11	9 31	15 44	140.3	+1.1	10.191	9.179	11 51	7.3	0.6
21	9 36	15 21	140.7	+1.1	10.185	9.181	11 17	7.3	0.7
Уран									
1	14 22	—13 43	220.9	+0.4	18.572	18.585	17 20	1.8	5.8
11	14 23	—13 46	221.0	+0.4	18.740	18.587	16 42	1.8	5.9
21	14 24	—13 52	221.2	+0.4	18.903	18.588	16 04	1.8	5.9
Нептун									
1	16 49	—20 56	255.1	+1.5	29.696	30.289	19 47	1.2	7.7
11	16 49	—20 56	255.2	+1.5	29.844	30.289	19 07	1.2	7.7
21	16 49	—20 56	255.2	+1.5	30.002	30.288	18 28	1.2	7.7

Појаве

d	h				
8	19.7	☿	MxE	27°	E
9	11.1	♂	☌ ☾	♂ 4°	N
10	13.4	♃	☌ ☾	♃ 4°	N
11	13,6	♀	☌ ☾	♀ 4°	N
13	6.4	♄	☌ ☉		
14	21.5	млад Месец			
16	23.2	☿	☌ ☾	☿ 1°	S
20	12.8	☌	☌ ☾	☊ 2°	S
21	22.9	☿	Z		
23	1.1	Ψ	☌ ☾	Ψ 3°	S
23	5.9	лонг. ☉ 150°, ул. у зн. ♏			
25	17.4	Ψ	Z		

Месец

	d	h	m
◑	6	20	41
●	14	21	32
◐	22	01	05
○	28	20	11
P	24	09	
A	12	58	

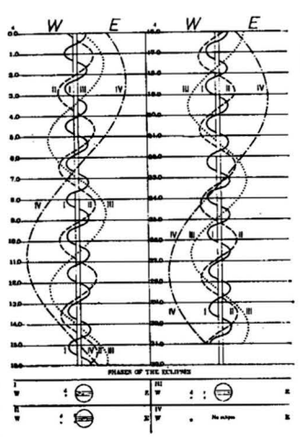
Старост у данима у 0^h св. вр.

1, 15.6
15. 0.1
30. 15.1

Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2443	h m s
1	Че	6653	388	22 40 10
2	Пе	6680	389	22 44 07
3	Су	6708	390	22 48 03
4	Не	6735	391	22 52 00
5	По	6763	392	22 55 56
6	Ут	6790	393	22 59 53
7	Ср	6817	394	23 03 49
8	Че	6845	395	23 07 47
9	Пе	6872	396	23 11 43
10	Су	6900	397	23 15 39
11	Не	6927	398	23 19 36
12	По	6954	399	23 23 32
13	Ут	6982	400	23 27 29
14	Ср	7009	401	23 31 25
15	Че	7036	402	23 35 22
16	Пе	7064	403	23 39 18
17	Су	7091	404	23 43 15
18	Не	7119	405	23 47 12
19	По	7146	406	23 51 08
20	Ут	7173	407	23 55 05
21	Ср	7201	408	23 59 01
22	Че	7228	409	0 02 58
23	Пе	7255	410	0 06 54
24	Су	7283	411	0 10 51
25	Не	7310	412	0 14 47
26	По	7338	413	0 18 44
27	Ут	7365	414	0 22 41
28	Ср	7392	415	0 26 37
29	Че	7420	416	0 30 34
30	Пе	7447	417	0 34 30

Јупитерови сателити



Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
Меркур									
1	11 04	1 14	325.6	—6.9	0.629	0.401	11 59	5.3	3.7
11	10 35	6 35	9.3	—4.4	0.698	0.344	11 52	4.9	2.8
21	10 47	8 29	66.5	+2.2	0.938	0.308	11 48	3.6	—0.1
Венера									
1	8 25	19 06	71.6	—0.3	1.272	0.721	9 24	6.6	—3.7
11	9 14	16 24	87.8	+0.7	1.332	0.720	9 34	6.3	—3.7
21	10 02	12 55	103.9	+1.6	1.387	0.719	9 42	6.1	—3.7
Марс									
1	6 00	23 28	50.5	0.0	1.508	1.474	6 58	3.1	1.0
11	6 26	23 31	56.0	+0.2	1.487	1.587	6 46	3.2	1.0
21	6 52	23 19	61.4	+0.4	1.383	1.500	6 31	3.4	0.9
Јупитер									
1	6 08	23 02	81.4	—0.4	5.412	5.096	7 06	17.0	—1.7
11	6 14	23 01	82.1	—0.4	5.268	5.099	6 32	17.4	—1.8
21	6 19	22 59	83.1	—0.4	5.117	5.103	5 58	18.0	—1.8
Сатурн									
1	9 42	14 54	141.1	+1.2	10.151	9.183	10 39	7.3	0.7
11	9 47	14 31	141.4	+1.2	10.095	9.186	10 05	7.4	0.8
21	9 51	14 09	141.8	+1.2	10.017	9.188	9 30	7.4	0.8
Уран									
1	14 25	—13 59	221.3	+0.4	19.071	18.590	15 22	1.8	5.9
11	14 27	—14 08	221.4	+0.4	19.210	18.591	14 44	1.8	5.9
21	14 29	—14 17	221.6	+0.4	19.331	18.593	14 07	1.8	5.9
Нептун									
1	16 49	—20 56	255.3	+1.5	30.185	30.288	17 44	1.2	7.8
11	16 49	—20 57	255.3	+1.5	30.354	30.288	17 06	1.2	7.8
21	16 49	—20 59	255.4	+1.5	30.521	30.288	16 27	1.2	7.8

Појаве

d	h				
4	21.6	♂	☌ ♃	♂ 0°5	N
5	5.6	☿	☌ ☌ ☉,		
7	6.7	♃	☌ ☾	♃ 5°	N
7	9.2	♂	☌ ☾	♂ 5°	N
10	21.1	♀	☌ ☾	♀ 5°	N
11	13.0	♄	☌ ☾	♄ 5°	N
13	9.4	млад Месец			
13	19.1	☿	Z		
16	20.5	☊	☌ ☾	☊ 2°	S
18	12.8	♀	☌ ♄	♀ 0°4	S
19	6,7	Ψ	☌ ☾	Ψ 3°	S
21	8,2	☿	MxE	18°	W
23	3.5	лонг. ☉ 180°, ул. у зн. ♎ почетак јесени			
27	9.2	пом. ☾ полусен.			

Месец

	d	h	m
◑	5	14	34
●	13	09	24
◐	20	06	19
○	27	08	18
P	18	10	
A	5	18	

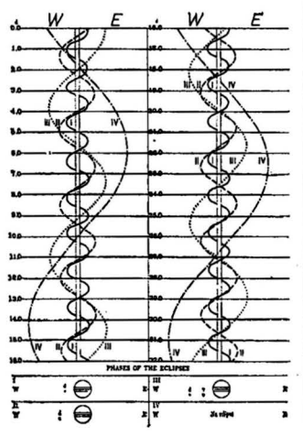
Старост у данима у 0^h св. вр.

1. 17.1
15. 1.6
30. 16.6

Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2443	h m s
1	Су	7474	418	0 38 27
2	Не	7502	419	0 42 23
3	По	7529	420	0 46 20
4	Ут	7557	421	0 50 16
5	Ср	7584	422	0 54 13
6	Че	7611	423	0 58 10
7	Пе	7639	424	1 02 06
8	Су	7666	425	1 06 03
9	Не	7694	426	1 09 59
10	По	7721	427	1 13 56
11	Ут	7748	428	1 17 52
12	Ср	7776	429	1 21 49
13	Че	7803	430	1 25 45
14	Пе	7830	431	1 29 42
15	Су	7858	432	1 33 39
16	Не	7885	433	1 37 35
17	По	7913	434	1 41 32
18	Ут	7940	435	1 45 28
19	Ср	7967	436	1 49 25
20	Че	7995	437	1 53 21
21	Пе	8022	438	1 57 18
22	Су	8049	439	2 01 14
23	Не	8077	440	2 05 11
24	По	8104	441	2 09 08
25	Ут	8132	442	2 13 04
26	Ср	8159	443	2 17 01
27	Че	8186	444	2 20 57
28	Пе	8214	445	2 24 54
29	Су	8241	446	2 28 50
30	Не	8268	447	2 32 47
31	По	8296	448	2 36 43

Јупитерови сателити



Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	Меркур								
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
1	11 41	+ 4 04	128.0	+6.9	1.119	0.328	10 43	2.8	—0.9
11	12 16	— 3 12	176.3	+5.5	1.361	0.383	11 07	2.5	—1.1
21	13 48	—10 31	212.1	+1.9	1.428	0.434	11 31	2.3	—1.1
	Венера								
1	10 49	+ 8 49	120.2	+2.3	1.438	0.718	9 40	5.8	—3.7
11	11 35	+ 4 17	136.4	+2.9	1.484	0.718	9 46	5.7	—3.7
21	12 20	— 0 31	152.6	+3.3	1.526	0.719	10 22	5.5	—3.7
	Марс								
1	7 16	22 56	66.7	+0.6	1.316	1.513	6 16	3.6	0.8
11	7 38	22 24	72.0	+0.7	1.246	1.526	5 59	3.8	0.7
21	8 00	21 47	77.1	+0.9	1.173	1.539	5 40	4.0	0.6
	Јупитер								
1	6 23	22 58	84.0	—0.4	4.964	5.106	5 23	18.5	—1.9
11	6 25	22 57	84.8	—0.3	4.812	5.110	4 46	19.1	—2.0
21	6 27	22 56	85.7	—0.3	4.666	5.113	4 08	19.7	—2.0
	Сатурн								
1	9 56	13 48	142.2	+1.2	9.917	9.190	8 55	7.5	0.8
11	10 00	13 28	142.5	+1.2	9.799	9.193	8 19	7.6	0.8
21	10 03	13 11	142.9	+1.2	9.664	9.195	7 44	7.7	0.8
	Уран								
1	14 31	—14 27	221.7	+0.4	19.432	18.594	13 29	1.8	5.9
11	14 33	—14 38	221 8	+0.4	19.510	18.596	12 52	1.8	5.9
21	14 36	—14 49	221.9	+0.4	19.563	18.597	12 15	1.8	6.0
	Нептун								
1	16 50	—21 00	255.5	+1.5	30.681	30.288	15 52	1.2	7.8
11	16 51	—21 03	255.5	+1.5	30.829	30.288	15 10	1.2	7.8
21	16 52	—21 05	255.6	+1.5	30.961	30.288	14 32	1.2	7.8

Појаве

d	h			
4	20.7	♃ ☌ ☾	♃	5° N
6	3.4	♂ ☌ ☾	♂	5° N
9	4.0	♄ ☌ ☾	♄	5° N
11	1.0	♀ ☌ ☾	♀	4° N
12	20.3	тот. пом. ☉		
12	20.5	млад Месец		
14	6.9	♇ ☌ ☾	♇	2° S
16	14.0	♆ ☌ ☾	♆	3° S
18	23.3	☿ ☌ g ☉,		
23	12.6	лонг. ☉ 210°, ул. у зн. ♏		
24	10.6	♄ Z		

Месец

	d	h	m
◑	5	09	21
●	12	20	32
◐	19	12	46
○	26	23	36
P	15	09	
A	3	14	
A	31	08	

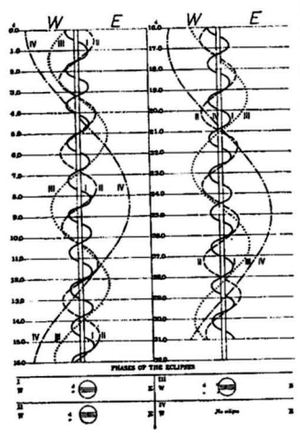
Старост у данима у 0^h св. вр,

1. 17.6
15. 2.1
30. 17.1

Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2443	h m s
1	Ут	8323	449	2 40 40
2	Ср	8351	450	2 44 37
3	Че	8378	451	2 48 33
4	Пе	8405	452	2 52 30
5	Су	8433	453	2 56 26
6	Не	8460	454	3 00 23
7	По	8488	455	3 04 19
8	Ут	8515	456	3 08 16
9	Ср	8542	457	3 12 12
10	Че	8570	458	3 16 09
11	Пе	8597	459	3 20 06
12	Су	8624	460	3 24 02
13	Не	8652	461	3 27 59
14	По	8679	462	3 31 55
15	Ут	8707	463	3 35 52
16	Ср	8734	464	3 39 48
17	Че	8761	465	3 43 45
18	Пе	8789	466	3 47 42
19	Су	8816	467	3 51 38
20	Не	8843	468	3 55 35
21	По	8871	469	3 59 31
22	Ут	8898	470	4 03 28
23	Ср	8926	471	4 07 24
24	Че	8933	472	4 11 21
25	Пе	8980	473	4 15 17
26	Су	9008	474	4 19 14
27	Не	9035	475	4 23 10
28	По	9063	476	4 27 07
29	Ут	9090	477	4 31 04
30	Ср	9117	478	4 35 00

Јупитерови сателити



Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	Меркур								
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
1	14 56	—17 24	224.3	—2.0	1.424	0.464	11 45	2.3	—0.5
11	15 58	—22 10	271.9	—4.9	1.363	0.463	12 18	2.5	—0.3
21	17 01	—25 05	301.6	—6.7	1.246	1.434	12 41	2.7	—0.2
	Венера								
1	13 11	— 5 50	169.5	+3.4	1.567	0.719	10 09	5.4	—3.7
11	13 58	—10 30	186.7	+3.2	1.600	0.721	10 17	5.3	—3.7
21	14 46	—14 46	202.8	+2.7	1.634	0.722	10 26	5.2	—3.7
	Марс								
1	8 19	21 05	82.7	+1.0	1.091	1.553	5 17	4.3	0.4
11	8 35	20 32	87.7	+1.1	1.014	1.565	4 53	4.6	0.3
21	8 47	20 08	92.6	+1.3	0.938	1.577	4 26	5.0	0.1
	Јупитер								
1	6 26	22 57	82.6	—0.3	4.516	5.117	3 24	20.4	—2.1
11	6 24	22 59	87.5	—0.3	4.395	5.120	2 43	20.9	—2.2
21	6 21	23 02	88.3	—0.3	4.278	5.124	2 00	21.4	—2.2
	Сатурн								
1	10 06	12 55	143.3	+1.2	9.500	9.198	7 04	7.8	0.8
11	10 09	12 44	143.6	+1.2	9.341	9.200	6 27	8.0	0.8
21	10 11	12 36	144.0	+1.3	9.177	9.203	5 49	8.1	0.8
	Уран								
1	14 38	—15 02	222.1	+0.4	19.589	18.599	11 35	1.7	6.0
11	14 41	—15 13	222.2	+0.4	19.584	18.600	10 58	1.8	6.0
21	14 43	—15 25	222.3	+0.4	19.552	18.602	10 42	1.8	6.0
	Нептун								
1	16 54	—21 07	255.7	+1.5	31.084	30.288	13 50	1.2	7.8
11	16 55	—21 10	255.7	+1.5	31.170	30.288	13 12	1.2	7.8
21	16 57	—21 12	255.8	+1.5	31.232	30.287	12 34	1.2	7.8

Појаве

d	h			
1	5.4	♄ ☌ ☾	♄	5° N
3	14.4	♂ ☌ ☾	♂	7° N
4	15.6	♇ ☌ ☉		
5	17.5	♄ ☌ ☾	♄	5° N
10	0.5	♀ ☌ ☾	♀	0°1 N
11	7.2	млад Месец		
13	0.3	♆ ☌ ☾	♆	3° S
20	8.1	☿ ☌ ♆	☿	4° S
20	9.5	♀ ☌ ♇	♇	0°9 N
22	10.0	лонг. ☉ 240°, ул. у зн. ♐		
28	8.1	♄ ☌ ☾	♄	5° N

Месец

	d	h	m
◑	4	03	59
●	11	07	10
◐	17	21	53
○	25	17	32
P	12	12	
A	27	20	

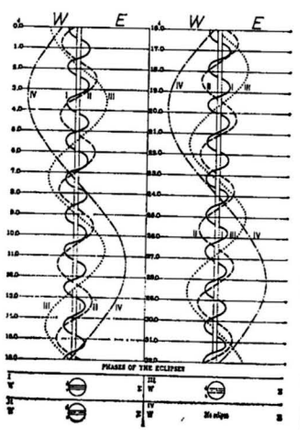
Старост у данима у 0^h св. 5р.

1. 19.1
15. 3.7
30. 18.7

Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2443	h m s
1	Че	9145	479	4 38 57
2	Пе	9172	480	4 42 53
3	Су	9199	481	4 46 50
4	Не	9227	482	4 50 46
5	По	9254	483	4 54 43
6	Ут	9282	484	4 58 39
7	Ср	9309	485	5 02 36
8	Че	9336	486	5 05 33
9	Пе	9364	487	5 10 29
10	Су	9391	488	5 14 26
11	Не	9418	489	5 18 22
12	По	9446	490	5 22 19
13	Ут	9473	491	5 26 15
14	Ср	9501	492	5 30 12
15	Че	9528	493	5 34 08
16	Пе	9555	494	5 38 05
17	Су	9583	495	5 42 02
18	Не	9610	496	5 45 58
19	По	9637	497	5 49 55
20	Ут	9665	498	5 53 51
21	Ср	9692	499	5 57 48
22	Че	9720	500	6 01 44
23	Пе	9747	501	6 05 41
24	Су	9774	502	6 09 37
25	Не	9802	503	6 13 34
26	По	9829	504	6 17 31
27	Ут	9856	505	6 21 27
28	Ср	9884	506	6 25 24
29	Че	9911	507	6 29 20
30	Пе	9939	508	6 33 17
31	Су	9966	509	6 37 13

Јупитерови сателити



Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
Меркур									
1	17 59	—25 49	337.5	—6.6	1.065	0.384	12 59	3.1	—0.2
11	18 32	—24 19	25.3	—2.7	0.833	0.329	12 51	4.0	+0.4
21	18 02	—21 29	85.9	+4.3	0.678	0.308	11 48	4.9	+5.1
Венера									
1	15 36	—18 24	218.9	+2.0	1.651	0.723	10 37	5.1	—3.7
11	16 28	—21 13	234.9	+1.2	1.672	0.724	10 50	5.0	—3.7
21	17 22	—23 01	250.8	+0.3	1.688	0.726	11 04	5.0	—3.7
Марс									
1	8 55	19 50	98.4	+1.4	0.852	1.588	3 55	5.4	—0.1
11	8 59	20 09	102.2	+1.5	0.798	1.599	3 20	5.9	—0.3
21	8 58	20 42	106.9	+1.6	0.738	1.609	2 39	6.3	—0.6
Јупитер									
1	6 17	23 05	89.2	—0.2	4.218	5.127	1 17	21.8	—2.3
11	6 12	23 08	90.0	—0.2	4.169	5.131	0 32	22.0	—2.3
21	6 06	23 10	90.8	—0.2	4.151	5.134	23 47	22.1	—2.3
Сатурн									
1	10 12	12 32	144.4	+1.3	9.012	9.205	5 11	8.3	0.7
11	10 12	12 32	144.7	+1.3	8.836	9.208	4 32	8.4	0.7
21	10 12	12 35	145.1	+1.3	8.700	9.210	3 53	8.6	0.7
Уран									
1	14 46	—15 35	222.5	+0.4	19.493	18.603	9 44	1.8	5.9
11	14 48	—15 46	222.6	+0.4	19.407	18.605	9 07	1.8	5.9
21	14 50	—15 55	222.7	+0.4	19.299	18.606	8 30	1.8	5.9
Нептун									
1	16 58	21 15	255.8	+1.5	31.265	30.287	11 56	1.2	7.8
11	17 00	21 17	255.9	+1.5	31.270	30.287	11 19	1.2	7.8
21	17 01	21 20	255.9	+1.5	31.246	30.287	10 41	1.2	7.8

Појаве

d	h			
1	13.4	♂ ☌ ☾	♂	7° N
3	3.4	♄ ☌ ☾	♄	5° N
3	8.5	☿ МхЕ		21° E
8	1.8	♆ ☌ ☉		
8	9.7	♁ ☌ ☾	♁	2° S
10	17.6	млад Месец		
11	23.6	☿ ☌ ☾	☿	6° S
12	0.0	☿ Z		
12	6.5	♄ Z		
13	18.7	♂ Z		
21	14.2	☿ ☌ ☉		
21	23.4	лонг. ☉ 270°, ул. у зн. ♑ почетак зиме		
23	0.7	♄ ☍ ☉		
25	7.1	♄ ☌ ☾	♑	5° N
28	18.0	♂ ☌ ☾	♂	8° N
30	9.0	♄ ☌ ☾	♄	5° N
31	23.1	☿ Z		

Месец

	d	h	m
◑	3	21	17
●	10	17	33
◐	17	10	38
○	25	12	50
P	10	23	
A	24	21	

Старост у данима у 0^h св. вр.

1. 19.7
15. 4.3
30. 19.3

Датум	T	Београд		Физичке координате Сунца						
		излаз	залаз	α	δ	P	B_0	L_0	ρ	Δ
	h m s	h m	h m	h m	° ′	°	°	°	″ ′	A.J.
Јан. 0	12 03 09	7 16	16 06	18 43	—23 06	2.6	—2.9	11.1	16 18	0.983
8	12 06 45	7 15	16 14	19 16	—22 17	— 1.3	—3.8	265.7	16 17	0.983
16	12 09 49	7 12	16 23	19 51	—21 00	— 5.1	—4.7	160.4	16 17	0.984
24	12 12 09	7 06	16 34	20 25	—19 17	— 8.8	—5.4	55.0	16 16	0.984
Феб. 1	12 13 38	6 59	16 45	20 58	—17 11	—12.2	—6.0	309.7	16 16	0.985
9	12 14 15	6 49	16 56	21 30	—14 47	—15.3	—6.6	204.4	16 14	0.986
17	12 14 03	6 37	17 08	22 02	—12 06	—18.1	—6.9	99.0	16 13	0.988
25	12 13 06	6 24	17 19	22 32	— 9 13	—20.5	—7.2	353.7	16 11	0.990
Март 5	12 11 23	6 10	17 30	23 02	— 6 11	—22.5	—7.2	248.3	16 09	0.992
13	12 09 31	5 56	17 40	23 32	— 3 03	—24.1	—7.2	142.9	16 07	0.994
21	12 07 13	5 41	17 50	00 01	0 06	—25.3	—7.0	37.4	16 05	0.996
29	12 04 48	5 27	18 00	00 30	3 15	—26.0	—6.7	291.9	16 03	0.998
Апр. 6	12 02 25	5 11	18 11	00 59	6 19	—26.3	—6.2	186.4	16 01	1.001
14	12 00 16	4 57	18 21	01 29	9 17	—26.2	—5.7	80.8	15 58	1.003
22	11 58 30	4 43	18 31	01 58	12 05	—25.5	—5.0	335.1	15 56	1.005
30	11 57 11	4 31	18 41	02 29	14 40	—24.4	—4.2	229.4	15 54	1.007
Мај 8	11 56 25	4 19	18 50	02 59	17 00	—22.8	—3.4	123.7	15 52	1.009
16	11 56 17	4 10	18 59	03 31	19 01	—20.8	—2.5	17.9	15 51	1.011
24	11 56 45	4 01	19 09	04 03	20 42	—18.3	—1.6	272.0	15 49	1.013
Јун 1	11 57 44	3 56	19 16	04 35	22 00	—15.5	—0.6	116.2	15 48	1.014
9	11 59 08	3 52	19 22	05 08	22 54	—12.4	0.3	60.6	15 47	1.015
17	12 00 48	3 51	19 26	05 41	23 22	— 9.0	1.3	314.4	15 46	1.016
25	12 02 33	3 53	19 28	06 15	23 24	— 5.5	2.2	208.5	15 46	1.016
Јул 3	12 04 08	3 56	19 27	06 48	22 59	— 1.8	3.1	102.6	15 45	1.017
11	12 05 25	4 02	19 24	07 21	22 09	1.8	4.0	356.8	15 45	1.017
19	12 06 14	4 09	19 19	07 52	20 54	5.3	4.7	250.9	15 46	1.016
27	12 06 27	4 17	19 11	08 25	19 17	8.8	5.4	145.0	15 47	1.015
Авг. 4	12 06 02	4 26	19 01	08 56	17 20	12.0	6.0	39.2	15 47	1.015
12	12 04 59	4 36	18 50	09 26	15 04	14.9	6.5	293.5	15 49	1.013
20	12 02 22	4 45	18 37	09 56	12 33	17.6	6.9	187.7	15 50	1.012
28	12 01 13	4 55	18 22	10 26	09 50	20.0	7.1	82.0	15 52	1.010
Септ. 5	11 58 41	5 03	18 08	10 55	06 56	22.0	7.2	336.3	15 53	1.008
13	11 55 56	5 14	17 53	11 24	03 55	23.7	7.2	230.7	15 55	1.006
21	11 53 06	5 24	17 38	11 52	00 50	25.0	7.1	125.1	15 57	1.004
29	11 50 20	5 33	17 23	12 21	—02 17	25.9	6.8	19.5	16 00	1.002
Окт. 7	11 47 51	5 43	17 08	12 50	—05 22	26.3	6.4	274.0	16 02	0.999
15	11 45 50	5 53	16 54	13 20	—08 24	26.2	5.8	168.4	16 04	0.997
23	11 44 23	6 04	16 41	13 50	—11 17	25.7	5.2	62.9	16 06	0.995
31	11 43 39	6 15	16 28	14 20	—14 00	24.7	4.5	317.4	16 08	0.993
Нов. 8	11 43 47	6 25	16 18	14 52	—16 28	23.2	3.6	211.9	16 10	0.991
16	11 44 49	6 36	16 09	15 25	—18 39	21.2	2.7	106.4	16 12	0.989
24	11 46 43	6 46	16 03	15 58	—20 29	18.7	1.7	1.0	16 14	0.987
Дец. 2	11 49 26	6 56	15 58	16 32	—21 54	15.8	0.7	255.6	16 15	0.986
10	11 52 49	7 05	15 57	17 07	—22 53	12.5	—0.3	150.1	16 16	0.985
18	11 56 38	7 11	15 58	17 42	—23 23	8.9	—1.3	44.7	16 17	0.984
26	12 00 36	7 15	16 03	18 18	—23 23	5.1	—2.3	299.4	16 18	0,983

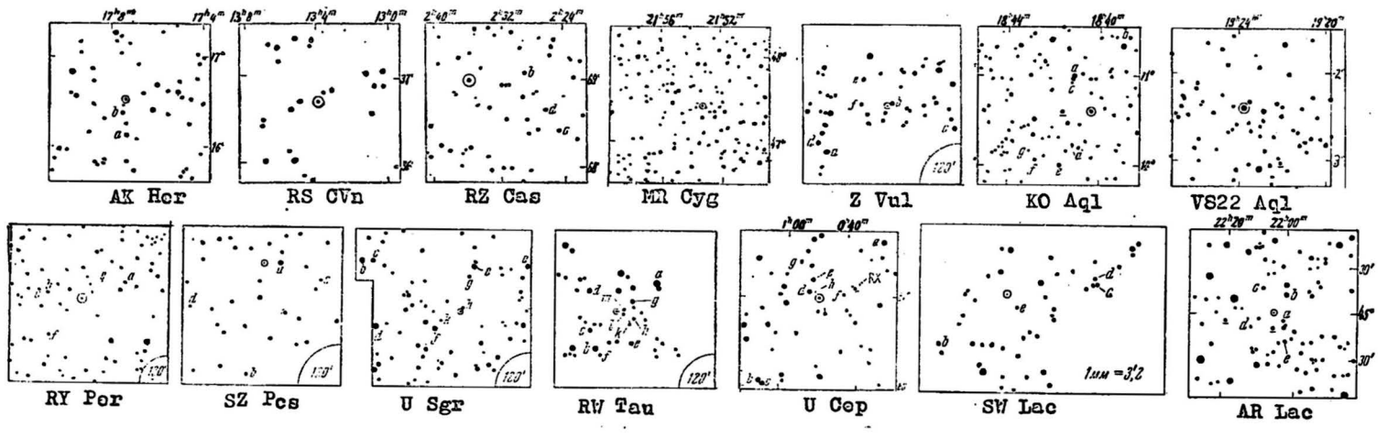
ИЗЛАЗ И ЗАЛАЗ МЕСЕЦА У БЕОГРАДУ 1977

Датум	Јануар		Фебруар		Март		Април		Мај		Јун		Датум
	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	
	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	
01	13 22	03 21	14 24	04 37	13 09	03 13	15 09	03 34	16 20	03 06	18 48	03 42	01
02	14 01	04 16	15 24	05 20	14 10	03 54	16 20	04 06	17 35	03 42	19 55	04 37	02
03	14 48	05 10	16 27	06 00	15 15	04 31	17 33	04 39	18 50	04 21	20 52	05 39	03
04	15 39	05 59	17 33	06 36	16 22	05 06	18 47	05 13	20 04	05 06	21 41	06 47	04
05	16 35	06 44	18 41	07 08	17 32	05 38	20 02	05 50	21 12	05 58	22 22	07 57	05
06	17 36	07 24	19 50	07 40	18 44	06 10	21 16	06 31	22 13	06 56	22 58	09 06	06
07	18 40	08 02	21 00	08 11	19 56	06 43	22 24	07 19	23 04	08 00	23 30	10 14	07
08	19 46	08 35	22 11	08 44	21 09	07 18	23 26	08 12	23 47	09 07	23 59	11 20	08
09	20 52	09 06	23 22	09 18	22 21	07 55	— —	09 10	— —	10 15	— —	12 22	09
10	22 00	09 37	— —	09 55	23 30	08 37	00 19	10 13	00 24	11 21	00 27	13 24	10
11	23 10	10 08	00 32	10 38	— —	09 25	01 07	11 19	00 57	12 26	00 55	14 24	11
12	— —	10 40	01 49	11 27	00 36	10 17	01 48	12 24	01 26	13 29	01 24	15 22	12
13	00 20	11 14	02 41	12 22	01 32	11 17	02 22	13 29	01 55	14 30	01 56	16 20	13
14	01 31	11 53	03 37	13 23	02 24	12 20	02 53	14 33	02 23	15 30	02 30	17 14	14
15	02 41	12 39	04 27	14 28	03 08	13 26	03 22	15 36	02 51	16 30	03 08	18 08	15
16	03 49	13 31	05 09	15 36	03 46	14 31	03 51	16 37	03 21	17 28	03 51	18 57	16
17	04 51	14 31	05 47	16 43	04 20	15 37	04 19	17 37	03 54	18 25	04 39	19 43	17
18	05 46	15 36	06 20	17 49	04 51	16 41	04 48	18 36	04 30	19 20	05 32	20 24	18
19	06 34	16 45	06 50	18 54	05 20	17 44	05 19	19 34	05 09	20 12	06 27	21 02	19
20	07 14	17 54	07 19	19 58	05 48	18 46	05 53	20 31	05 64	21 00	07 26	21 35	20
21	07 50	19 02	07 47	20 58	06 17	19 46	06 30	21 25	06 43	21 43	08 28	22 07	21
22	08 21	20 08	08 16	21 58	06 47	20 45	07 11	11 15	07 37	22 22	09 31	22 37	22
23	08 50	21 12	08 46	22 57	07 19	21 43	07 58	23 01	08 33	22 59	10 36	23 06	23
24	09 19	22 14	09 19	23 55	07 54	22 38	08 49	23 54	09 33	23 32	11 41	23 37	24
25	09 47	23 14	09 56	— —	08 32	23 32	09 44	— —	10 36	— —	12 50	— —	25
26	10 15	— —	10 36	00 48	09 15	— —	10 42	00 36	11 40	00 07	14 04	00 10	26
27	10 46	00 12	11 22	01 40	10 04	00 25	11 44	00 58	12 46	00 33	15 14	00 47	27
28	11 18	01 10	12 13	02 28	10 57	01 06	12 49	01 31	13 56	01 01	16 25	01 30	28
29	11 58	02 06			11 54	01 47	13 56	02 02	15 09	01 36	17 33	02 20	29
30	12 41	03 00			12 56	02 26	15 07	02 34	16 23	02 12	18 35	03 18	30
31	13 30	03 50			14 01	03 01			17 36	02 54			31

Датум	Јул		Август		Септембар		Октобар		Новембар		Децембар		Датум
	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залас	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	
	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	
01	19 30	04 23	19 59	06 42	19 59	08 46	19 40	09 31	20 38	10 46	21 18	10 39	01
02	20 16	05 33	20 30	07 50	20 31	09 47	20 20	10 26	21 32	11 26	22 18	11 11	02
03	20 56	06 44	21 00	08 56	21 06	10 46	21 05	11 19	23 59	12 04	23 21	11 41	03
04	21 30	07 55	21 29	09 59	21 44	11 43	21 54	12 06	23 28	12 38	— —	12 10	04
05	22 00	09 03	22 00	11 01	22 25	12 37	22 47	12 50	23 59	13 10	00 24	12 40	05
06	22 30	10 09	22 32	12 01	23 12	13 27	23 42	13 30	00 31	13 40	01 31	13 12	06
07	22 59	11 12	23 08	12 59	— —	14 13	— —	14 06	01 36	14 11	02 41	13 47	07
08	23 28	12 14	23 46	13 54	00 02	14 55	00 43	14 40	02 44	14 43	03 53	14 27	08
09	23 58	13 13	— —	14 46	00 58	15 34	01 46	15 12	03 55	15 17	05 06	15 15	09
10	— —	14 12	00 30	15 35	01 57	16 10	02 51	15 43	05 08	15 56	08 18	16 10	10
11	00 32	15 08	01 19	16 39	02 59	16 43	03 58	16 15	06 22	16 40	07 24	17 11	11
12	01 08	16 02	02 13	17 00	04 04	17 15	05 09	16 48	07 34	17 32	08 23	18 20	12
13	01 49	16 53	03 10	17 38	05 10	17 46	06 21	17 25	08 42	18 29	09 14	19 32	13
14	02 35	17 40	04 11	18 42	06 19	18 18	07 33	18 05	09 42	19 34	09 57	20 42	14
15	03 26	18 23	05 14	18 42	07 28	18 52	08 45	18 52	10 36	20 42	10 34	21 52	15
16	04 20	19 02	06 19	19 15	08 39	19 29	09 53	19 45	11 20	21 50	11 07	22 59	16
17	05 19	19 38	07 24	19 45	09 49	20 10	10 55	20 43	11 59	22 58	11 37	— —	17
18	06 21	20 11	08 32	20 18	10 58	20 57	11 50	21 46	12 33	— —	12 07	00 05	18
19	07 24	20 41	09 40	20 50	12 02	21 51	12 39	22 53	13 04	00 05	12 37	01 07	19
20	08 28	21 11	10 50	21 28	13 01	22 49	13 20	23 59	13 33	01 10	13 07	02 08	20
21	09 33	21 42	11 58	22 10	13 54	23 52	13 57	— —	14 03	02 12	13 40	03 07	21
22	10 40	22 14	13 05	22 59	14 39	— —	14 29	01 06	14 32	03 14	14 15	04 05	22
23	11 49	22 48	14 09	23 54	15 20	01 00	15 00	02 12	15 04	04 14	14 54	05 00	23
24	12 59	23 27	15 06	— —	15 55	02 08	15 30	03 16	15 38	05 14	15 38	05 53	24
25	14 08	— —	15 58	00 56	16 27	03 15	15 59	04 20	16 14	06 11	16 26	06 41	25
26	15 16	00 12	16 42	02 03	16 58	04 22	16 30	05 33	16 55	07 06	17 19	07 25	26
27	16 19	01 04	17 22	03 12	17 28	05 27	17 02	06 22	17 41	07 57	18 19	08 05	27
28	17 16	02 04	17 56	04 22	17 59	06 31	17 38	07 21	18 31	08 44	19 11	08 42	28
29	18 06	03 11	18 28	05 30	18 30	07 33	18 16	08 18	19 24	09 26	20 10	09 15	29
30	18 48	04 21	18 58	06 37	19 04	08 33	18 59	09 12	20 19	10 04	21 11	09 45	30
31	19 26	05 31	19 32	07 43			19 46	10 01			22 14	10 14	31

ЕКЛИПСНЕ ПРОМЕНЉИВЕ ЗВЕЗДЕ

Звезда	Амплитуда	Координате за 1900.0	Елементи	Упоредне звезде						
		α δ		a	b	c	d	e	f	g
	m m	h m ° ′								
AK Her	7.8—8.2	17 09.5 +16 28	33515.720+0.4215214E	8.83	9.28	—	—	—	—	—
RS CVn	8.0—9.3	16 06.0 +36 28	33016.819+4.797875E	—	—	—	—	—	—	—
RZ Cas	6.4—7.5	01 27.0 +00 50	17501.4421+0.5550253E	8.06	8.82	9.23	9.49	9.63	9.76	10.02
MR Cyg	8.5—9.3	21 55.1 +47 30	27013.615+1.6770337E	—	—	—	—	—	—	—
Z Vul	7.0—8.6	19 17.5 +25 23	25456.117+2.45492 E	6.01	7.03	7.17	7.35	8.48	9.28	—
KO Aql	8.1—9.3	18 42.5 +10 39	33888.375+2.8639 E	7.33	7.97	8.13	8.56	8.75	9.50	9.96
V882 Aql	6.7—7.1	19 26.1 —02 19	29779. 30+2.641E	—	—	—	—	—	—	—
RY Per	8.4—10.1	2 39.0 +47 43	27070.708+6.8635663 E	8.15	8.51	9.02	—	9.66	10.5	—
SZ Psc	8.0—9.5	23 08.3 +02 08	28000.250+3.96653992E	8.00	9.13	9.67	10.27	—	—	—
U Sgr	6.4—9.4	19 14.4 +19 26	17130.4151+3.3806184E	5.96	6.30	7.00	7.78	8.12	8.52	9.45
RW Tau	8.1—11.5	3 57.8 +27 51	34423.3596+2.768825E	7.12	7.82	8.34	9.22	9.38	10.09	10.35
U Cep	7.1—9.3	0 53.4 +81 20	07890.3245+2.4928640E	6.38	6.73	7.20	7.80	8.41	9.12	9.54
SW Lac	8.4—9.2	22 49.1 +37 24	23372.780+0.3207148E	7.96	8.16	9.17	9.46	—	—	—
AR Lac	6.5—7.2	22 04.6 +45 15	26624.378+1.983216E	6.08	6.32	6.67	7.12	7.83	—	—



ЕФЕМЕРИДЕ ЈУПИТЕРОВИХ САТЕЛИТА

Јануар

d	h	m			d	h	m			d	h	m		
0	21	27	I	PP	8	23	53	I	SE	15	22	26	I	PO
	22	26	I	PPS		17	43	I	PP	16	01	48	I	SE
1	23	36	I	SP	9	18	50	I	PPS		18	32	III	PPS
	18	46	I	PO		21	57	I	SP		19	34	I	PP
2	21	57	I	SE	10	18	21	I	PO	17	20	46	I	PPS
	18	03	I	SP		18	34	II	PO		21	44	I	SP
	19	05	I	SPS	11	23	54	III	PO		22	56	I	SPS
4	21	09	II	PO	12	23	54	III	PE	18	17	10	I	SE
	17	17	III	PO	13	04	38	III	PP	20	21	10	II	PP
5	20	17	III	PE		06	54	III	SE		23	39	II	PPS
	22	29	III	SO		18	42	II	PP		23	42	II	SP
6	18	26	II	PPS		21	03	II	PPS	19	22	20	III	SE
	18	46	II	SP		21	13	II	SP		23	42	III	SP
	20	56	II	SPS	14	23	16	II	SPS	20	23	19	III	SPS
7	23	16	I	PP		23	33	I	SE		23	42	I	PP
8	20	35	I	PO	15	17	47	II	SE	21	21	26	I	PPS

Фебруар

d	h	m			d	h	m			d	h	m		
1	19	06	I	PPS	8	21	53	I	SP	15	22	50	I	PPS
	19	58	I	SP		23	12	I	SPS		22	49	I	SP
	21	16	I	SPS	9	20	32	I	SE	16	22	27	I	SE
3	19	01	III	SE	10	20	44	III	PE	17	19	19	III	PO
5	20	24	II	PO		23	03	III	SE		19	37	I	SPS
	23	00	II	SO	12	23	01	II	PO		19	54	III	SE
	23	07	II	PE		20	40	II	SP	18	00	45	III	PE
7	20	40	II	SPS	14	20	47	II	PPS		03	05	III	SE
	22	33	I	PO		23	16	II	SPS	21	20	46	II	PP
	22	42	I	PP	15	03	58	I	SE		23	18	II	SP
8	19	42	I	PP		21	38	I	PP		23	23	II	PPS
21	02		I	PPS										

Март

d	h	m			d	h	m			d	h	m		
2	22	51	I	PO	10	22	01	I	PP	18	20	29	II	PPS
	22	57	II	SE		23	14	I	PPS		20	44	II	SP
3	20	02	I	PP	11	19	19	I	PO		21	18	I	PO
	21	18	I	PPS		20	22	II	SPS		22	58	II	SPS
	22	13	I	SP		22	42	I	SE	20	23	06	I	SE
	23	29	I	SPS	12	19	54	I	SPS	25	20	51	III	PE
4	20	47	I	SE	14	21	52	III	PP		20	57	II	PP
7	20	03	III	SP	16	23	14	II	PO		23	04	III	SE
	22	42	III	PPS	17	04	15	II	SE		23	14	III	SP
9	20	28	II	PO	18	19	12	III	SE	23	18		I	PO

Април

d	h	m			d	h	m			d	h	m		
1	20	46	III	PO	10	21	49	I	PO	18	23	17	I	SP
	23	18	III	SO	11	21	15	I	SP	19	20	08	II	PPS
	23	42	II	PP		22	06	I	SPS		21	11	II	SP
2	22	31	I	PP	12	20	03	II	SPS		21	15	I	SE
	23	30	I	PPS		22	31	I	SE		22	16	III	SP
3	22	51	II	SE	17	23	11	III	SPS		22	38	II	SPS
	22	56	I	SE		23	49	I	PO	22	22	49	III	PPS
4	22	11	I	SPS	18	21	56	II	PP		23	06	I	PP
10	21	05	II	PO		21	04	I	PP	23	23	46	I	PPS
						23	11	I	PPS					

Мај

d	h	m			d	h	m			d	h	m		
1	20	42	III	PPS	6	20	17	III	PO	11	20	55	I	PO
	21	00	I	SE		22	29	III	SO		21	44	I	SE
	21	57	I	SPS		23	00	III	PE		22	56	I	SPS
2	18	03	I	SP		23	07	II	PO	12	18	04	I	SP
	18	46	I	PO	7	18	26	II	PPS		19	20	I	SPS
	21	03	I	SPS		18	46	II	SP	13	23	41	II	PP
4	21	09	II	PO		20	56	II	SPS	14	23	19	I	PP
	17	17	III	PO		23	16	I	PP		23	34	III	SP
5	20	17	III	PE	8	23	35	I	PPS	15	23	33	III	SPS
	22	29	III	SO		23	46	I	SP		23	47	II	SE

Јун

d	h	m			d	h	m			d	h	m		
0	21	41	III	PPS	5	20	21	I	PO	10	21	27	I	PO
	22	12	I	SE		21	27	II	PP		22	24	I	SE
	23	10	I	SPS		23	47	II	PPS	11	00	03	I	SPS
1	20	59	II	SP	6	00	03	I	SE		00	59	III	PE
	21	33	III	SPS		01	27	I	SPS		01	15	II	SE
	23	19	I	PP		01	41	III	PP		01	25	III	PP
2	00	03	III	SP		01	46	III	SE		01	42	I	PP
	00	29	II	PPS		02	42	III	SP		02	41	III	SP
	00	54	I	PP		03	46	III	SPS		03	36	II	SPS
	01	44	I	SP		04	04	I	PP		04	18	I	PPS
	02	56	I	SPS		04	12	I	PPS		04	45	II	SP
	03	42	II	SE		04	22	I	SP		05	36	II	SPS
	04	38	III	PP		05	22	I	SPS		06	27	I	SE
	04	54	III	SE		06	27	II	SE		07	22	III	SE
	06	54	II	PP		07	22	III	SE		08	22	III	SP
	07	03	II	SPS		08	22	III	SP		09	22	III	SPS
	08	42	I	SE		09	22	III	SPS		10	22	I	PP
	09	42	I	PP		10	22	I	PP		11	22	I	PPS
	10	42	I	PPS		11	22	I	PPS		12	22	I	SP
	11	42	I	SP		12	22	I	SP		13	22	I	SPS
	12	42	I	SPS		13	22	I	SPS		14	22	II	SE
	13	42	II	SE		14	22	II	SE		15	22	II	SP
	14	42	II	SP		15	22	II	SP		16	22	II	SPS
	15	42	II	SPS		16	22	II	SPS		17	22	I	PP
	16	42	I	PP		17	22	I	PP		18	22	I	PPS
	17	42	I	PPS		18	22	I	PPS		19	22	I	SP
	18	42	I	SP		19	22	I	SP		20	22	I	SPS
	19	42	I	SPS		20	22	I	SPS		21	22	II	SE
	20	42	II	SE		21	22	II	SE		22	22	II	SP
	21	42	II	SP		22	22	II	SP		23	22	II	SPS
	22	42	II	SPS		23	22	II	SPS					
	23	42	I	PP										

Мај

d	h	m		d	h	m		d	h	m		d	h	m	
3	22	22	I PO	5	22	44	II SE	11	22	05	I PPS	12	21	58	II PO
4	21	51	I SP	7	23	22	III SE		23	54	I SP	13	01	22	II SE
	22	22	I SPS	11	21	41	I PP	12	21	28	I SE	15	03	24	III SE

Јул

d	h	m		d	h	m		d	h	m		d	h	m	
1	20	40	II SO	8	23	29	II SO	15	22	20	II PE	24	23	17	II SP
4	21	35	I PE	11	23	29	I PE	17	20	29	II SP	25	22	55	III SO
5	21	07	I SPS	12	20	50	I PPS	19	22	44	I PPS	27	21	45	I PE
	21	39	I SP		21	27	I PP		23	28	I PP	28	21	18	I SPS
7	21	05	III PP		23	02	I SPS	20	22	49	I SO		22	10	I SP
	21	27	III SPS		23	40	I SP	24	20	41	II PP	31	21	40	II PPS
	23	46	III SP	14	22	52	III PPS		21	39	II SPS		23	29	II PP

Август

d	h	m		d	h	m		d	h	m		d	h	m	
1	20	51	III PE	11	22	55	I PPS	19	21	29	III SPS	25	23	46	II SP
	23	30	III SE		23	56	I PP		21	55	I PE	26	22	48	III PPS
2	21	17	II SO	12	20	01	I PE		23	20	III PP		23	49	I PE
3	23	39	I PE		21	48	III SP	20	20	24	I PP	27	21	11	I PPS
4	21	01	I PPS		23	18	I SO		21	28	I SPS		22	22	I PP
	21	57	I PP	13	20	38	I SP		22	36	I SP		23	22	I SPS
	23	12	I SPS	16	22	00	II PE	25	21	09	II PP	28	21	44	I SO
5	21	19	I SO	18	21	01	II SP		21	21	II SPS	30	20	34	III SO

Септембар

d	h	m		d	h	m		d	h	m		d	h	m	
1	21	22	II PPS	6	19	31	III SE	17	21	35	II PE	26	21	01	II PPS
	23	52	II PP		21	55	III PO	18	23	59	I PE		21	10	II PP
	23	58	II SPS	8	23	58	II PPS	19	21	10	II SP		23	13	I PPS
3	21	31	II SO	11	22	05	I PE		21	20	I PPS		23	48	II SP
	23	05	II PPS	12	20	43	I PP		22	38	I PP	27	20	21	I PE
4	20	11	I PE		21	37	I SPS		23	31	I SPS		23	57	I SO
	23	42	I SO		22	54	I SP	20	22	02	I SO	28	19	52	I SPS
5	19	44	I SPS	13	20	47	III PE	24	20	04	III PP		21	11	I SP
	20	58	I SP		23	31	III SE		22	54	III SP				

Октобар

d	h	m		d	h	m		d	h	m		d	h	m	
1	18	43	III PPS	5	23	06	I SP	19	21	07	II PE	26	23	41	II PE
	21	28	III SPS	10	23	41	II PPS		21	43	III PO	27	22	26	I PE
3	21	04	II PPS	12	18	34	II PE		23	22	I PPS	28	18	12	II PPS
	23	42	II SPS		20	49	III SO	20	20	32	I PE		19	43	I PPS
	43	45	II PP		21	28	I PPS	21	18	05	II PP		20	32	II PP
4	22	15	I PE		22	44	I PP		18	14	II SPS		20	51	I PP
5	18	34	II SE		23	39	I SPS		19	02	I PP		20	51	II SPS
	18	37	II PO		23	41	II SO		20	01	I SPS		21	54	I SPS
	19	35	I PPS	14	18	08	I SPS		20	44	II SP		23	02	I SP
	20	52	I PP		18	13	II SP		21	13	I SP		23	11	II SP
	21	11	II SO		19	23	I SP	26	20	41	III PE	29	20	18	I SO
	21	46	I SPS	19	19	32	III SE		23	31	III SE	30	18	00	III SP

Новембар

d	h	m		d	h	m		d	h	m		d	h	m	
4	20	49	II PPS	6	20	08	II SO	13	22	14	III PP	27	21	45	I PPS
	21	36	I PPS		21	36	III SP		22	28	II SO		22	22	I PP
	22	38	I PP	11	23	25	II PPS	19	23	37	I PE		23	13	II PE
	22	57	II PP		23	30	I PPS	20	19	51	I PPS		23	57	I SPS
	23	28	II SPS	12	20	42	I PE		20	37	I PP	28	19	00	I PE
	23	48	I SPS		23	53	I SO		20	39	II PE		21	51	I SO
5	18	48	I PE	13	18	34	III PPS		22	03	I SPS	29	18	26	I SPS
	22	06	I SO		18	52	I PP		22	33	III PPS		19	00	I SP
6	18	16	I SPS		20	10	I SPS		22	49	I SP		19	08	II PP
	18	43	III PP		21	03	I SP	21	20	06	I SO		20	37	II SPS
	19	17	I SP		21	26	III SPS	24	18	22	III SO		21	49	II SP

Децембар

d	h	m		d	h	m		d	h	m		d	h	m	
1	21	43	III SO	8	20	38	III PE	21	19	12	I PE	27	23	49	I PPS
4	23	39	I PPS	12	22	49	I PE		21	29	I SO	29	18	07	I PP
5	20	54	I PE	13	20	01	I PPS	22	18	36	I SPS		18	18	I PPS
	23	35	I SO		20	15	I PP		18	37	I SP		20	20	I SP
6	18	07	I PPS		22	14	I SPS		20	13	II PE		20	31	I SPS
	18	32	I PP		22	28	I SP		22	49	II SO		22	27	II PO
	20	20	I SPS		23	11	II PPS	24	17	42	II SP	30	17	50	I SE
	20	34	II PPS		23	40	II PP		17	48	II SPS	31	17	44	II PPS
	20	44	I SP	14	19	45	I SO	26	18	06	III PP		19	57	II SP
	21	24	II PP	15	20	37	II SO		18	28	III PPS		20	25	II SPS
	23	15	II SPS	19	17	45	III SP		21	00	III SP				
7	18	01	I SO	20	21	55	I PPS		21	26	III SPS				
8	18	23	II SO		21	58	I PP	27	23	42	I PP				

ПОЛУДНЕВНИ ЛУК У БЕОГРАДУ

Декл.	Пол. лук	Декл.	Пол. лук	Декл.	Пол. лук	Декл.	Пол. лук	Декл.	Пол. лук
°	h m	°	h m	°	h m	°	h m	°	h m
—30	3 45	—18	4 48	—06	5 39	+06	27	+18	7 19
—29	3 51	—17	4 53	—05	5 43	+07	6 31	+19	7 24
—28	3 57	—16	4 57	—04	5 47	+08	6 35	+20	7 28
—27	4 03	—15	5 02	—03	5 51	+09	6 40	+21	7 33
—26	4 09	—14	5 06	—02	5 55	+10	6 44	+22	7 38
—25	4 14	—13	5 10	—01	5 59	+11	6 48	+23	7 44
—24	5 19	—12	5 15	+00	6 03	+12	6 52	+24	7 49
—23	4 24	—11	5 19	+01	6 07	+13	6 56	+25	7 54
—22	4 29	—10	5 23	+02	6 11	+14	7 01	+26	8 00
—21	4 34	—09	5 27	+03	6 15	+15	7 05	+27	8 06
—20	4 39	—08	5 31	+04	6 19	+16	7 10	+29	8 18
—19	4 44	—07	5 35	+05	6 23	+17	7 14	+30	8 25

ГЕОГРАФСКА ДУЖИНА И ШИРИНЕ НАШИХ ОПСЕРВАТОРИЈА

Астрономска опсерваторија у Београду	—1^{h}22^{m}03^s.190	+44° 48′ 10″,27
Астрономски завод у Загребу	—1 04 05.11	+45 49 32,32
Опсерваторија на Хвару (Свеуч. у Загребу)	—1 05.8	+43 10
Геофизички обсерваторij у Љубљани	—0 58 06.56	+46 02 37,5
Народна опсерваторија у Београду	—1 21 48.1	+44 49 17
Звјездарница Хрв. Прир. друштва у Загребу	—1 03 54.9	+45 49 10
Опсерваторија АА Друштва у Сарајеву	—1 13.8	+43 49

НОВЕ КЊИГЕ

Muhamed Muminović: ASTRONOMIJA

Izašlo je iz štampe drugo izdanje knjige ASTRONOMIJA autora Muhameda Muminovića. Knjiga je svojim sadržajem i načinom pisanja prilagođena širokom krugu ljubitelja astronomije. Autor je obradio slijedeća poglavlja: Sferna astronomija; Sunčev sistem; astronomski instrumenti i metode astronomskih istraživanja; zvjezdana, galaktička i vangalaktička astronomija. Tu je i prikaz o najnovijim astronomskim istraživanjima i otkrićima kao što su kvazari, pulsari, crne jame, zatim o razvoju infracrvene, rendgenske i radio astronomije i sl.

Knjiga je štampana u finoj ofset tehnici i sadrži oko 300 strana sa preko 150 fotografija i crteža. Cijena knjige je 80 din., a naručuje se (po mogućnosti dopisnicom) na adresu: Akademsko astronomsko društvo, M. Tita 44, pp 97, 71001 Sarajevo. Iznos se uplaćuje poštaru kada donese pošiljku-pouzećem. Za narudžbe preko 10 knjiga AAD odobrava popust od 10%.

B. Vuksanović

НАПОМЕНА УРЕДНИШТВА

ISPRAVKE — ERRATA

U stručnim člancima objavljenim u brojevima 3—4/75, 1/76 i 2—3/76 potkrale su se izvesne greške koje bitno menjaju smisao. Molimo da ispravite.

Vasiona 1/76:

— na str. 11: U drugoj od jednačina (7) treba da stoji znak + ispred T;

— na str. 12: U trećem redu odozgo treba da stoji: Ovde se kao argument posmatra veličina t_p^2.;

— na str. 14: U formuli (18) umesto 1/4 treba da stoji 1/2;

— na str. 15: U formuli (10) ispod kvadratnog korena ispušten je znak minus.

Vasiona 2—3/76:

— na str. 50: u 18. redu odozgo stoji -„ugaoni prečnik Sunca", a treba ugaoni poluprečnik Sunca.

— na str. 53: Prva od formula (15) treba da glasi

$$\sin B = \cos \rho \sin B_0 + \cos (p—P) \sin \rho \cos B_0$$

i formula (16)

$$L = L_0 + L';$$

— na str. 53: u drugom redu odozdo formula treba da glasi

$$dL = -\Delta L + (L_2' - L_1').$$

Vasiona 3—4/75:

— na str. 92: Na kraju strane treba da stoji: za prostorni ugao od 1 kvadratnog stepena.

— strani 107, u 4. redu odozgo, drugi stubac, treba da stoji Saturn.



Чудне геометријске шаре, које личе на узорано поље посматрано са висине, јасно се запажају у горњем десном делу овог снимка добијеног са „Викинг-1" орбитера над облашћу званом Cydonia. Ти ниски гребенови, размакнути за дужину од око 1 километра, су вероватно плитки басени насипали као последица ерозије изазване ветровима. Овај део је био узиман у обзир као једно од могућих места за слетање али је одбачен као превише опасан због неравнина.

VASIONA



ASOPIS ZA ASTRONOMIJU I ASTRONAUTIK

ВАСИОНА



ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИКУ

YU ISSN 0506-4295

НАЈВЕЋИ ОПТИЧКИ ТЕЛЕСКОП НА СВЕТУ

◑

НЕУТРИНИ СА СУНЦА — ИМА ЛИ ИХ ИЛИ НЕ?

◑

БРЗИНЕ ЗВЕЗДА

◑

РЕФРАКЦИЈА

◑

РАСПАД СТАЦИОНАРНОГ БОЛИДА

◑

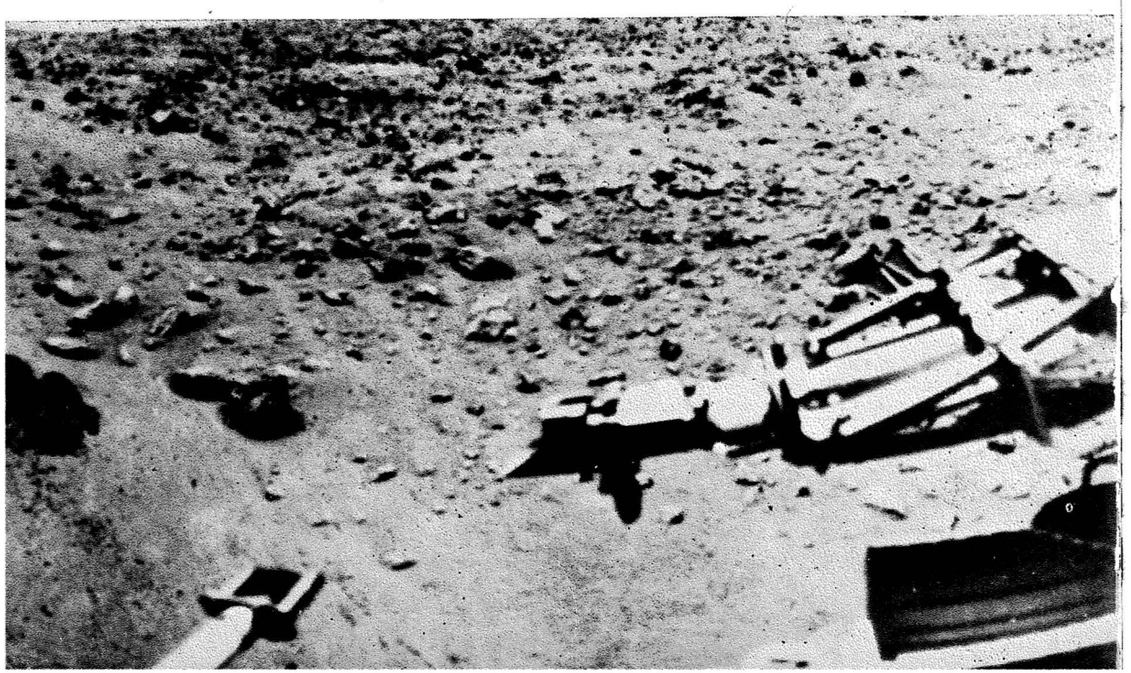
ПОСМАТРАЊЕ ПОМРАЧЕЊА МЕСЕЦА И КОМЕТЕ БРАДФИЛД

◑

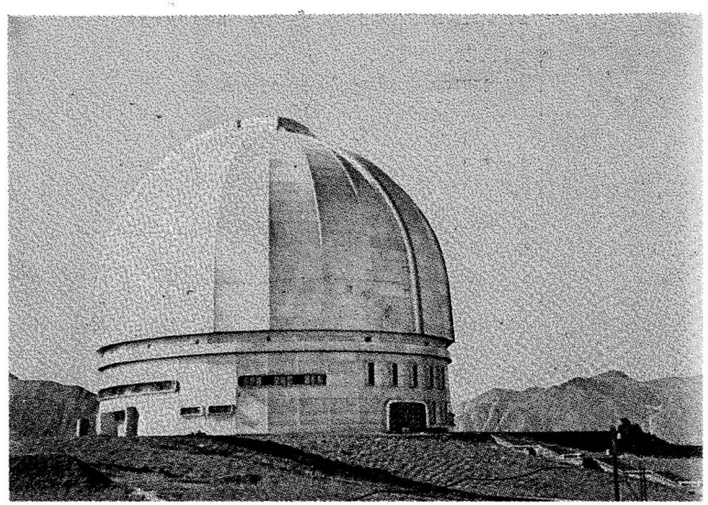
НОВОСТИ И БЕЛЕШКЕ

1977 - 1

Снимак дела Марсове површине и делова „Викинга-1“ снимљених са камера на „Викингу-1“. Мала дуна ситно издробљеног материјала виђена у центру слике загребана је с леве стране при узимању узорака тла. Кашика за захватање се види паркирана, у десном углу слике, док је магнетна четка видљива с леве стране слике. На слици се запажа и многобројно камење. Снимак је направљен 15. августа 1976.



Шест-метарски телескоп Специјалне астрофизичке опсерваторије СССР, која се налази у близини места Зеленчукскаја на северним обронцима Кавказа.



VASIONA

REVUE D'ASTRONOMIE ET D'ASTRONAUTIQUE

ANNÉE XXV 1977 № 1 BEOGRAD

Bulletin de la Société Astronomique „R. Bošković". Adresse: VASIONA, Narodna opservatorija, Kalemegdan, Gornji Grad, Beograd, Yougoslavie

САДРЖАЈ

Академик А. А. Михајлов: *Телескоп пречника шест метара* 1
Проф. Др Слободан Рибникар: *Неутрини са Сунца, има ли их или не?* 5
Мр Ј. Милоградов-Турин и Слободан Нинковић: *Брзине звезда* . . . 9
Бора Јовановић: *Рефракција* 16
Љубиша Јовановић: *Распад стационарног болида* 21
Александар Мирковић: *Делимично помрачење Месеца 13. 5. 1976* . . . 21
Laslo Terečik: *Delimično potmračenje Meseca 13. V 1976* 22
Slobodan Planinić: *Posmatranje djelomičnog potmračenja Mjeseca* 22
Mato Zeman: *Promatranje kometa Bradfild 1975 p* 23
Златко Пашко: *Вламићи* 23
Новости и белешке 24

МОЛИМО ЧЛАНОВЕ АСТРОНОМСКОГ ДРУШТВА „РУЂЕР БОШКОВИЋ" И ПРЕТПЛАТНИКЕ „ВАСИОНЕ" ДА ОБНОВЕ ПРЕТПЛАТУ ЗА 1977. ГОДИНУ

Уређивачки одбор

Др ТАТОМИР АНЂЕЛИЋ, Др РАДОВАН ДАНИЋ, Мр МИЛАН ДИМИТРИЈЕВИЋ, ПЕРО ЂУРКОВИЋ, НЕНАД ЈАНКОВИЋ, СЛОБОДАН НИНКОВИЋ, МИЛАН МИЈИЋ, Др БОЖИДАР ПОПОВИЋ, Мр СОФИЈА САЦАКОВ, АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ, СТЕВАН КОРДА и Инж. АЛЕКСАНДАР СТОЈАНОВИЋ

Главни одговорни уредник

Мр ЈЕЛЕНА МИЛОГРАДОВ-ТУРИН

Технички уредник АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ

Насловну страну израдио ПЕТАР КУБИЧЕЛА

ВАСИОНА, часопис за астрономију и астронаутику. Издаје Астрономско друштво „Руђер Бошковић", уз учешће Републичке заједнице за научни рад СР Србије. Годишња претплата НД 32, за ученике свих школа ако поруче одједном најмање десет примерака по НД 20, а за иностранство НД 64. Појединн број НД 8. Власник и издавач Астрономско друштво „Руђер Бошковић", Београд. Уредништво и администрација: Београд, Народна опсерваторија, Калемегдан, Горњи Град. Тел. 624-605. Рукописи се не враћају.

Претплате слати у корист рачуна број 60806-678-6639

На основу мишљења Републичког секретаријата за културу број 413-665/74-02 од 27. XII 1974. ово издање је ослобођено пореза на промет

Штампа: „Научно дело", Београд, Вука Караџића 5

ВАСИОНА

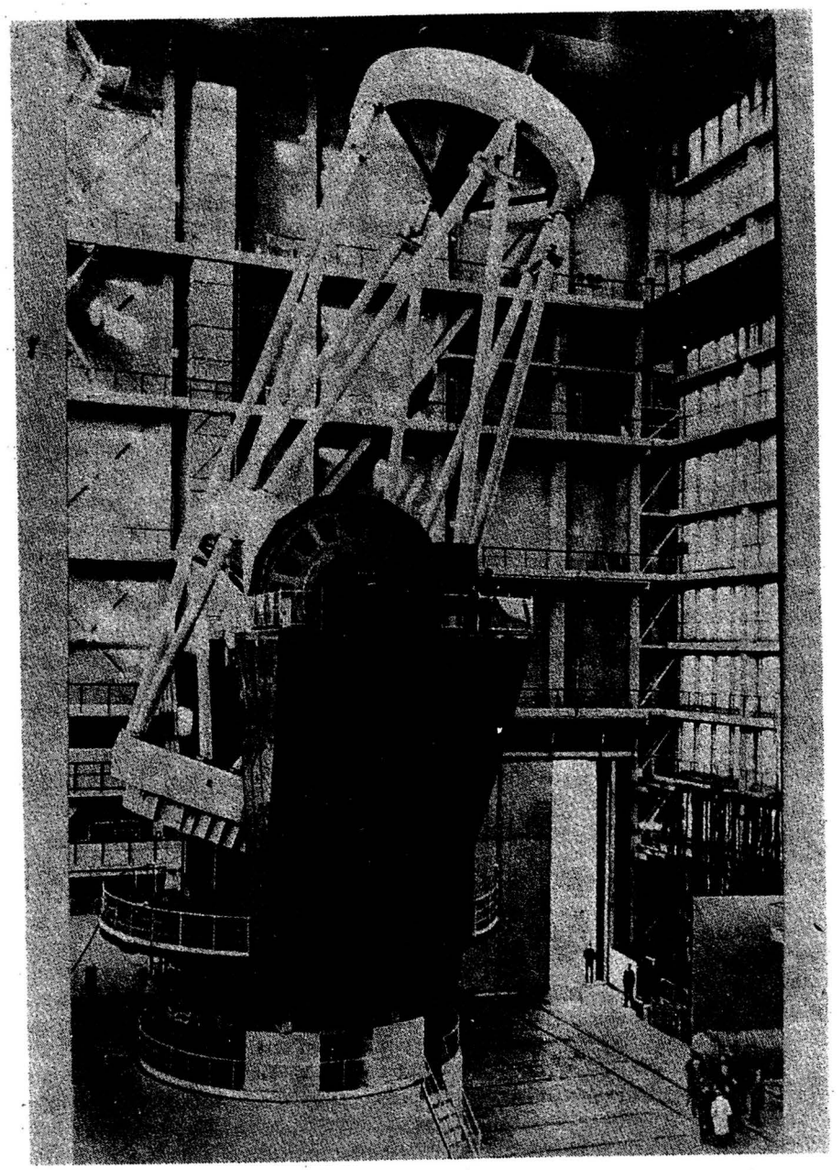
ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИКУ

ГОДИНА XXV 1977 БРОЈ 1 БЕОГРАД

ТЕЛЕСКОП ПРЕЧНИКА ШЕСТ МЕТАРА

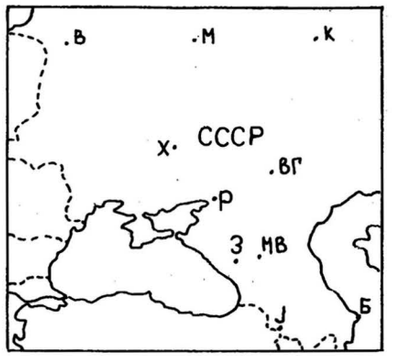
У планинама северног Кавказа, на 2100 метара надморске висине уздиже се огромна округла кула, покривена обртном полусферном куполом под којом је постављен највећи на свету телескоп-рефлектор, чије параболично огледало има 6 метара у пречнику. Идеја и техничка замисао за постављање овог инструмента настали су пре 15 година у Пулковској опсерваторији, у време када су у њој радили истакнути оптичар В. П. Линик и Д. Д. Максутов, проналазач телескопа са мениском.

У конструкцији великих телескопа, сем њиховог најважнијег дела — оптике, велику улогу имају и механички делови. Огромна маса телескопа, која код великих инструмената достиже стотине тона, мора да следи са микроскопском прецизношћу дневно кретање небеског свода, изазвано Земљином ротацијом. То се обично постизало помоћу екваторијалне монтаже, код које се оптичка цев равномерно обрће брзином од једног обртаја дневно око осе паралелне оси Земљине ротације, чиме се компензује привидно окретање небеског свода. Да би се цев телескопа могла наперити на произвољну тачку неба, може се обртати и око друге осе, нормалне на прву (поларну) и затим учврстити. Такав систем не само да задаје велике техничке тешкоће, пошто се тражи да се навођење телескопа на посматрани објекат и његово задржавање у видном пољу остварује са тачношћу до делова лучне секунде, него и са оптичке стране представља сложени проблем. Главно параболичко огледало телескопа треба да при свим нагибима, изазваним обртањем цеви, очува облик површине која одбија светлост са тачношћу до стотих делова микрона. Искуство је показало, да се већ при пречницима већим од једног метра огледало под нагибом деформише услед сопствене тежине у недозвољеној мери, упркос знатној дебљини која достиже десети део пречника. Овај недостатак се уклања помоћу нарочитог система за растерећење који се састоји из низа полуга са противтеговима, који подупиру огледало са супротне стране силом која је једнака компоненти тежине огледала при датом нагибу. Таква операција је изузетно сложена; тако је, на пример, регулација система за растерећење код 5-метарског огледала на телескопу Паломарске опсерваторије у САД, захтевала велики труд и трајала више од годину дана. Важно питање растерећења би се решавало знатно простије, ако би се огледало покретало само у једном правцу — у односу на хоризонталну осу. Целокупна механичка конструкција инструмента знатно би се упростила ако би обе осе око којих он треба да се обрће ради навођења на објекат у произвољној тачци небеског свода имале стални правац у односу на хоризонт, т.ј. кад би, као код теодолита геодете — земљомера, једна оса била вертикална а друга хоризонтална. Мада такав систем, који се назива азимутални, знатно упрошћава механичку конструкцију и растерећење огледала, он ствара друге тешкоће које се доскора нису могле превазићи. Наиме, уместо да инструмент следи објекат равномерно се обрћући око поларне осе, потребно је истовремено и притом неравномерно обртање око обе осе, како вертикалне тако и хоризонталне. Сем тога, мада се звезда која се налази у центру видног поља може одржати у центру таквим кретањима инструмента, цело поље ће се обртати око центра и зато, да би например снимили област неба без деформација, треба обртати фотографску плочу у току експозиције и то такође неравномерно. До недавно је то био нерешив проблем, али сада електронске рачунске машине могу непрекидно да врше прерачунавање екваторијалних координата у хоризонтске



Сл. 1.
Монтирање механичког дела телескопа у фабрици.

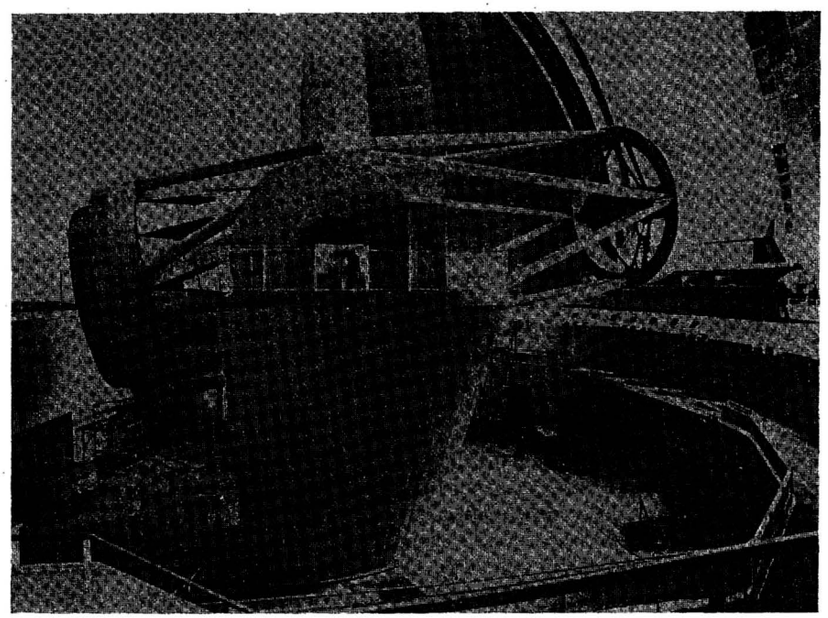
Џиновски шест-метарски телескоп Специјалне астрофизичке опсерваторије у СССР, у близини места Зеленчукская, западно од бање Минералне воде на северним падинама Кавказа. С леве стране се види огледало, у средини Насмитова жижна станица а с десне стране се види металнa конструкција која држи секундарно огледало и одељак са примарним фокусом.



Сл. 2.
Скица дела Земљине површине око Црног мора на којој је уцртан положај станице Зеленчукская, где се налази шест-метарски телескоп. Исцртаним линијама дате су приближно државне границе, а пуним линијама обале мора. На скици су дати и положаји неких градова, ради лакше оријентације: В-Вилњус, М-Москва, Х-Харков, К-Казан, ВГ-Волгоград, Р-Ростов, МВ-Минералне Воде, Ј-Јереван, Б-Баку, З-Зеленчукская. (Скицу и слику 3. дало уредништво)

и управљају радом електромотора који покрећу телескоп око одговарајућих оса. Смели потез, примена азимутског система монтаже при конструкцији телескопа пречника шест метара, био је потпуно оправдан.

Пројектовање огромног и сложеног инструмента био је изузетно тежак и одговоран посао који је извео конструкциони биро на челу са главним конструктором Б. К. Јоанисијанијем, разрадивши детаљни пројекат за чије је извршење потребне напоре уложило неколико лењинградских фабрика, притекавши у помоћ оптичко-механичкој фабрици у којој је извршено комплетирање механичког дела. Ливење



Сл. 3.
Шест-метарски телескоп Специјалне астрофизичке опсерваторије СССР. С леве стране је огледало, на средини је једна од Насмитових фокалних равни, а с десне стране је држач секундарног огледала и кабина примарне жижe.

и обрада огледала је извршена у фабрици стакла близу Москве, где су у том циљу изграђене две велике хале: у једној се налази огромна пећ за ливење 45-тонског стакленог блока, његово споро хлађење које је трајало више од годину дана и грубу обраду. У другој хали са кондиционираним ваздухом изведена је фина обрада, полирање и формирање коначног облика одбијајуће површине. Релативни отвор телескопа је 1:4, тако да је жижна даљина огледала износила 24 метра, чему су одговарале и велике димензије хале.

Када је донесена одлука о изградњи телескопа, почеле су експедиционе потраге за местом на коме би био постављен. Да би се потпуно искористиле све предности таквог инструмента, било је потребно наћи одговарајуће место са погодним атмосферским условима. Основни захтеви за астроклиму су спокојство ваздуха, одсуство нехомогених вртложења која кваре лик и довољан број ноћи са добром видљивошћу. Надморска висина треба да је довољна да искључи ниже слојеве ваздуха који су најпрљавији и у близини не сме бити извора вештачке светлости као што су велики градови или фабрике. Да би се изабрало погодно место, Пулковска опсерваторија је организовала низ експедиција под руководством Н. И. Кучерова, снабдевених стандардним инструментима, које су истражиле 16 места првенствено у планинским областима Совјетског Савеза. При томе је требало узети у обзир и могућност допремања делова инструмента, тежине до 60 тона, и огледала које упаковано има димензије око 7 метара. Последњи услов је искључио неколико перспективних места у Средњој Азији и нека друга, до којих би изградња пута била тешка и скупа. После трогодишњих трагања коначно је учињен избор: место које оптимално задовољава све услове нађено је на северном Кавказу, 35 km јужније од станице Зеленчукскаја, на висини 2100 метара. До тог места је изграђен широк и раван пут малог нагиба и почела је изградња куле са куполом пречника 42 метра. На нижим спратовима куле смештене су неке од лабораторија и огромна вакуумска комора за алуминизирање огледала. У близини је изграђена омања зграда за посматрачко и помоћно особље. Ниже је изабрано место за основне лабораторије, радионицу, библиотеку и комплекс за становање.

И тако, после десетогодишњих напора научника, оптичара, инжењера, градитеља и радника, крајем 1975. године је ово грандиозно остварење завршено и телескоп — гигант је почео да ради. Његова основна жижна даљина је 24 метра, а у комбинацији са другим мањим огледалима може се увећати до 350 m.

Понекад се поставља питање, какво увећање може да да такав инструмент? На ово излишно питање може се одговорити да се са обичним окуларом од 25 mm добија увећање од 960 пута, а са оним од 8 mm чак 3000 пута. Ипак, такво разматрање је сувишно, пошто нам приликом посматрања звезда увећање није потребно: оне свеједно остају тачке, а за проучавање планета и Месеца сада нам стоје на располагању много делотворнија средства — космичке ракете и ванатмосферске станице. Нама телескопи нису потребни због великих увећања, него ради сакупљања што је могуће веће количине светлости, пропорционалне површини односно квадрату полупречника огледала. То нам омогућава да разликујемо слабије објекте и да даље продиремо у космички простор. Највећу количину информација о температури, хемијском саставу, физичким условима, кретању звезда и других космичких објеката даје спектрална анализа, али да би се за слабе звезде добили детаљни спектри са великом дисперзијом, треба сакупити веома много светлости. Шест-метарски телескоп даје скоро један и по пута више светлости него пет-метарски са Паломарске опсерваторије, који је до данас био највећи у свету.

Зеница људског ока се при слабом светлу шири до 6 mm у пречнику. Пречник шест-метарског огледала је 1000 пута већи и зато оно сакупља милион пута више светлости. Већ први, пробни снимци су показали да се уз експозицију од пет минута добијају звезде до 23 величине, док би се под бољим атмосферским условима и дужим експозицијама могле снимити и звезде 25 величине.

Знатни део посматрачког времена на новом телескопу уступиће се сарадницима других астрономских установа за радове који се не могу извести мањим средствима. Знатан напредак у области астрономије последњих деценија у знатној мери је остварен помоћу великих телескопа. Зато се можемо надати да ће овај рефлектор који је највећи на свету донети науци нова, можда неочекивана открића.

За „Васиону“ написао
академик А. А. Михаилов

превео *Мр М. С. Димитријевић*

НЕУТРИНИ СА СУНЦА — ИМА ЛИ ИХ ИЛИ НЕ?

Судећи према геолошким подацима Сунце обасјава Земљу са практично непромењеном енергијом најмање три милијарде протеклих година. Да би се објаснило порекло ове енергије, проблема привидно није било све док су се у помоћ призивале натприродне силе. Ипак, већ у 19. веку озбиљно је постављено питање како Сунце производи своју колосалну енергију? Релативно прост рачун је показивао да то не може бити ни последица гравитационе контракције нити топлота хемијских реакција. И један и други феномен могао би, додуше, да произведе једнак ефекат, али са неупоредиво краћим трајањем.

Објашњење, које је углавном важеће и данас, дато је тек тридесетих година овог века, по открићу нуклеарних реакција и законитости везаних за њих.

Нуклеарна фузија

Ако језгра атома водоника, протоне, убрзамо до великих брзина у тзв. акцелераторима честица, и таквим пројектилима бомбардујемо „мету“ начињену од водоника (или његовог једињења) десиће се, ретко додуше, реакција коју пишемо као

$$^1H + {}^1H \rightarrow {}^2H + e^+ + \nu. \qquad (1)$$

Са ^1H овде су означени протони, са ^2H тежи изотоп водоника масе 2, деутеријум (или тачније: његово језгро — деутерон), са e^+ позитивни електрон, позитрон, а са ν неутрино, честица о којој ће даље бити више речи.

Ако протонима бомбардујемо мету која садржи деутеријум (или деутеронима бомбардујемо мету са водоником) десиће се следећа реакција

$$^2H + {}^1H \rightarrow {}^3He + \gamma \qquad (2)$$

За разлику од реакције (1) где је добивен само тежи изотоп истог елемента — водоника, овде је остварен процес нуклеарне синтезе, тј. од водоника добивен је нов елеменат, изотоп хелијума масе 3 као и један квант гама-зрачења.

Процес можемо наставити и даље и са створеним језгрима ^3He извести реакцију

$$^3He + {}^3He \rightarrow {}^4He + 2{}^1H \qquad (3)$$

дајући тежи изотоп хелијума масе 4 и два протона. Укупни биланс реакција (1) — (3) је дакле

$$4{}^1H \rightarrow {}^4He + 2\,e^+ + 2\,\gamma + 2\,\nu. \qquad (4)$$

Значајна је чињеница да су све ове реакције праћене ослобађањем великих количина енергије. Тако је укупан енергетски биланс реакције (4) 26,7 MeV (милиона електрон-волти), што прерачунато у топлотне јединице даје $2{,}6 \cdot 10^{12}$ J или простије: 4,5 милиона пута више но што би се добило сагоревањем исте количине водоника!

Код свих ових и сличних реакција честице које се сударају треба да поседују одређени минимум кинетичке енергије да би се могла савладати тзв. кулоновска баријера, тј. да се превазиђу силе одбијања које настају због истоименог наелектрисања оба партнера.

Сазнање о детаљима оваквих реакција довело је и до тумачења порекла енергије коју зрачи Сунце и звезде. Знамо да су ова небеска тела сачињена углавном од водоника и хелијума. На врло високим температурама које по свој прилици владају у њиховим унутрашњостима (милион степени и више) протони, деутерони и друга језгра могу имати брзине које омогућују остварење нуклеарних реакција, које сада називамо термонуклеарним.

Рачун показује да је овако ослобођена енергија потпуно довољна да објасни зрачење Сунца и највећег броја звезда. На овим реакцијама је заснована и теорија звездане еволуције.

Неутрини

Видимо да је нуклеарна реакција фузије водоника у хелијум праћена емисијом честица, неутрина. Иако постоје и друге нуклеарне реакције којим се ово може десити, на свако синтетизовано језгро ^{4}He, ослобађају се по два неутрина.

То су честице, како им и име каже, електрично неутралне и припадају класи елементарних честица — лептона заједно са електроном, позитроном и ми-мезонима.* Као и код фотона њихова маса мировања је равна нули и према томе се могу кретати само брзином светлости. Колико се зна, после емисије из језгра су стабилни, тј. не прелазе спонтано у друге облике. Њихова значајна карактеристика, по којој се разликују од осталих честица, је ванредно мала интеракција са околином. Израчунато је нпр. (Г. Гамов) да би тек штит олова дебљине 35 светлосних година (!) био довољан да сноп неутрина ослаби на једну половину.

Неутрини настали у нуклеарним реакцијама у језгру Сунца, према томе практично неометано напуштају његову површину. Од укупне енергије коју Сунце зрачи, око 2 одсто би требало да буде ношено неутринима. Одавде сада лако долазимо до зачуђујућег податка да *на квадратни центиметар Земљине површине у секунди треба да пада око* $6 \cdot 10^{10}$ *неутрина*! Јасно је да ће огромна већина ових честица неометано проћи кроз Земљу настављајући свој пут.

Покушаји детекције Сунчевих неутрина

Разумљива је тежња да се и докаже овај необични податак. Ово би истовремено био и једини сигуран податак у прилог наших данашњих гледишта о пореклу звездане енергије.

* Постоји најмање три врсте неутрина. Прва се назива неутрино, ν, о коме је овде реч и који настаје такође при β^+ — радиоактивном распаду; друга се врста назива антинеутрино, $\tilde{\nu}$, који је пратилац β^- — распада; трећа врста је мионски неутрино, који прати распад ми-мезона. Сви они имају веома сличне особине.

Неутрино можемо доказати под условом да изврши неку нуклеарну реакцију која ће као производе дати неку другу честицу или побуђено језгро које нормално меримо. Теоријска физика тако предсказује да ће међу мноштвом елемената и њихових изотопа, један од најефикаснијих бити ^{37}Cl (то је стабилни изотоп хлора кога у природној смеши има 24,6%). Нуклеарна реакција

$$^{37}\mathrm{Cl} + \nu \rightarrow {}^{37}\mathrm{Ar} + e^-$$

као производ треба да дâ изотоп аргона масе 37 који је радиоактиван са временом полураспада од 34 дана. Ако дакле успемо да у средини која садржи хлор докажемо настајање радиоактивног ^{37}Ar, имамо у руци и доказ о постојању неутринског тока.

Због крајње мале вероватноће одигравања ове реакције (малог ефикасног пресека) да би се могло доказати присуство радиоактивног ^{37}Ar, треба користити велике количине хлора. Тако су Рејмонд Дејвис (Raymond Davis) са сарадницима из Брукхевенске националне лабораторије у САД (Brookhaven National Laboratory, Upton, New York) конструисали уређај смештен 1500 метара под земљом (ради заштите од космичког зрачења) који се састоји од танка напуњеног са 610 тона течног хлоровог једињења C_2Cl_4 (тетрахлор-етилена). Кроз ову течност пропушта се у мехурићима гас хелијум који треба да понесе настали ^{37}Ar (такође гас) и да га доведе до бројача зрачења.

Овај експеримент траје већ 9 година*. Обрада до сада добивених података дала је неочекивани одговор: Сунчевих неутрина има знатно мање но што то рачун показује. У експерименту је просечно могао бити доказан по 1,5 радиоактивни распад ^{37}Ar дневно, што је близу доње границе осетљивости мерења овим методом!

Ово је пример негативног резултата који је изазвао приличну меру забринутости у круговима нуклеарних физичара и астрофизичара. Значи ли то да смо погрешно претпоставили порекло енергије Сунца и звезда? Или да неутрини из неког нама непознатог разлога не напуштају Сунце или не стижу до Земље?

Ако хлор није дао очекивани резултат, експеримент се може поновити са неким другим елементом, одн. његовим изотопом. Теорија указује на два прихватљива кандидата, ^{71}Ga и ^{205}Tl, изотопе ретких елемената галијума и талијума. Код првог се очекује реакција

$$^{71}\mathrm{Ga} + \nu \rightarrow {}^{71}\mathrm{Ge} + e^-,$$

тј. треба да се награди радиоактивни изотоп германијума са временом полураспада од 11 дана. Невоља је у чињеници да за експеримент треба више тона овог ретког метала. Из течног галијума (има тачку топљења само 30°C) треба црпсти германијум и мерити његову радиоактивност. Овај је експеримент у току у Совјетском Савезу, али до данас нису објављени резултати, позитивни или негативни.

Други могући кандидат, изотоп талијума, ^{205}Tl, треба да покаже реакцију

$$^{205}\mathrm{Tl} + \nu \rightarrow {}^{205}\mathrm{Pb} + e^-$$

при чему се ствара радиоактивни изотоп олова, ^{205}Pb. За разлику од претходна два случаја, када су настали радиоактивни производи краткога века, овде се добива ра-

* J. N. Bahcall i R. Davis, Jr., Science, *191*, 264 (1976)

диоизотоп са временом полураспада од 16 милиона година. Стога ће се овај изотоп *акумулирати* у неком узорку талијума током геолошког времена.

Ову идеју о коришћењу талијума недавно је објавио др Мелвин Фридман са сарадницима* из Аргонске националне лабораторије у САД (Argonne National Laboratory, Argonne, Illinois). Аутори детаљно описују планирани експеримент. Елемената талијум у облику чистог минерала треба да је у протеклих 10 милиона година био недирнут и заклоњен дубоко под земљом од деловања космичких зрака (који би могли такође произвести изотоп ^{205}Pb али другим путем). Минерал не сме садржати природног олова више од једног милионитог дела. С обзиром да се очекује налазак само по 180 атома ^{205}Pb по граму талијума, одсуство олова је веома важан предуслов. После хемијског издвајања и пречишћавања олова, из десетак килограма талијума, оно ће се подвргнути електромагнетском обогаћивању, да би се изотоп 205 одвојио од неизбежно присутних изотопа 204 и 206 природног олова. Количина присутног ^{205}Pb треба даље да буде одређена методом ласерски ексцитиране резонантне флуоресценције.**

Талијумови минерали су веома ретки у природи, што је једна од тешкоћа овог предложног експеримента. Према речима аутора, потрага за њима је показала да постоји једно једино познато место налажења таквих минерала и то у нашој земљи, на југу Македоније. На обронцима Кожуф планине налази се лежиште минерала лорандита, сулфида талијума и арсена, формуле $TlAsS_2$. Ови лепи, рубинско-црвени кристали настали су пре око 15 милиона година кристализацијом из врелих вода овог тада вулкански веома активног терена. Анализа узорака показала је задовољавајуће ниску садржину олова, а лежиште је довољно дубоко (или је то било до релативно недавно, рачунајући геолошким часовником).

Аутори се надају да ће талијумови минерали дати коначан одговор на веома фундаментална питања која се постављају. Чим се обезбеде (прилично замашна) средства за рударске радове, експеримент би у сарадњи са нашим истраживачима могао да почне и, како је планирано, за око две године интензивног рада да дâ, надајмо се, коначни одговор.

Проф. др Слободан В. Рибникар
Институт за физичку хемију
Природно-математичког факултета,
Београд

* M. S. Freedman, C. M. Stevens, E. P. Horwitz, L. H. Fuchs, J. L. Lerner, L. S. Goodman, W. J. Childs i J. Hessler, Science, *193*, 1117 (1976)

** Иако је ^{205}Pb радиоактивни изотоп, бета-емитер, за његово доказивање се не може искористити ова појава због веома ретког распада. Поред малог броја атома, ово је условљено и великим временом полураспада.

ПРИЛОЗИ ШКОЛСКОЈ НАСТАВИ

БРЗИНЕ ЗВЕЗДА

Сопствена кретања

Важан податак за астрономију јесу брзине звезда. Њихово одређивање даје нам информације о структури наше Галаксије и кретањима у њој.

Ми из посматрања одређујемо брзине звезда у односу на Сунце (уствари у односу на Земљу, а узимањем у обзир њеног кретања у односу на Сунце, долазимо до брзине звезда у односу на Сунце). Знајући брзине звезде у односу на Сунце, можемо, ако знамо кретање Сунца у односу на центар Галаксије, да одредимо брзине звезда у односу на центар Галаксије. Тако се дошло до закључка да се све звезде у нашој Галаксији крећу у односу на њен центар по путањама које су у великом броју случајева скоро кружне. Има, међутим, звезда чије су путање веома издужене. То су неке звезде које припадају популацији II.

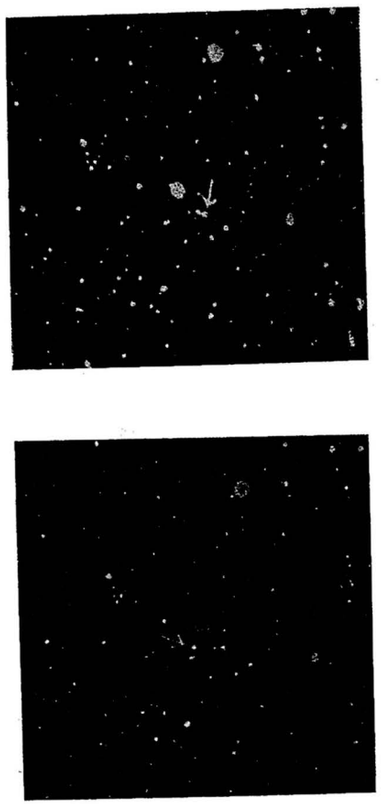
Одређивање брзина звезда није нимало лак задатак, јер су оне јако удаљене од нас, па је с тога тешко опазити њихово кретање.

Да бисмо одредили положај неке звезде на привидној небеској сфери, ми треба да знамо два угла. Који су то углови зависи од координатног система који одаберемо. Познато је да се услед ротације небеске сфере (која је уствари привидна и настаје као последица стварне Земљине ротације), мењају положаји звезда на привидној небеској сфери. Међутим, ако ми изаберемо погодан координатни систем који ротира заједно са небеском сфером, онда се у односу на ротацију небеске сфере положаји звезда не мењају. Такав систем је на пример небески екваторски координатни систем, у коме је положај звезде одређен са два угла: ректасцензијом (α) и деклинацијом (δ).

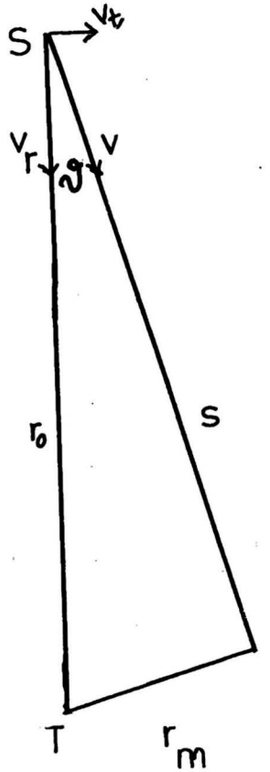
Ако се звезде крећу у простору, онда координате α и δ не могу бити увек исте. Оне се морају мењати са временом. Први закључак би стога био да у циљу одређивања кретања звезда треба само пратити временске промене њихових координата α и δ. Међутим, ситуација ни из далека није тако једноставна, јер временске промене координата би се запазиле и ако звезде мирују а посматрач се креће и координатни систем помера. Посматрач се налази на Земљи, а ова поседује читав низ кретања. Због тога посматрач који се креће заједно са Земљом, може да констатује промене небеских екваторских координата звезда које не потичу од кретања самих звезда. То су напр. прецесија, нутација, паралакса итд. Присутан је читав низ појава које утичу на промене положаја звезда на небеској сфери, те би се они мењали и да звезде мирују. Додајмо томе, да све ове појаве испољавају већи утицај на промене небеских екваторских координата звезда од самог кретања звезда, за разлику од планета где имамо обрнут случај. Разлог томе су далеко веће даљине звезда.

Због великих даљина, промене положаја звезда услед њиховог стварног кретања у простору, откривене су тек 1718. Открио их је познати енглески астроном Халеј (Halley) 1718. године, из поређења положаја звезда Арктурус и Сиријус за доба у

коме је он живео са положајима истих звезда из доба Птолемеја (II век). Тим поређењем је нашао да разлика старог и новог положаја Сиријуса износи 1/2°, а Арктуруса читав степен, и то оба ка југу. Он је ове промене приписао стварном кретању ових звезда у простору, што се показало исправним тумачењем. Касније су мерењем нађена померања и код других звезда, мада су се за друге звезде морала користити мерења из много мањег временског интервала. Да би се кретања звезда могла међусобно поредити, уведен је појам *сопственог кретања*. То је по дефиницији лук



Сл. 1 Кретање звезде са највећим сопственим кретањем познате под именом Барнардове звезде. Горњи снимак је начињен 23. августа 1894, а доњи 30. маја 1916. Барнардова звезда је означена стрелицом. За дати интервал од 22 године она се померила за око осмину Месечевог угловног пречника. Обе фотографије су са Јеркске опсерваторије.



Сл. 3. Схематски приказ кретања Барнардове звезде у временском размаку у току кога се може занемарити промена правца кретања звезде. Земља је означена Т. Ознаке су исте као и у тексту.

који звезда на небу пређе за годину дана због свог стварног кретања у простору. Иако, назив није најподеснији, он се из историјских разлога и до данас задржао. Сопствена кретања се по правилу изражавају у лучним секундама за годину (″/год).

Све до овог Халејевог открића звезде су сматране за непокретна тела. Отуда потиче назив некретнице. Међутим, оне се крећу кроз васионски простор брзинама и до стотинак километара у секунди у односу на Сунце. Но како су оне јако далеко од нас, угаона промена њихових положаја за временски период од годину дана износи у најбољем случају свега десет лучних секунди. Сопствена кретања звезда већином су мања од 0″,1 годишње. Сопствена кретања означавају се са μ.

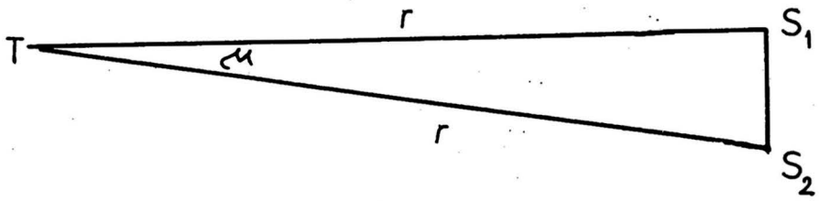
Приликом одређивања сопствених кретања могу се користити два начина: релативно и апсолутно одређивање.

Релативна сопствена кретања су померања звезда у односу на слабе звезде видног поља за које се уочава да имају мала сопствена кретања (слика 1). Она се откривају поређењем плоча снимљених у интервалу од 10 до 50 година, по могућству са истим инструментом. Таква поређења се врше на специјалном уређају званом блинк-микроскоп, кроз који се наизменично виде једна и друга плоча. Промена слике плоча у пољу вида износи неколико пута у секунди. Ако се нека звезда померила у односу на друге, посматрач ће запазити, као на филмском платну, како она привидно скаче у видном пољу.

Редукција на тзв. апсолутна сопствена кретања се врши мерењем тзв. апсолутних небеских екваторских координата (α, δ). За ту сврху се користе мерења тзв. меридијанским инструментима. Недавно је Шеин (Shane) као систем референце почео да узима удаљене галаксије, јер се оне могу сматрати практично непомичним на небеском своду. При поређењу апсолутних координата препоручљиво је узети мерења која су извршена у размаку од бар 50 година. За већину сјајних звезда положај је могуће наћи чак и у неколико звезданих каталога.

Данас су позната сопствена кретања за преко 200 000 звезда, Од њих је за свега 330 звезда сопствено кретање веће од 1″ годишње, према Луйтену (Luyten).

Када знамо сопствено кретање неке звезде, можемо израчунати компоненту њене брзине у равни нормалној на правац посматрања. Та се компонента назива *трансверзална* (или *тангенцијална*) *брзина* и дефинише се као пут изражен у километрима који звезда пређе у 1 секунди у равни нормалној на правац посматрања. Трансверзална брзина се обично означава са v_t. Правац посматрања је права која спаја око посматрача са звездом коју он посматра (види сл. 2).



Сл. 2

Сопствено кретање звезде S. Посматрач се налази на Земљи Т.

На слици 2 представљена су два положаја S_1 и S_2 једне те исте звезде S. Звезда S је доспела у положај S_2 из положаја S_1 за временски период од годину дана. Пошто су звезде јако удаљене од нас, можемо сматрати практично да је растојање звезде S од Земље исто у оба ова положаја. Другим речима S_1S_2 се може сматрати кружним луком на сфери полупречника r. Однос кружног лука и полупречника једнак је, као што је познато, централном углу израженом у радијанима. Будући да положајима звезде S на слици 2 одговара временска разлика од годину дана, централни угао који одговара кружном луку S_1S_2, изражен је у лучним секундама, износи тачно μ, тј. бројно је једнак сопственом кретању звезде S. Један радијан има приближно 206 265 лучних секунди. Значи можемо написати:

$$S_1S_2 = \mu \times r \times 1/206\,265 \tag{1}$$

где су дужина кружног лука и растојање звезде изражени у истим јединицама. Лук S_1S_2 представља пут који звезда S пређе за годину дана, крећући се трансверзалном брзином v_t километара у секунди. Тај пут износи у километрима:

$$l = v_t \times 3{,}156 \times 10^7 \tag{2}$$

где је $3{,}156 \times 10^7$ број секунди у години. Ако растојање до звезде S износи бројно r парсека, онда ће на основу формуле (1) количник кружног лука S_1S_2 израженог у километрима и полупречника r израженог у парсецима бити:

$$l/r = \frac{3{,}156 \times 10^7\, v_t}{3{,}086 \times 10^{13}\, r} = 1{,}022 \times 10^{-6}\, v_t/r \tag{3}$$

јер један парсек има $3{,}086 \times 10^{13}$ km. Према изразу (1) количник у једначини (3) није ништа друго до вредност сопственог кретања звезде S изражена у радијанима.

Дакле, можемо писати да је

$$v_t/r = \frac{10^6 \mu}{1{,}022 \times 206\,265}\,. \tag{4}$$

Сређивањем бројчаних фактора у изразу (4) добијамо коначни израз за трансверзалну брзину изражену преко сопственог кретања μ и растојања r до звезде.

$$v_t\ (\mathrm{km/s}) = 4{,}74\ \mu\ (''/\text{година})\ r\ (\mathrm{pc}). \tag{5}$$

Изразу (5) можемо дати и други облик ако растојање r заменимо са добро познатом везом

$$r\ (\mathrm{pc}) = 1/p('')\,. \tag{6}$$

Тако добијамо да је

$$v_t\ (\mathrm{km/s}) = 4{,}74\ \mu\ (''/\text{година})\ /\ p\ (''). \tag{7}$$

Радијалне брзине

Не можемо очекивати да се све звезде у односу на Сунце крећу тако да да правац кретања лежи у равни нормалној на правац посматрања. У општем случају правац кретања звезде и раван нормална на правац посматрања која је у ствари раван тангенцијална на небеску сферу у тој тачки, заклапају неки угао. Да бисмо могли да одредимо укупну брзину звезде у односу на Сунце, морамо одредити и другу њену компоненту, ону дуж правца посматрања. Та се друга компонента назива *радијална брзина* јер лежи у правцу радиуса небеске сфере.

Радијална брзина се одређује на основу формуле за Доплеров (Doppler) ефекат. Као што је познато, овај се ефекат састоји у томе што ако се извор неких таласа приближава или удаљава од посматрача, тада таласне дужине тих таласа мењају своје вредности у односу на таласне дужине у случају када је растојање извор-посматрач непромењиво. Знак промене таласне дужине је позитиван када се извор удаљава од посматрача јер тада таласна дужина расте, а негативан када се извор приближава.

У примени на звезде као изворе светлости ово даје следећу формулу за радијалну брзину v_r:

$$v_r = c\,\frac{\Delta\lambda}{\lambda}\,, \tag{8}$$

где је c брзина светлости, λ таласна дужина неке линије у спектру звезде, а $\Delta\lambda$ промена таласне дужине те линије услед промене растојања те звезде од нас. Према томе радијална брзина представља износ промене растојања звезде од Сунца у јединици времена. Та се промена изражава у километрима у секунди.

Величина која се одређује из посматрања јесте промена таласне дужине $\Delta\lambda$. Један од начина је следећи: уређај за снимање спектра звезде, спектрограф се поставља на окуларни крај телескопа, тако да му прорез буде у жижи објектива. Заједно са спектром звезде се фотографише спектар лабораторијског извора са сјајним линијама, обично гвожђа или титана, који је постављен тако да фотографија његовог спектра буде испод и изнад фотографије спектра звезде. Фотографија спектара или спектрограм се проучава под микроскопом. Поређењем линија у спектру звезде и лабораторијског извора, налазе се помаци линија у спектру звезде, проузроковани Доплеровим ефектом, пошто у спектру лабораторијског извора нема помака линија, јер се његово растојање од посматрача не мења.

Каталог Вилсона (Wilson) садржи радијалне брзине за више од 15 000 звезда. Те брзине најчешће износе до 30 km/s, док су брзине преко 100 km/s ретке.

На крају, ако имамо и радијалну и трансверзалну брзину за неку звезду, онда можемо наћи њену брзину у односу на Сунце. Та се брзина назива *просторном брзином*. Према правилу за слагање брзина просторна брзина звезде, коју ћемо означити са v, износи:

$$v = \sqrt{v_r^2 + v_t^2}\,. \tag{9}$$

Правац кретања звезде (правац просторне брзине v) је одређен следећим обрасцем:

$$\cos\vartheta = v_r/v, \tag{10}$$

где је ϑ угао који међусобно заклапају правац посматрања и правац кретања звезде.

АСТРОНОМСКО ДРУШТВО "РУЂЕР БОШКОВИЋ"

Одређивање сопствених кретања задатак је практичне астрономије, а одређивање радијалних брзина практичне астрофизике.

Радијалне брзине су доступне за одређивање и код веома далеких објеката, за разлику од сопствених кретања која су доступна за ближе објекте.

Сопствена кретања и радијалне брзине, одређене из посматрања, оптерећене су Сунчевим кретањем у односу на центар Галаксије. Да би се добили њихови износи који потичу само од кретања звезда, морају се ове величине ослободити утицаја Сунчевог кретања. Тако добијена сопствена кретања звезде називају се *властитим кретањима*.

Задаци

1. Звезда са највећим сопственим кретањем тзв. „летећа" Барнардова звезда има сопствено кретање 10″, 31 и паралаксу 0″, 552. Колико износи њена трансверзална брзина?

Решење: $v_t = 4{,}74\ \mu\ p = 4{,}74 \times 10{,}31/0{,}552 = 88{,}53$ km/s

2. Сиријус има паралаксу $p = 0''{,}371$, а сопствено кретање 1″,315 годишње. Колико износи његова трансверзална брзина?

Одговор: $v_t = 16{,}8$ km/s

3. Одредити просторну брзину Веге ако њена радијална брзина износи —14 km/s, сопствено кретање 0″,348 годишње, а паралакса 0″,124.

Решење: Према формули (7) из текста имамо:

$$v_t = 4{,}74 \times 0{,}348/0{,}124 = 13{,}3 \text{ km/s}.$$

На основу формуле (9) налазимо просторну брзину:

$$v^2 = (-14)^2 + 13{,}3^2 = 196 + 176{,}96 = 372{,}96$$

$$v = 19{,}3 \text{ km/s}.$$

4. Просторна брзина β Јужног Крста износи 21 km/s, а радијална 13 km/s. Израчунати трансверзалну брзину.

Одговор: $v_t = 16{,}49$ km/s.

5. Дати су просторна брзина звезде v, радијална брзина v_r и паралакса p_0 у тренутку t_0. Наћи после колико времена ће та звезда бити на најкраћем растојању од Сунца, колико износи то растојање и колико ће бити тада радијална брзина и сопствено кретање. (Упутство: претпоставити да је просторна брзина звезде константна у том временском размаку.)

Рад:

У тренутку када је звезда најближа Сунцу правац њеног кретања заклапа прав угао са правцем посматрања (сл. 3). Из правоуглог троугла на слици 3. имамо следеће релације:

$$\cos\vartheta = v_r/v, \quad s = r_0 \cos\vartheta\,. \tag{1}$$

Са s је означен пут који звезда превали, крећући се праволинијски константном брзином v (према претпоставци задатка), од тренутка t_0 до тренутка t када буде најближа Сунцу. У тренутку t_0 звезда је према слици 3. на удаљености r_0 од Сунца.

Та удаљеност није дата у задатку, али је зато дата паралакса p_0 за тренутак t_0. Преко ње можемо лако наћи r_0 по формули (6) из текста. Проблем је овде да се нађе време протекло од тренутка t_0 до тренутка t. Обележимо то време са τ.

$$\tau = t - t_0. \tag{2}$$

За њега налазимо да износи:

$$\tau = s/v,$$

па је

$$\tau = r_0 \frac{v_r}{v^2}. \tag{3}$$

Најкраће растојање звезде до Сунца биће:

$$r_m = r_0 \sin\vartheta, \qquad r_m = r_0 \frac{v_t}{v}. \tag{4}$$

Како правац посматрања заклапа прав угао са правцем кретања звезде у тренутку када је ова најближа Сунцу, радијална брзина звезде ће бити у том тренутку једнака нули. То значи да ће трансверзална брзина тада бити једнака просторној брзини v. Из израза (5) у основном тексту, налазимо онда сопствено кретање звезде за тренутак када је ова најближа Сунцу:

$$\mu = v/(4{,}74\ r_m), \tag{5}$$

што представља крај решења задатка.

6. Одредити тренутак када ће „летећа" Барнардова звезда бити најближа Сунцу ако су савремени подаци за ову звезду следећи:

$$v_r = -108 \text{ km/s}, \ p = 0''{,}552 \text{ и } \mu = 10''{,}31.$$

Одговор: После 9810 година.

7. Наћи паралаксу p и сопствено кретање μ Барнардове звезде после 2000 година. (Упутство: за податке погледати претходни задатак).

Одговор: $p = 0''{,}624$. $\mu = 13''{,}20$.

8. Линија H_α има таласну дужину 6563 Å за извор који је на константном растојању од посматрача. У спектру једне звезде константован је помак ове линије од $\Delta\lambda = +2$Å. Да ли се та нама приближава или се удаљава од нас и којом брзином?

Одговор: Удаљава брзином $v_r = 91{,}5$ km/s.

9. У спектру звезде нађен је помак $\Delta\lambda = -1$ Å за линију чија таласна дужина износи $\lambda = 4000$ Å. Наћи радијалну брзину те звезде?

Решење: Према формули (8) из основног текста имамо:

$v_r = 3 \times 10^7$ km/s $(-1/4000) = -75$ km/s. Звезда се приближава.

10. У спектру неке звезде нађен је помак $\Delta\lambda = -0{,}35$ Å за линију таласне дужине $\lambda = 4816$ Å. Ако њено сопствено кретање износи $\mu = 2''{,}01$, а паралакса $p = 0''{,}242$, наћи њену просторну брзину.

Одговор: 45 km/s.

Мр J. Милоградов-Турин
Слободан Нинковић

РЕФРАКЦИЈА

Светлосни зрак, прелазећи из једне хомогене материјалне средине у другу, прелама се више или мање у зависности од индекса преламања тих средина (сл. 1). Веза између упадног (i_1) и преломног угла (i_2) дата је Декарт-Снелијусовом релацијом

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2 \qquad (1)$$

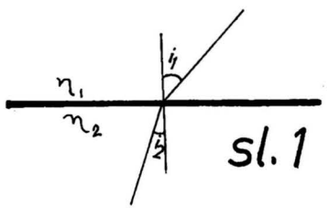
где су n_1 и n_2 индекси преламања поменутих граничних средина.

На исти начин, светлосни зрак који потиче од неког небеског тела, пре него што дође у око посматрача, мора прво да пређе границу безваздушни простор-Земљина атмосфера услед чега бива преломљен. То има за последицу привидну промену положаја тог објекта на небеској сфери за неки угао r. Ова појава се назива астрономска рефракција, а угао r угао рефракције или само рефракција.

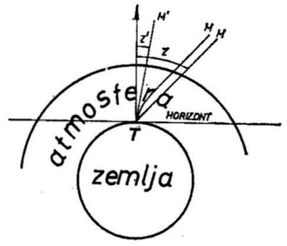
На слици 2. представљен је утицај рефракције на зенитну даљину небеског тела, одакле је очигледно

$$z - z' = r \qquad (2)$$

дде је z зенитна даљина небеског тела M када не би било атмосфере, а z' зенитна оаљина са урачунатом рефракцијом (мерена зенитна даљина). Пошто је увек z веће гд z' (изузев за $z=0°$ када је $r=0$ и $z=z'$), видимо да се, услед рефракције, небеско тело помера навише (од хоризонта ка зениту) за угао r. Величина r је утолико већа, уколико је небеско тело ближе хоризонту, а највећа је када је тачно на хоризонту. Онда се оно у стварности налази испод хоризонта.

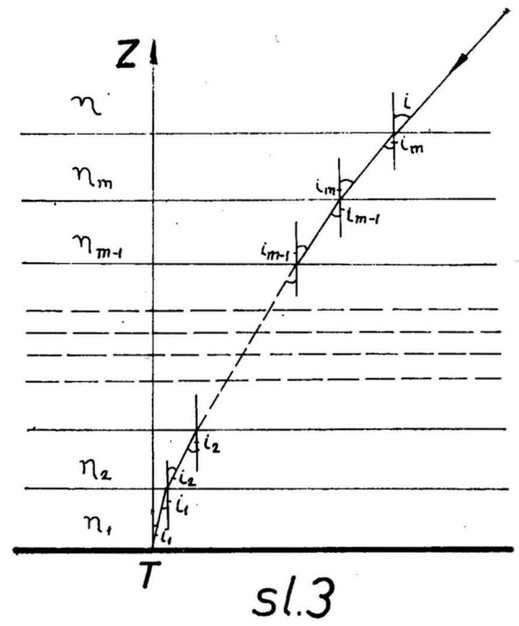


sl. 1



sl. 2

Тачно израчунавање рефракције у функцији зенитне даљине повезано је са великим тешкоћама. У првом реду, због тога што Земљина атмосфера није хомогена средина. Њена густина опада са висином. Зато на сл. 2. светлосни зрак у ваздуху није представљен правом линијом, (како би требало у случају кретања кроз хомогену средину) него кривом и то утолико више закривљеном што је густина ваздушног слоја већа, односно индекс преламања већи. Осим тога густина атмосфере је, са своје стране, функција променљивих величина (углавном температуре и притиска) што још више отежава сазнавање тачног облика њене расподеле.



sl. 3

Овде ћемо извести приближан израз за израчунавање рефракције, чија се апроксимација састоји у претпоставци да је Земљина површина равна и да се атмосфера састоји из мноштва танких планпаралелних слојева са различитим индексима преламања (сл. 3). То можемо да урадимо и због чињенице што је полупречник Земље много пута већи од висине атмосфере (бар оног дела који највише учествује у рефракцији, а он износи око 70 km). Оваква слика је утолико ближа стварној уколико је z мање, а број ових дискретних слојева већи.

Изделимо атмосферу на m горе описаних слојева. Почевши од најнижег, обележимо њихове индексе преламања са $n_1, n_2, n_3, \ldots, n_m$, подразумевајући да је n изнад атмосфере једнако јединици. Јасно је да

$$n_1 > n_2 > n_3 > \ldots > n_m > 1$$

због чега се светлосни зрак више ломи на мањим висинама.

Нека светлост, која долази од неког небеског тела, пада на m-ти слој под углом i у односу на нормалу (правац ка зениту). Преломни угао је i_m који је уједно и упадни угао зрака за слој $m-1$, индекса преламања n_{m-1}. Светлост тако наставља да се прелама прелазећи из једне хомогене средине у другу, све дотле док не дође до посматрача T који се налази у најнижем слоју. Он тада види објект под углом i_1 у односу на нормалу.

Приметимо да су углови i и i_1 уствари зенитне даљине z и z'.

Примењујући Декарт—Снелијусово правило на границу свака два слоја можемо сада писати

$$\begin{aligned} n \sin i &= n_m \sin i_m \\ n_m \sin i_m &= n_{m-1} \sin i_{m-1} \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ n_2 \sin i_2 &= n_1 \sin i_1 \end{aligned} \qquad (3)$$

одакле је

$$n \sin i = n_1 \sin i_1$$

односно

$$\sin z = n_1 \sin z' \tag{4}$$

Заменом z из (2) у (4) имамо

$$\sin (z' + r) = n_1 \sin z'. \tag{5}$$

Развијајући леву страну по адиционој формули и стављајући $\cos r = 1$ и $\sin r = r$ јер је r мали угао, једначину (5) можемо добити у облику

$$\sin z' + r \cos z' = n_1 \sin z'$$

одакле се за r у радијанима добија

$$r = (n_1 - 1) \operatorname{tg} z'. \tag{6}$$

Видимо да рефракција за константну зенитну даљину, зависи само од индекса преламања приземног слоја, а не зависи од закона његове промене са висином, односно од индекса преламања виших слојева.

Формула (6) може се изразити у облику подеснијем за праксу ако се индекс преламања представи преко густине која је, као што је већ речено, функција температуре и притиска. Када се та веза узме у обзир добија се рефракција у зависности од температуре и притиска

$$r = k \frac{b}{760} \frac{273}{273 + t^\circ} \operatorname{tg} z'$$

где је b атмосферски притисак у mmHg, t температура у °C, а k константа која се одређује физичким експериментима или астрономским посматрањима. Утврђено је да је $k = 60'',25$ (за r изражено у лучним секундама). Када је $t = 0°\text{C}$ и $b = 760\text{mmHg}$ рефракција износи

$$r_0 = 60'',25 \operatorname{tg} z'$$

и назива се средња или нормална рефракција.

Треба имати у виду да је формула (7) приближна и да је применљива само за $z < 70°$ са тачношћу до $1''$. За $z > 70°$ настају велике разлике између праве и овако израчунате рефракције. На пример, за $z = 90°$ по формули се добија $r = \infty$ док је у стварности $r \approx 35'$.

Тачнија формула за израчунавање рефракције добија се на много сложенији начин. За њу је поред температуре и притиска потребно знати још читав низ допунских елемената (боја посматраног објекта, влажност ваздуха, географска ширина и висина места посматрања, локално стање атмосфере емпиријским путем утврђено итд.) што у многоме компликује теорију рефракције и чини је предметом посебних проучавања.

Питања и задаци

1. Објаснити како утиче рефракција на координате неког небеског тела у хоризонтском, еклиптичком и екваторијалном систему. Када постоји тај утицај?

Одговор: У општем случају рефракција утиче на све координате изузев азимута. На њега не утиче због закона о преламању светлости који захтева да нормала, упадни

и преломни зрак леже у истој равни. Зато правци TM, TM′ и TZ (сл. 2) морају лежати у једној вертикалној равни која пролази кроз зенит.

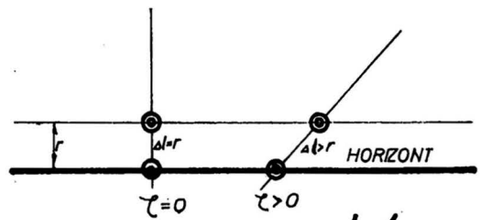
Утицај на зенитну даљину, као што је већ речено, не постоји само када је $z = 0°$. У осталим случајевима он је негативан (јер се z смањује).

Рефракција не утиче на ректасцензију и часовни угао само када посматрано небеско тело кулминира. У осталим случајевима утицај је позитиван или негативан у зависности од тога како се секу кругови константних ректасцензија (или часовних углова) са вертикалним круговима (круговима константних азимута).

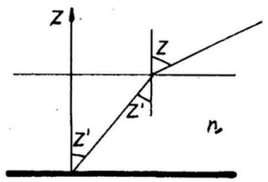
Утицај на деклинацију и еклиптичке координате увек постоји (изузев у случају постојања тренутка када је $z = 0°$ или у тренутку кулминације ако би λ било $\lambda = 90°$ или $\lambda = 270°$ јер онда не би постојао утицај на λ). Знак се одређује на сличан начин као и за ректасцензију.

2. Какав је изглед Сунца и пуног Месеца у близини хоризонта?

Одговор: Услед рефракције мења се облик кружних дискова Сунца и Месеца приликом њиховог изласка и заласка. Рефракција доњих рубова тих тела је близу хоризонта око 6′већа од рефракције њихових горњих рубова. На величину пречника паралелног са хоризонтом рефракција не утиче, тако да Сунце и Месец у близини хоризонта добијају облик доста спљоштених дискова, при чему је страна ближа хоризонту спљоштенија.



sl.4



sl.5

3. Могу ли се Сунце и пун Месец видети изнад хоризонта истовремено?

Одговор: Обзиром да је хоризонтска рефракција $\approx 35'$, а привидни пречници Сунца и Месеца $\approx 30'$, они се могу видети у тренутку своје опозиције.

4. Да ли рефракција увеличава видљиву површину Сунчевог диска у близини хоризонта?

Одговор: Не. Напротив, умањује је (види одговор на друго питање).

5. Да ли се изглед сазвежђа мења услед рефракције?

6. За колико утицај рефракције продужава обданицу у неком месту на екватору?

Одговор:

$$\Delta l = \frac{35' + 35'}{15} \approx 4{,}7 \text{ min} \approx 5 \text{ min}.$$

7. Да ли је то продужење веће или мање са порастом географске ширине? Објаснити.

Одговор: Са порастом φ расте утицај рефракције на дужину обданице јер је онда Сунчев дневни лук нагнутији према хоризонту (в. сл. 4). Δl је утолико веће од r уколико је φ веће.

8. Колико би био индекс преламања атмосфере, под претпоставком да је она константне густине и дебљине, а Земљина површина равна?

Израчунати његову бројну вредност ако су познати рефракција $r=60''$ и зенитна даљина $z'=45°$ неког небеског тела у истом тренутку.

Одговор: Директном применом Декарт—Снелијусове релације (сл. 5), уз исте апроксимације као приликом извођења формуле (6) (cos $r=1$ и sin $r=r$) добија се израз за рефракцију еквивалентан изведеноме, одакле имамо

$$n=r \operatorname{ctg} z'+1$$

Заменом бројних вредности добија се

$$n=r+1=\frac{60}{206265}+1=1.000291.$$

9. Израчунати са тачношћу до 1'', утицај рефракције на зенитно растојање неке звезде према следећим подацима: притисак ваздуха $b=755{,}33$mmHg, температура $t=-11{,}5$°C, мерена зенитна даљина $z'=40°57',8$.

Одговор: Применом формуле (7) добија се $r=54''$.

10. На географској ширини 55°45′20′′ мерена зенитна даљина звезде у тренутку њене горње кулминације износи $z'=47°59'48''$. Колика је деклинација те звезде ако се узме у обзир средња рефракција?

Решење: $\delta=\varphi-z=\varphi-z'-60''25 \operatorname{tg} z'=+7°44'25''$

11. Показати да се константа средње рефракције може одредити из мерења зенитних даљина циркумполарних звезда у тренуцима њихових горњих и доњих кулминација преко израза

$$k=\frac{180°-(2\varphi \pm z_g'+z_d')}{\operatorname{tg} z_d' \pm \operatorname{tg} z_g'}$$

Решење: У тренутку горње и доње кулминације, зенитне даљине износе

$z_g=\delta-\varphi$ или $z_g=\varphi-\delta$ (горња)
$z_d=180°-\delta-\varphi$ (доња)

Из овог система, елиминацијом δ и изражавањем z преко z', добија се једначина из које се може k изразити на горе наведени начин.

12. Посматрана зенитна даљина звезде β Малог Медведа износила је у тренутку горње кулминације 24°02′08′′, а у тренутку доње 53°51′51′′. Наћи географску ширину места посматрања и деклинацију звезде узимајући у обзир средњу рефракцију.

Решење: Постоје два решења, у зависности од тога да ли је горња кулминација северно или јужно од зенита. За дате зенитне даљине, могу се очекивати две приближне вредности за деклинацију: $\delta\approx 75°$ за северну и $\delta\approx 50°$ за јужну кулминацију. Обзиром да се ради о звезди чија се деклинација бар приближно познаје, треба одбацити другу могућност. То значи да β Малог Медведа има, у овом случају, горњу кулминацију северно од зенита. Имајући то у виду за φ и δ добијамо:

$$\varphi=\frac{180°-z_d'-z_g'-k(\operatorname{tg} z_d'+\operatorname{tg} z_g')}{2}=51°02'06''$$

$$\delta=\frac{180°-z_d'+z_g'-k(\operatorname{tg} z_d'-\operatorname{tg} z_g')}{2}=+75°04'41''.$$

Бора Јовановић

ПОСМАТРАЧКИ ПРИЛОЗИ

РАСПАД СТАЦИОНАРНОГ БОЛИДА ПОСМАТРАН КРОЗ ТЕЛЕСКОП

У ноћи 01. VII 1976. год. око 19^hTU, посматрајући Месец са терасе Народне Опсерваторије приметио сам сјајан објект. Био је наранџасто-црвене боје, сјаја око -2^m (оцена сјаја није прецизна, јер још није била наступила потпуна ноћ; Сунце је зашло у $18^h27^m,5$). Налазио се 7°—10° северно од алфе Волара (Арктур), а хоризонтске координате су приближно износиле $h=80°$, а $A=10°$. Усмерио сам рефрактор *Zeiss* 110/2040 *mm* ка објекту. У окулару 80× увећања (видно поље телескопа је са тим увећањем 37′20″), видела се експлозија болида и разлетање црвених делова на све стране, у трајању од око 1^s. Из овога сам закључио да је у питању стационарни болид, који се кретао тачно ка Народној Опсерваторији. Укупно време трајања пада болида је износило око 5^s. Вероватно је припадао року Ботида, иако је мало касније (Ботиди трају од 26. до 30.VI). Распад болида гледан кроз телескоп је био врло леп и узбудљив призор. Појаву је голим оком видело неколико сарадника Опсерваторије, као и неколико посетилаца.

Јовановић Љубиша,
сарадник Народне Опсерваторије

ДЕЛИМИЧНО ПОМРАЧЕЊЕ МЕСЕЦА 13. 5. 1976.

Помрачење сам посматрао кроз совјетски сателитски телескоп АТ-1 (повећање 6 пута) и добио следеће резултате:

20^h16^m СЕВ: први контакт Месеца са сенком. Месец је жућкасте боје што потиче од близине хоризонта, а руб сенке сив.
20^h25^m СЕВ: сенка дотиче кратер Њутн и прелази преко њега око 45 s.
20^h39^m СЕВ: сенка дотиче руб кратера Клавиуса и с обзиром на његову величину прелази преко њега око 3^m што значи да је Клавијус био потпуно у сенци у 20^h42^m.
20^h53^m СЕВ: максимум помрачења сенка на нешто мање од 0,1 дијаметра Месеца од кратера Тихо. Руб сенке зеленкасто жуте боје а Месец по ободу жут.
20^h59^m: руб Клавиуса појављује се у сенци. Руб сенке је сивкасто зелене боје.
21^h00^m—21^h04^m: Месец у облацима.
21^h07^m—21^h20^m: Месец у облацима.
21^h21^m: Кратер Њутн излази из сенке. Његово излажење траје за око 15 s више него улажење.
21^h31^m: још се види слабо затамњење које се голим оком једва примећује. Руб сенке потпуно сив.
21^h32^m: крај помрачења.

Сви временски подаци дати су по СЕВ-у.

Мирковић Александар

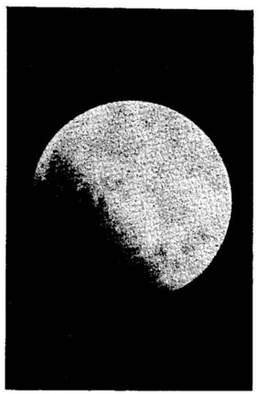
DELIMIČNO POMRAČENJE MESECA 13. V 1976. GODINE

U Novom Sadu pomračenje je praćeno vizuelno i fotografski, iako je Mesec u većim intervalima bio pokriven oblacima. Posmatranja su počela od $20^h\ 25^m$ SEV, kada je Mesec postao vidljiv i trajala su do 21^h SEV.

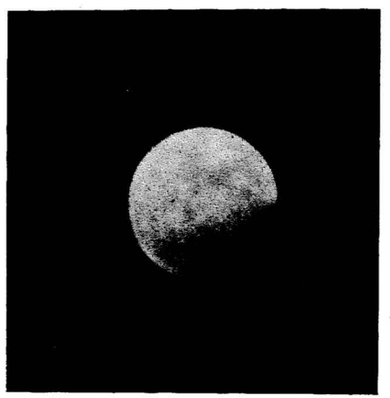
Vizuelno posmatranje pomračenja obavljala je ekipa u sastavu: Stojaković Branka, Terečik Laslo, Fazekaš Antal i Zoran Milojević. U $20^h\ 58^m$ SEV senka je bila siva i veoma tamna. U senci nisu se videli nikakvi objekti. Polusenka je bila vrlo jaka. Senka je zahvatila kratere Šiler, Longomontan, Klavije i Šajner. Rub senke se nalazio blizu kratera Magin, Tiho i prolazio pored kratera Šikard. Korišten je teleskop 1150/76,2.

Fotografsko posmatranje obavljala je ekipa u sastavu: Tomislav Kiršek, Antal Takač i Ivana Mihajlov. Napravljeno je 46 snimaka pomoću teleskopa 800/80, u žiži produženoj Barlovljevim sočivom. Film Ilford HP 4, od 27 DIN. Priložena fotografija napravljena je u TU $19^h\ 42^m\ 07s$, sa ekspozicijom 1/2 s. Snimio: Kiršek Tomislav. (Sl. 1)

Terečik Laslo



Sl. 1



Sl. 2

POSMATRANJE DJELIMIČNOG POMRAČENJA MJESECA

Dvije ekipe mladih astronoma DAA Ploče, od po pet članova posmatrale su pomračenje Mjeseca 13. V 1976. g. od $20^h\ 15^m,7$ do $21^h\ 32^m,9$ SEV. Većini članova ovo je bio prvi susret sa djelomičnim pomračenjem Mjeseca, pa smo se ograničili isključivo na promatranje pomračenja i fotografiranje tijeka pomračenja.

Fotografirali su Planinić Slobodan, Raić Martin, Antić Slobodan i Haleta Gordana. Korišteni su Praktica L sa teleobjektivom 5/180, Zenit 3M i dva Zorki 4. Filmovi ORWO 20. Priložena fotografija snimljena je u $19^h\ 54^m$ TU, pomoću teleobjektiva 5/180. Ekspozicija 1/10 s. (Sl. 2)

Vizuelna promatranja vršena su jednim binokularom 10 x 50 i reflektorom 40/400 mm, sa povećanjem 15 puta.

Planinić Slobodan, Ploče

PROMATRANJE KOMETA BRADFILD 1975 p

Prema koordinatama koje je objavio B. Marsden pronašao sam komet Bradfild 1975 g. Promatranje sam vršio teleskopom reflektorom 140/1400 mm, s okularom žižne daljine 50 mm. Vidno polje je iznosilo oko 1°.

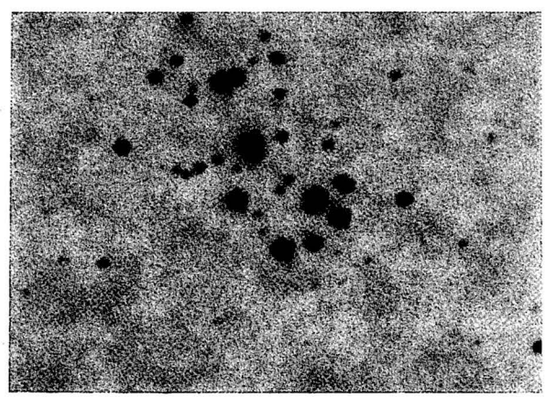
Komet sam promatrao prvi put 8. I 1976. g. Nalazio se oko 2° iznad zvijezde γ Aquilae. Mjesec je bio u prvoj četvrti, a Aquila nisko nad zapadnim horizontom. Zbog toga komet se vidio kao magličast objekat slabog sjaja. Rep i drugi detalji nisu se mogli vidjeti. Pokušao sam usporediti sjaj kometa sa sjajem Crab maglice i našao da je komet slabijeg sjaja za oko jednu zvijezdanu veličinu. To je vjerojatno netočno, jer su uslovi za promatranje Ml bili daleko bolji.

Slijedeće večeri, 9. I ponovo sam promatrao komet. Sada se znatno udaljio od γ Aquilae i sjaj mu je, zbog povećanog sjaja Mjeseca nešto opao. Ni ovog puta nikakvi detalji nisu primjećeni.

Zbog oblačnosti, slijedećih dana nisam mogao promatrati, sve do 16. I, a tada je Mjesec bio previše sjajan. Kako ne raspolažem zvjezdanim atlasom nisam mogao odrediti koordinate. To je bilo moje prvo posmatranje nekog kometa.

Zeman Mato, Kloštar Podravski

ВЛАШИЋИ



Редакција добија многобројне прилоге астронома аматера, најчешће снимке разних астрономских појава и објеката. Због непотпуности података и не увек задовољавајућег квалитета не можемо их све објавити. Међутим, то не треба да обесхрабри оне који их шаљу.

Објављујемо негатив копију отвореног звезданог јата Влашићи (M 45, Pleiades), снимак Пашка Златка из Старе Пазове. Фотографисао је 29. IX 1976. године помоћу астрокамере 40/120 mm, на филм Ilford HP-4. Експозиција 15 минута.

НОВОСТИ И БЕЛЕШКЕ

Čudesni objekt u sazvežđu Strelca. — Radio-izvor, poznat kao G2,4+1,4, nalazi se u sazvežđu Strelca, u gustom zvezdanom oblaku svega 2°,8 od pravca ka centru Galaksije. Optički, ovaj radio-izvor se pojavljuje u crvenoj svetlosti kao slab magličasti prsten, prečnika od oko 5′.

Prirodu ovog objekta razmatrao je u časopisu „Astrophysical Journal" Hugh M. Johnson iz Lockheed Missiles and Space Co. On je analizi svog prethodnog rada, dodao nove rezultate: kartu objekta snimljenog u radio-području koju je sam načinio i rezultate spektroskopskog proučavanja, objavljenog na Interameričkoj opservatoriji Sero Tololo u Čileu.

Merenja radio-fluksa vršena su na raznim frekvencijama i izgleda da je zračenje netermalnog porekla, što potvrđuje i novi Johnson-ov rad na 15,5 GHz (talasna dužina 1,94 cm). Takvo netermalno zračenje trebalo bi da ukaže da je G2,4+ +1,4 ostatak supernove, što se ne događa sa pekularnim tipom zvezde u maglini.

Ova jako plava, sporo promenljiva zvezda 14. prividne veličine, ima spektar koji podseća na one koji pripadaju nekim centralnim zvezdama u planetarnim maglinama, ali u ekstremnom obliku. Okarakterisan je širokim emisionim linijama kiseonikovih atoma koji su izgubili po pet elektrona. Izgleda da zvezda izbacuje masu brzinama od po više hiljada km/s. Sa apsolutnom veličinom grubo procenjenom na —5 ili —6, zvezda je suviše sjajna da bi bila pređašnja supernova.

Dr Johnson se pita nije li možda bliski pratilac vrele zvezde jednom eksplodirao kao supernova. Da li je možda G2,4+1,4 ostatak jedne supernove koju sada osvetljava jedna nesupernova?

Sky and Telescope, decembar, 1975.

preveo *S. Ninković*

Sunce kao promenljiva zvezda. — Da li je za poslednje četiri godine Sunčev sjaj porastao za nekoliko procenata? To je jedan način za interpretiranje posmatranja G. W. Lockwod-a sa Lowell-ove opservatorije, o čemu je objavljen izveštaj u časopisu „Science" od 7. novembra 1975. godine.

Posmatranja o kojima je reč su fotoelektrična merenja koja se odnose na Uran, Neptun i Saturnov satelit Titan i koja su započela još 1972. godine na Lowell-ovoj opservatoriji. Kako sva tri objekta sijaju odbijenom Sunčevom svetlošću, ako Sunce oslabi u sjaju ili pojača svoj sjaj, reakcija na to će biti promena u njihovom sjaju. Posmatranja su obavljena u žutoj i plavoj svetlosti u uskim intervalima talasnih dužina oko 5510 i 4720 Å respektivno. Ovaj program predstavlja obnavljanje jednog starog programa Lowell-ove opservatorije iz perioda između 1950. i 1966. godine. Taj program je bio ograničen samo na Uran i Neptun i tom prilikom su bili korišćeni široko -pojasni žuti i plavi filtri.

Dr Lockwood nalazi da od 1972. godine postoji porast u sjaju Urana, Neptuna i Titana u obe boje. Međutim ti se iznosi razlikuju i kreću se od 0,021 zvezdane veličine za Uran u plavoj svetlosti do 0,076 za Titan, takođe u plavom.

Da bi objasnio razlike, on predlaže sledeću hipotezu. Pošto se zna da je Sunčevo zračenje promenljivo u ultraljubičastoj i X-oblasti, takve bi promene mogle da izmene refleksiona svojstva Urana, Neptuna i Titana, na primer fotohemijskim efektima.

Sky and Telescope, januar 1976.

preveo *S. Ninković*

Globularno jato NGC 5694 odlazi iz Galaksije. — Ovo jato, 10. prividne veličine, u istočnom delu sazvežđa Hidra, je još 1959. godine bilo osumnjičeno od strane Kinman-a da predstavlja izuzetak od dobro poznate vezanosti globularnih jata za galaksiju čiji su članovi.

Nedavno je ta sumnja potvrđena kada su Harris sa Jelskog univerziteta i Hesser sa opservatorije Cerro Tololo nanovo snimili spektar tog jata Jelskim reflektorom prečnika 1 m na Cerro Tololo-u. Iz pomaka linija u spektru se vidi da se NGC 5694 približava Suncu brzinom od oko 180 km/s. To znači, s obzirom da se Sunce kreće brzinom od 225 km/s, da se ovo jato kreće u odnosu na središte Galaksije brzinom od bar 273 km/s.

Snimci sa teleskopom prečnika 4 m na Cerro Tololo-u, načinjeni kroz plavi i žuti filter, omogućili su da se načini dijagram indeks boje-sjaj za NGC 5694. Poređenje tog dijagrama sa dijagramom jata čija su odstojanja poznata, pokazalo je da je NGC 5694 daleko od nas 32 ± 5 kpc. To znači, da se u odnosu na središte Galaksije ovo jato nalazi na daljini od 26 kpc. Na toj daljini od centra, četvrta kosmička brzina — brzina oslobađanja iz Galaksije, iznosi 190 km/s. Ta vrednost je mnogo manja od brzine kojom se NGC 5694 kreće. To jato se izgleda nalazi „u bekstvu" duž jedne približno hiperbolične putanje.

Autori smatraju da tu greške nema i da NGC 5694 nije, kao ostala jata, stalan član Galaksije. Da bi to jato bilo pratilac našeg sistema, Galaksija bi morala imati znatno veću masu. Takva drastična greška u proceni mase Galaksije je neverovatna.

Pitanje je da li je to jato pridošlica ili begunac. Po svim drugim karakteristikama, naprimer niskom sadržaju metala, to jato liči na ostala jata perifernih delova Galaksije.

Autori smatraju da će pravilnije tumačenje biti da se njegovo kretanje objasni poremećajnim gravitacionim dejstvom nekih masivnih tela. Da li su ta tela Magelanovi Oblaci pokazaće dalja izučavanja. NGC 5694 bi čak nekada i moglo pripadati Magelanovim Oblacima a ne Mlečnom Putu.

Sky and Telescope, januar, 1977.

Mr J. Milogradov-Turin

Посматрање рендгенских двојних система. — Амерички астрофизичар Д. Хатчингс је извео нова посматрања познатих рендгенских двојних 3U 1700 — 37 и 3U 0900 — 40. Астрофизичари се надају да ће у овим системима наћи црне јаме. Показало се да код суперџина у систему HD 153919 (извор 3U 1700 — 37) постоји огромни омотач који се шири. Његове димензије су веће од растојања између центра суперџина и релативистичке компоненте. То значи да се релативистичка звезда у систему HD 153919 налази у омотачу суперџина и да из њега стално захвата материју. Због тога је интерпретација спектра веома тешка. Д. Хатчингс је такође нашао да је маса релативистичке компоненте мања него што се до сада мислило и да не превазилази две масе Сунца. Значи, то није црна јама него неутронска звезда. Да би невидљива компонента била црна јама њена маса треба да је већа од три масе Сунца (например за масу невидљивог објекта у познатом систему X —1 добија се 6—15 маса Сунца).

Изгледа да ни у систему HD 77581 (извор 3U 0900 — 40) нема црне јаме. Д. Хатчингсова мерења маса звезда у том систему дају 45 маса Сунца за суперџина и мање од 2,5 за релативистичку звезду.

Земля и Вселенная, 1975, бр. 5 стр. 25.

превео *Мр Милан С. Димитријевић*

Да ли је Ио аномалија Сунчевог система? — У току лета „Пионира-10" и „Пионира-11" око Јупитера, добијени су интересантни подаци о Ио, једном од 14 Јупитерових сателита. Ио има највећу густину од свих Галилејевих сателита. Она износи 3,5 g/cm³ и упоредива је са густином Месеца и Марса. Тако густа тела вероватно садрже доста силикатних минерала, док тела са мањом густином могу садржавати велики проценат леда.

Откривено је да Ио ефективно апсорбује електроне са енергијама у интервалу 0,16—9 MeV, али знатно

мање делује на електроне са већим енергијама. Радио-посматрањима са Земље утврђено је да положај сателита Ио на орбити утиче на радио-зрачење Јупитера у декаметарском опсегу.

Ио је најмање тело у Сунчевом систему које поседује атмосферу и јоносферу. Јоносфера Ио се према подацима „Пионира-10" простире до 700 km од површине. На дневној страни максимална електронска густина је 6×10^4 електрона cm^{-3} на висинама између 60 и 140 km. На ноћној страни је максимална електронска густина 9×10^3 електрона cm^{-3} на висини 50 km. Атмосфера Ио је врло ретка, притисак на површини је 10^{-8} — 10^{-10} бара. У њен састав улазе калцијум, калијум, водоник, а можда и амонијак и азот.

Око Јупитера, у орбиталној равни Ио, откривен је интензивни облак атомског водоника. Средњи дијаметар овог тороидалног облака приближно је једнак дијаметру орбите Ио. Торус није затворен, него се простире, како изгледа, до 60° с обе стране сателита. Претпоставља се да је овај облак настао од атома који су напустили Ио, али немају довољно енергије да савладају снажно гравитационо поље планете. Атоми су ограничени у своме кретању и крећу се по затвореним орбитама које стварају тороидални облак чија је густина одређена процесима јонизације.

Ипак није јасно да ли је Ио заиста извор водоника за тороидални облак. Да би се облак одржавао потребно је да Ио ослобађа водоник брзином од 10^{11} атома $cm^{-2}s^{-1}$. Флукс водоника такве јачине водио би ишчезавању атмосфере Ио за неколико година. Да ли је могуће да површина сателита садржи материјал богат водоником?

Постоје још нека неразјашњена питања у вези са овим сателитом. Зашто је тако велика емисија калијума са његове површине? Зашто је Ио тако сјајно тело као да је покривено ледом? И на крају, зашто Ио има тамне полове?

Природа, бр. 11, стр. 114, (1975).

Мр Милан С. Димитријевић

Зашто је период зрачења пулсара ограничен? — Проучавање радио-пулсара, необичних небеских објеката са периодично променљивим флуксом радио-зрачења, показује да њихов период импулса не прелази знатније три секунде. Шта изазива ово ограничење?

Ф. Мичел (САД) је извршио анализу посматрачких података о пулсару који се налази на растојању 6 хиљада светлосних година од Земље а који се на небу види близу чувеног пулсара из Краб маглине за који се сматра да је остатак супернове из 1054. године. Ако је овај пулсар настао пре 10 милијарди година, како се сматра, и од тада успорава своје обртање са брзином која се данас посматра, он би данас, по процени Мичела имао период импулса око 60 s.

За објашњење очевидног неслагања између теорије и посматрања предложено је неколико хипотеза. Једна од њих, коју је поставио Мичел, заснива се на представи о такозваном „светлосном цилиндру" — условној граници на којој би објекат који ротира заједно са пулсаром имао линијску брзину једнаку брзини светлости.

Обично се сматра да радио-зрачење пулсара стварају електрони који се крећу спирално око линија сила магнетног поља пулсара. При обртању пулсара магнетно поље у области „светлосног цилиндра" слаби а то доводи до увећања пречника спирале по којој се креће електрон.

Када радијус обртања око линије силе која се налази на „светлосном цилиндру" постане једнак растојању од површине пулсара до „светлосног цилиндра", поље више не држи честице и оне могу да излећу из области која зрачи. У том тренутку радио -зрачење престаје. Мичел сматра да ово настаје при брзини окретања која даје период пулсација од три секунде.

Природа, 1976, бр. 2, стр. 140.

Мр Милан С. Димитријевић

Реконструкција Месечеве еволуције. — Х. Шмит (САД), први геолог који је боравио на Месецу, сумирао је резултате геолошких испитивања Месечевих експедиција из програма Аполо. У току три године астронаути су сакупили скоро 400 kg узорака Месечевог тла, испитивали њихову старост и хемијски састав, извели сеизмичко сондирање горњих слојева, коре и мантије Месеца, измерили аномалије силе теже, јачину магнетног поља и топлотни флукс Земљиног сателита. На основу добијених података, у еволуцији Месеца је издвојено седам етапа.

1. Настанак Месеца пре 4,6 милијарди година.

2. Стварање течног омотача (пре 4,6—4,4 милијарди година). Топлотна енергија гравитационе акреције и метеоритни удари растопили су Месечев спољашњи омотач. Услед слабе гравитационе силе у њему су се задржали само елементи тежи од натријума. Могуће је да је температура у великим дубинама била испод тачке топљења руда. У процесу хлађења, омотач се раслојавао на кору богату калцијумом и алуминијумом (анортозитни плагиокласи) и горњу мантију, која је углавном била састављена од минерала богатих гвожђем и магнезијумом (пироксени и оливини).

3. Формирање кратера (пре 4,4 — — 4,1 милијарда година). Метеорска киша која је постепено слабила, засејала је Месец кратерима свих могућих величина. Претопљени иситњени и разбацани комади првобитне коре прекрили су Месец растреситим слојем дебљине и до неколико стотина метара. Услед судара са метеоритима, Месечева површина је прекривена пукотинама велике дубине.

4. Настанак великих базена (пре 4,1 — 3,9 милијарди година). Неколико планетозимала који су пали на Месец, условили су стварање базена дугачких стотине и хиљаде километара, оивичених прстенастим планинама висине и по неколико километара. Међу њима се издвајају старије, плиће удолине (например Море Ведрине) и релативно млађе, дубље (типа Мора Спокојства). Изгледа да се пре 4 милијарде година завршило вертикално раслојавање растопљеног омотача и да су се појавиле руде, богате алкалним металима, фосфором, радиоактивним елементима и ретким земљама. Могуће је да се у то време формирало Месечево феросулфидно језгро, у коме је температура била виша од тачке топљења, и могло је да настане магнетно поље јачине не много мање од Земљиног.

5. Настајање светло обојених равница (пре 3,8 — 3,7 милијарди година), углавном на супротној страни Месеца. Оне су формиране од претопљених комада коре у релативно раном периоду развитка мантије, када је она била богата гасовитим компонентама.

6. Настанак базалтних мора (пре 3,8 — 3,7 милијарди година). Велики базени на видљивој страни Месеца, напунили су се тамним базалтом. На супротној страни од Земље базалтом су заливени само најдубљи базени (типа кратера Циолковскег). Базалт је у кору долазио импулсно. У разним Месечевим областима примећени су потоци базалтне лаве дебљине неколико десетина и дужине неколико стотина метара.

7. Мирна кора (од пре 3 милијарди година до данас). Престало је кретање базалтних токова, стишале су се вулканске ерупције и тектонски потреси. Од тада се Месечев облик само незнатно изменио.

Проучавање Месечеве еволуције помаже да се боље схвати најранији развитак Земље.

Природа, 1976, бр. 2, стр. 146.

превео: *Мр Милан С. Димитријевић*

Западнонемачки сателит Хелиос. — 1—10. децембра 1974. године лансиран је са космодрома Кејп Канаверал космички апарат „Хелиос—1“, То је сунчева сонда чији је циљ истраживање Сунца и космичког простора око Сунца на растојањима до 45 милиона km. Овај апарат пројектован је и израђен у СР Немачкој. „Хелиос—1“ је изведен помоћу америчке ракете носача „Титан—3D—Кентаур“ на хелиоцентричну орбиту са растојањем од 0,3 A.J. у перихелу, 1,0 A.J. у афелу и периодом ротације 192 дана.

У области у којој апарат најближе прилази Сунцу, јачина Сунчевог зрачења је 11 пута већа од оне која је карактеристична за простор око Земље, а температура на спољашњој површини апарата може достизати 300—400 °C. Због тога је око половине спољашње површине покривено рефлекторима, који обезбеђују расејање до 95% падајућег Сунчевог зрачења. У састав

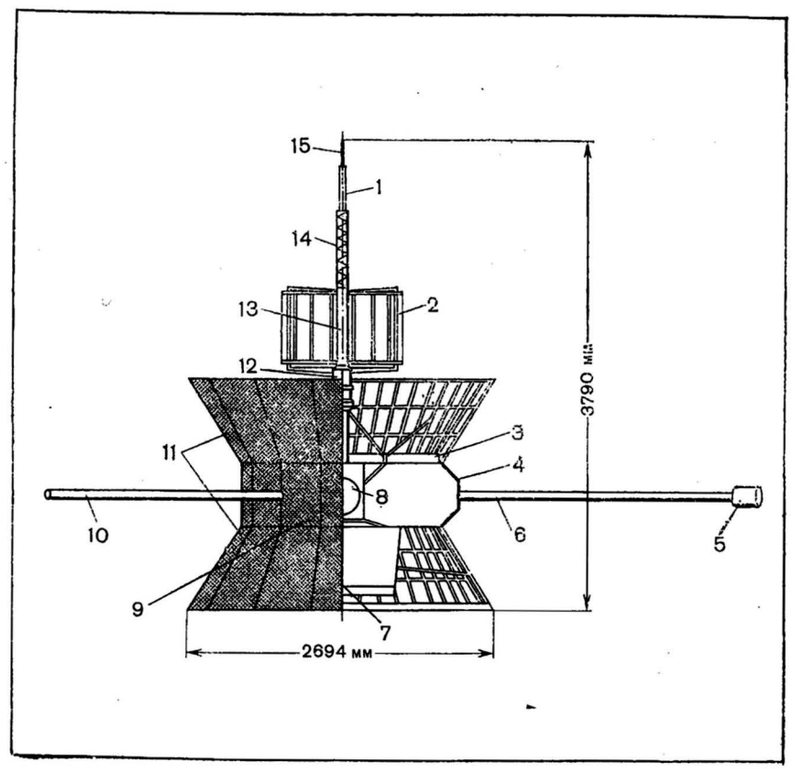


Схема апарата Хелиос-1

1 — магнетометар; 2 — рефлектор антене са великим коефицијентом појачања; 3 — застори; 4 — топлотно изолациони покривач; 5 — магнетометар; 6 — попречна осовина; 7 — преводник; 8 — комора са компримованим гасом; 9 — централна секција тела апарата; 10 — антена за радио-таласе; 11 — сунчани елементи; 12 — вод рефлектора антене; 13 — антена са високим коефицијентом појачања; 14 — антена са средњим коефицијентом појачања; 15 — антена са малим коефицијентом појачања.

активно-пасивног регулационог система, улазе такође грејни елементи, и многослојни покривачи који изолују од топлоте. Да би се равномерно загревао, апарат се обрће. Захваљујући свим овим мерама, температура у унутрашњости апарата се одржава између 20 и 30°C.

На „Хелиосу—1“ је постављено 10 апарата чија је укупна тежина 72 kg. Они су намењени за испитивање Сунчевог ветра, магнетних поља у међупланетарном простору, за проучавање радио-таласа и фреквенце електронских осцилација у плазми, истраживање космичких зрака Сунчевог и галактичког порекла, проучавање састава и кретања честица космичке прашине, и посматрање Сунчевог диска у рендгенском делу спектра. У састав апаратуре улазе три магнетометра, инструменти за проучавање зодијачке светлости, микрометеоритни анализатор и комплекс апарата за регистрацију наелектрисаних честица.

15. марта 1975. године, „Хелиос-1„ је прошао на минималном растојању од Сунца (око 45 милиона km). Тако близу Сунца досада није долазио ниједан космички апарат. Релативна брзина апарата, у перихелу била је 90 km/s и сви апарати су функционисали нормално.

Помоћу „Хелиоса—1“, добијене су драгоцене информације о страни Сунца која је у то време била невидљива са Земље а процеси на њој имају важан утицај на Земљу.

Природа, 1975, бр. 10, стр. 117.

превео *Мр Милан С. Димитријевић*

Beleške o Jupiterovim satelitima. — Na fotografijama, koje je načinio sa palomarskim teleskopom od 48 inča 30. septembra 1975. i tokom dve naredne noći, Charles Kowal je našao jedan krajnje slab (po sjaju) objekt, koji se kreće, 48' severozapadno od Jupitera i to je verovatno novi satelit te planete. Fotovizualna prividna veličina ovog objekta bila je samo 21, za jedan slabija od Jupitera XIII, koji je isti astronom otkrio godinu dana ranije (Sky and telescope, novembar 1974., str. 296 i decembar str. 378).

Skoro sigurno je, da je isti objekt snimila 6. oktobra Elizabeth Roemer, koja je dobila par 90-minutnih ekspozicija sa reflektorom od 90 inča (229 sm) opservatorije Stjuard na Kit Piku (Arizona).

Prema proračunima K. Aksnes-a i B. G. Marsden-a iz Harvard-Smitsonijanskog centra za astrofiziku, ovih pet položaja nalažu da je novi objekt zaista Jupiterov satelit, premda nije jasno da li je njegovo orbitalno kretanje direktno ili retrogradno. Pošto se među zvezdama sporije kreće od Jupitera, verovatno nije mala planeta.

Sve do sada samo su četiri galilejska Jupiterova satelita nosila zvanična imena: I=Io, II=Europa, III=Ganimed, IV=Kalisto. Sada su i ostali dobili imena od strane Međunarodne astronomske unije, što je objavljeno u „IAU Circular“ No. 2846:

„Prema preporuci radne grupe za nomenklaturu planetskog sistema, ekzekutivni komitet MAU usvojio je sledeća imena za Jupiterove satelite: V=Amalthea, VI=Himalia, VII=Elara, VIII==Pasiphae, IX=Sinope, X=Lysithea, XI=Carme, XII=Ananke, XIII=Leda“

„Ime za satelit V, koje je predložio. C. Flammarion, bilo je u nezvaničnoj upotrebi već mnogo decenija; za satelit XIII ime je predložio čovek koji ga je otkrio—C. Kowal. Imena za satelite VI —XIII su u saglasnosti sa predlogom J. Blunck-a da udaljeni sateliti sa direktnim orbitama treba da imaju imena koja se završavaju na a, a oni sa retrogradnim orbitama imena koja se završavaju na e. Odluka je bila predložena za usvajanje na XVII Generalnoj skupštini MAU (Međ. astr. unija) u Grenoblu (Francuska), u avgustu 1976.

Sky and Telescope, decembar, 1975.

preveo *S. Ninković*

Супернове звезде генератори космичких зрака. — На америчком истраживачком сателиту SAS—2 вршена је детекција космичког гама зрачења. У току експеримента је било регистровано гама зрачење у области енергија већих од 100 MeV, и то од остатака супернове из сазвежђа Једра (Vela). Оно је било изузетно снажно. Пулсар PSR 0833, који се налази у маглини која је остатак супернове, тешко да може да дâ више од 15% откривеног флукса гама зрачења. По проценама америчких научника Д. Хигдона и Р. Лингенфелтера, укупна енергија брзих протона и тежих језгара у остатку супернове у сазвежђу Једра треба да износи око $1{,}5 \times 10^{51}$ erg.

Тај резултат показује да експлозије супернових доводи до стварања космичких зрака, који се касније шире у Галаксији. Међутим, ако се при свакој експлозији ствара исто толико космичких зрака као и приликом експлозије супернове из сазвежђа Једра, укупна енергија космичких зрака у Галаксији би била за ред величине већа него што је у стварности. Хигдон и Лингенфелтер предлажу два објашњења. Могуће је да свака супернова не ствара космичке зраке. Довољно је да се космички зраци јављају при експлозији једне од 10 — 30 супернових. Могуће је такође да космички зраци настају при свакој експлозији али већину своје енергије губе при кретању унутар самог остатка супернове. Које од објашњења је тачно показаће даља посматрања.
Земля и Вселенная, 1976, бр. 1, стр. 54.
превео *Мр Милан С. Димитријевић*

Измерен је пречник звезде V Cancri. — Тачна фотоелектрична регистрација светлости звезда које покрива Месец, даје могућност директних мерења димензија црвених џинова. Ц. Мак Гроу и Ц. Енцел (опсерваторија Тексаског универзитета, САД) измерили су пречник звезде V Cnc класе S. Ова звезда припада променљивима типа Мира Кита, чији је средњи период промене бљеска 272 дана, при чему се бљесак мења од 7,9 до 12,8 звездане величине.

Добијен је угаони дијаметар звезде 0″,0028, из чега се при познатом сјају звезде добија за ефективну температуру 2055 ± 310 K. Пошто је растојање до V Cnc 1325 парсека (4300 светлосних година), њене линеарне димензије су 400 пута веће од Сунца (са могућом грешком од око 30%). Унутар такве звезде могла би слободно да стане Марсова орбита.

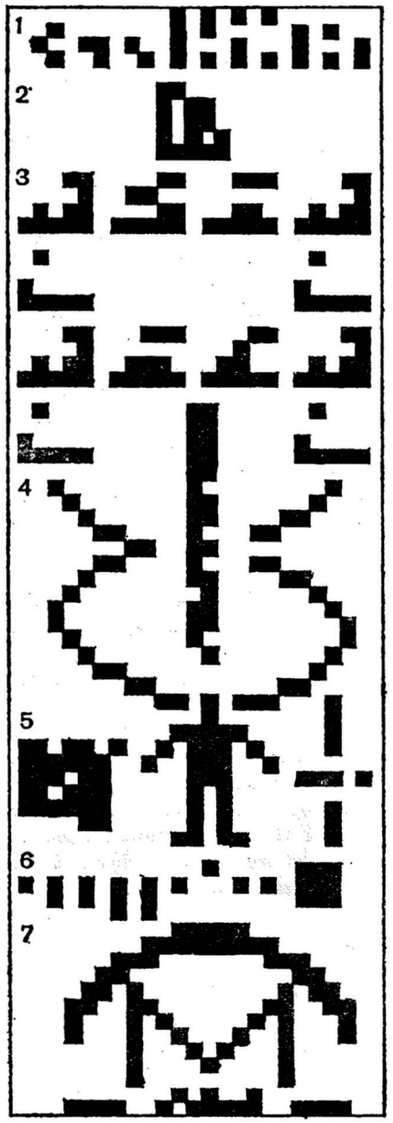
Природа, бр 5, 1975, стр. 109.
Мр Милан С. Димитријевић

Порука ванземаљским цивилизацијама. — 16. новембра 1974. године у космос је емитована прва радио-порука ванземаљским цивилизацијама. Њу је емитовао највећи на свету, 300-метарски радиотелескоп у Аресибо-у (Порторико), који припада Националном астрономско-јоносферском центру САД.

Радио-телескоп у Аресибо-у је модернизован, тако да сада може не само да служи као пасивни пријемник него и као радарски емитер сигнала. На радио-телескопу, који може да прими како дуготаласно тако и краткоталасно радио-зрачење, испитиваће се структура горње атмосфере и вршиће се посматрање планета и астероида. Постоји могућност да се помоћу њега испитају нови сателити Земље састављени од прашине који се могу налазити у одређеним тачкама Месечеве орбите. Теоријски постоји могућност, да 300-метарски гигант открије до 100 хиљада раније непознатих космичких извора. Порука ванземаљским цивилизацијама емитована је на свечаности поновног пуштања у рад модернизованог телескопа.

Сигнал је управљен на глобуларно звездано јато M 13, које садржи око 30 хиљада звезда. Ово звездано јато налази се у сазвежђу Херкула и изабрано је зато што ће сноп радио-зрачења када кроз 24 хиљаде година стигне до

њега, услед расејања имати пречник близак пречнику јата. На тај начин бескорисан губитак енергије ће бити сведен на минимум. Астроном К. Саган сматра да је вероватноћа постојања цивилизације на планетама звезда овог јата 1:2. Садржај радио-поруке и принципе њеног кодирања разрадили су сарадници Корнелског универзитета под руководством Ф. Дрејка и Б. Оливера. Они су користили бинарни систем рачунања са применом мреже, која се сатоји од 23 знака у ширину и 73 знака у дужину, свега 1679 знакова. Овај последњи број треба да обрати пажњу на себе и постане кључ целог кода, јер је он производ два проста броја. Порука почиње набрајањем бројева од 1 до 10 у бинарном систему (1). Затим следе атомски бројеви хемијских елемената: водоника, угљеника, азота, кисеоника и фосфора (2). Трећи део даје број атома у појединим деловима молекула ДНК (3). Затим се емитује делимични схематични лик двојне спирале по чијем центру иде на доле бинарни број, који показује приближну количину „основних парова“ информационих јединица у ДНК човека (4). Затим следи схематизована фигура човека са чије је леве стране бинарни број 4 милијарде који приближно указује број људи на Земљи. Десно од силуете је бинарни број 14. То је средња висина човека, ако за јединицу мере узмемо 12,6 cm, тј. дужину таласа на којој је емитована порука (5). Претпоследњи ред даје схематски приказ Сунчевог система, при чему је Земља издигнута изнад низа осталих планета (6). Емисија се завршава схемом радио-телескопа Аресибо и бројем 2430, који представља његов пречник такође у дужинама радио-таласа на којој је емитована порука.



Порука ће бити аутоматски емитована увек када се на радио-телескопу не врше посматрања. Ако представници ванземаљске цивилизације у M 13 одмах приме, дешифрују и пошаљу одговор на поруку назад, ми ћемо га добити кроз 48 хиљада година.

Земля и Вселенная, бр 4, 1975, стр. 94.
Природа, бр. 8, 1975, стр. 108.
Science News, 106, бр. 20, 1974, стр. 21.
Мр Милан С. Димитријевић

Атмосфера Плутона. — Амерички астроном М. Март измерио је албедо (способност одбијања) планете Плутон на разним таласним дужинама. Према његовим мерењима, атмосферски притисак близу површине ове планете је приближно такав као у приземном слоју Земљине атмосфере. Температура површине Плутона је око 43 К.

У таквим условима само се неон не кондензује и не испарава у околни простор. Распрострањенији гасови у међупланетарном простору, напр. метан, потпуно се замрзавају на Плутону. Гасовити омотач Плутона састоји се из чистог неона.

Март сматра да конвективна размена топлоте између осветљене и неосветљене стране планете, одржава температуру Плутона на приближно истом нивоу. Осцилације температуре тешко да су веће од 2 К, чему такође доприноси веома мала количина Сунчевог зрачења која стиже на Плутон. Март сматра да постоји мала вероватноћа да на површини има неонских океана јер је зато потребно да притисак близу површине планете буде 20 атмосфера.

Земля и Вселенная, бр. 2, 1975, стр. 13.
превео: *Мр Милан С. Димитријевић*

Algol kao trojna zvezda. — Čuvena eklipsna promenljiva β Persei sastoji se od bliskog para zvezda (Algol A i B) čije orbitalno kretanje sa periodom od 2,867 dana stvara pomračenja, kada jedna zvezda prolazi ispred druge. Postoji i treća zvezda C koja sa periodom od 1,86 godina obilazi oko centra masa celog sistema.

Čak i u najvećim teleskopima C nikada nije bila detektovana vizualno. Ipak prema P. J. Bachmann-u i J. L. Hershey sa opservatorije Sproul (Astronomical Journal), postoje tri načina za proučavanje orbitalnog kretanja sistema AB+C:

1. Astrometrijski. Na fotografijama načinjenim sa dugofokusnim refraktorima, konstatovano je orbitalno pomeranje položaja sistema AB za oko 0,02″ u odnosu na okolne zvezde.

2. Fotometrijski. Konstantovana su odstupanja u vremenima Algolovih minimua koja iznose najviše pet minuta, u zavisnosti od položaja AB na orbiti s periodom od 1,86 godina.

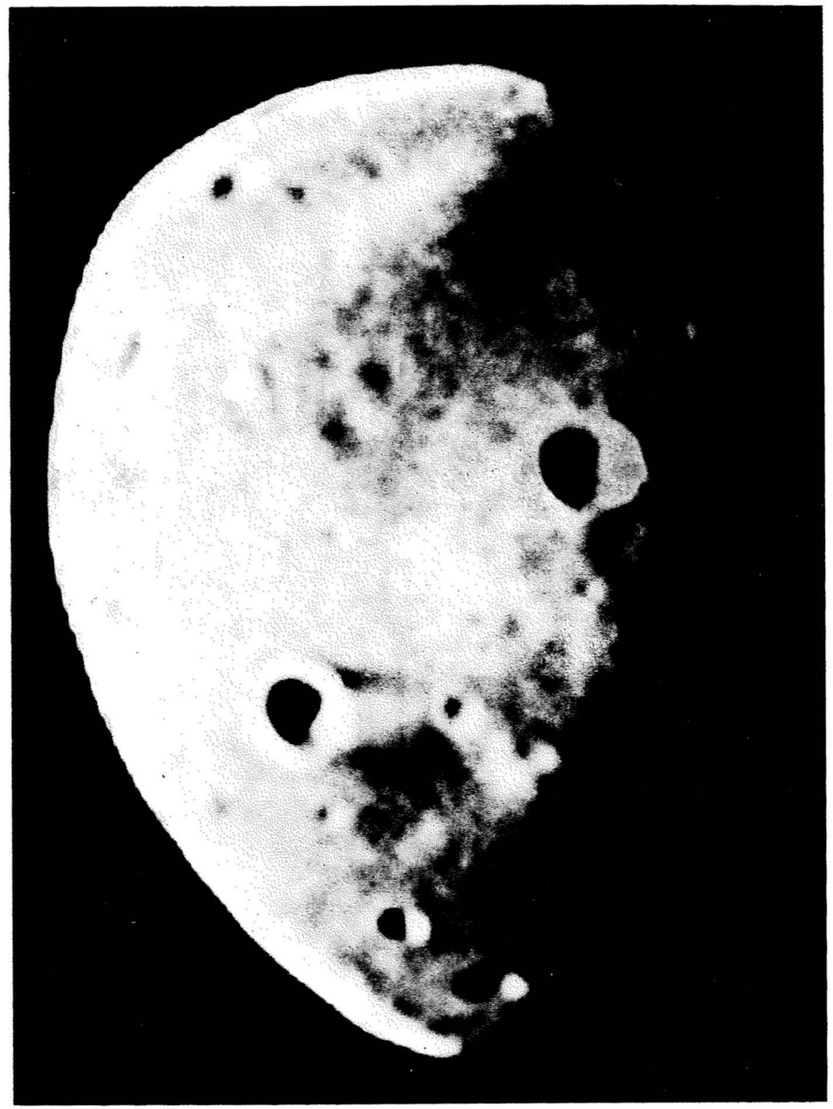
3. Radijalna brzina. Na krivoj radijalne brzine eklipsnog sistema nađeni su pomeraji veličine do 15 km/s u oba smera, zavisno od toga da li nam se AB približava ili se udaljava od nas na svojoj orbiti s periodom 1,86 godina. Odgovarajući pomeraji zabeleženi su i za zvezdu C.

Zaključak o postojanju Algola C izveden je još davno, 1886. godine drugim od tri pobrojana metoda, a inače su razni astronomi koristili sve tri procedure. Međutim Bachmann i Hershey bili su prvi koji su kombinovali rezultate sva tri metoda u cilju dobijanja jedinstvenog rešenja. Ovde navedeni rezultati za Algol izvedeni su na osnovu 1012 fotografija, načinjenih refraktorom od 24 inča (61 cm) opservatorije Sproul u toku poslednjih 50 godina i na osnovu posmatračkog spektroskopskog materijala astronoma iz Mičigena, Oregona i Britanske Kolumbije.

Tako dobijamo novu sliku Algola. Paralaksa je 0″,034, pa stoga udaljenost od Sunca iznosi 96 svetlosnih godina, sa greškom od 6%. Masa C komponente je 1,3 puta veća od mase Sunca, a masa A i B je 5,3 mase Sunca. Prosečna udaljenost C od AB iznosi 2,9 A. J., a tačnija vrednost perioda je 1,8613 godina.

Ima vrlo malo ili čak uopšte nema nade da Algol C bude detektovan vizualno, pošto je za dve zvezdane veličine slabiji od AB, a izračunato minimalno razdvajanje pošlo za rukom, sa Hejlovim teleskopom od 200 inča (5 m), A. Labeyrie-u i njegovim saradnicima, zahvaljujući upotrebi nove tehnike „zrnaste interferometrije", koja je opisana u „Sky and Telescope" za mart 1975, str. 164.

Sky and Telescope, januar, 1976.
preveo *S. Ninković*



Osvetljeni deo Marsovog satelita Deimosa snimljen sa „Viking-1" orbitera. Deimos je manji od Fobosa i nalazi se na većoj daljini od planete matice. Dimenzije Deimosa su približno 12 sa 8 km. Ovaj snimak je načinjen sa udaljenosti od 3300 km. Dva najveća kratera na snimku imaju prečnike od 1,3 i 1 km. Najmanji krateri vidljivi na fotografiji su prečnika oko 100 m.


VASIONA

ASOPIS ZA ASTRONOMIJU I ASTRONAUTIKU


ВАСИОНА

НАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИКУ

YU ISSN 0506-4295

алаксија M 101 (NGC 5457), звана Вртешка. Налази се у сазвежђу Велики Медвед, око 3,8 Мрс далеко од нас. 'врстана је у Хабловој класификацији као Sc. Пошто се види пљоштимице, ова галаксија представља лепи пример згледа једне спиралне галаксије гледане „с лица". Привидна величина јој је у визуалном подручју 7,5. Овај снимак начињен са телескопом пречника 4 метра који се налази на Кит Пик опсерваторији, у САД. Север је на снимку ре. На небу захвата круг од око 20'.



РАДИОТЕЛЕСКОП РАТАН-600

ДИФЕРЕНЦИЈАЛНА РОТАЦИЈА ГАЛАКСИЈЕ

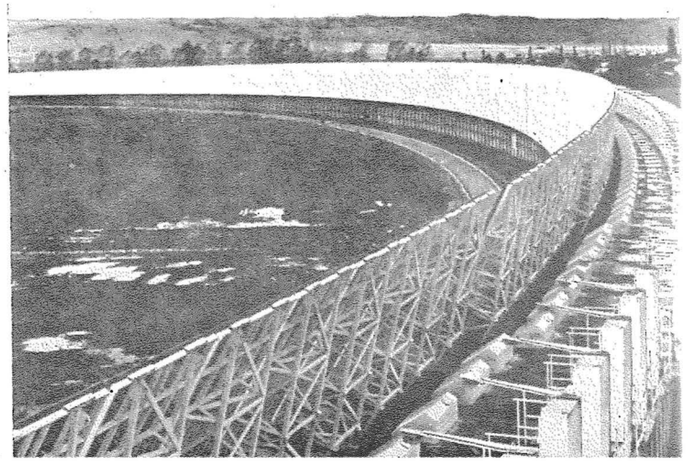
ПЛИМСКО ДЕЈСТВО

СУНЧЕВА АКТИВНОСТ 1972—76

ГРАФИЧКО ОДРЕЂИВАЊЕ АЗИМУТА

НОВОСТИ И БЕЛЕШКЕ

Радиотелескоп РАТАН-600 има антену променљивог профила, која се састој од 895 рефлектујућих плоча распоређених по кругу пречника 576 м. На слиц се види детаљ конструкције са бетонским стубовима-носачима. Свака о рефлектујућих плоча висока је 7,40 м. и широка 1,94 м. Њиховим померање постиже се променљивост профила антене.



1977 - 2

VASIONA REVUE D'ASTRONOMIE ET D'ASTRONAUTIQUE
ANNÉE XXV 1977 № 2 BEOGRAD

Bulletin de la Société Astronomique „R. Bošković". Adresse: VASIONA, Narodna opservatorija, Kalemegdan, Gornji Grad, Beograd, Yougoslavie

САДРЖАЈ

Мр Милан Димитријевић: *Радиотелескоп РАТАН-600* 33
Слободан Нинковић: *Диференцијална ротација Галаксије* 43
Маргарита Каровска: *Плимско дејство у Васиони* 56
Владан Челебоновић: *Посматрање Сунца* 61
Ištvan Vince: *Jedna grafička metoda za određivanje azimuta izlaza i zalaza* 66
Новости и белешке 67

МОЛИМО ЧЛАНОВЕ АСТРОНОМСКОГ ДРУШТВА „РУЂЕР БОШКОВИЋ" И ПРЕТПЛАТНИКЕ „ВАСИОНЕ" ДА ОБНОВЕ ПРЕТПЛАТУ ЗА 1977. ГОДИНУ

Уређивачки одбор

Др ТАТОМИР АНЂЕЛИЋ, Др РАДОВАН ДАНИЋ, Мр МИЛАН ДИМИТРИЈЕВИЋ, ПЕРО ЂУРКОВИЋ, НЕНАД ЈАНКОВИЋ, СЛОБОДАН НИНКОВИЋ, МИЛАН МИЈИЋ, Др БОЖИДАР ПОПОВИЋ, Мр СОФИЈА САЦАКОВ, АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ, СТЕВАН КОРДА и Инж. АЛЕКСАНДАР СТОЈАНОВИЋ

Главни одговорни уредник

Мр ЈЕЛЕНА МИЛОГРАДОВ-ТУРИН

Технички уредник АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ

Насловну страну израдио ПЕТАР КУБИЧЕЛА

ВАСИОНА, часопис за астрономију и астронаутику. Издаје Астрономско друштво „Руђер Бошковић", уз учешће Републичке заједнице за научни рад СР Србије. Годишња претплата НД 32, за ученике свих школа ако поруче одједном најмање десет примерака по НД 20, а за иностранство НД 64. Појединци број НД 8. Власник и издавач Астрономско друштво „Руђер Бошковић", Београд. Уредништво и администрација: Београд, Народна опсерваторија, Калемегдан, Горњи Град. Тел. 624-605. Рукописи се не враћају. Претплате слати у корист рачуна број 60806-678-6639

На основу мишљења Републичког секретаријата за културу број 413-665/74-02 од 27. XII 1974. ово издање је ослобођено пореза на промет

Штампа: „Научно дело", Београд, Вука Караџића 5

ВАСИОНА ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИКУ
ГОДИНА XXV 1977 БРОЈ 2 БЕОГРАД

РАДИОТЕЛЕСКОП РАТАН-600

У последњим деценијама, главни правци развоја астрономије углавном излазе из оквира оптичког дијапазона. Радиоастрономија је избила у први план по обиљу нових астрономских података које је донела у широком опсегу таласних дужина, од субмилиметарских до декаметарских таласа.

Поменимо само најупечатљивије успехе ове гране астрономије. Радиоастрономи су открили и истражили квазаре, најудаљеније објекте наше васионе, чије зрачење стотинама пута превазилази најсјајније галаксије, и пулсаре, о којима је у „Васиони" раније писало. (Лит. 1)

Последњих година, спектрална истраживања су проширена према подручју милиметарских таласа, што је довело до откривања и испитивања великог броја спектара сложених молекула у међузвезданом простору. Многи од њих спадају у класу органских.

Потребе за истраживањем све удаљенијих и слабијих извора, намећу захтеве за све већом осетљивошћу и раздвојном моћи радиоастрономских инструмената. Ове величине представљају основне параметре радиотелескопа.

Осетљивост радиотелескопа се одређује гранично малим флуксом који он може да региструје. Што је овај флукс мањи, већа је осетљивост. Да би се она повећала неопходно је повећати пречник пријемне површине. Али повећање размера је ограничено могућностима довољно прецизне израде одговарајуће површине.

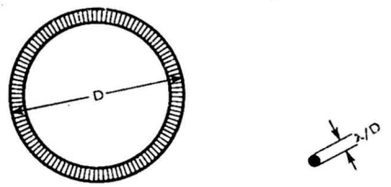
Код телескопа који ради на таласној дужини λ, одступање површине огледала од израчунате не сме да превазилази 0.1λ. Ово одступање настаје услед грешака при изради, деформација услед сопствене тежине, ветра и неравномерног загревања.

Други основни параметар радиотелескопа је угаона раздвојна моћ. Она се одређује минималном угаоном величином детаља граничне величине који може да се издвоји помоћу инструмената. Овај параметар мери се половином угаоне ширине дијаграма усмерености телескопа.

Облик и размере дијаграма усмерености зависе од пројекције огледала на осу нормалну на пријемну површину, коју астрономи називају раван отвора. Код обичних параболичних огледала, пројекција има облик круга истог пречника као и огледало (сл. 1) а дијаграм усмерености има облик симетричне уске латице са угаоним отвором λ/D где је λ радна таласна дужина а D пречник огледала. То је такозвани „игличасти" дијаграм усмерености. Помоћу телескопа се могу разликовати два објекта која се налазе на угаоном растојању λ/D. Видимо да је и повећање овог параметра условљено увећањем димензија система.

Раздвојну моћ реда лучних секунди. могуће је добити помоћу једног радиотелескопа великих димензија. Веће раздвојне моћи постижу се помоћу система од две или више антена, односно телескопа. Најпростији такав систем се назива интерферометар. Да би интерферометар имао велику осетљивост и раздвојну моћ, неоп-

ходно је да телескопи имају довољно велику пријемну површину и да су довољно удаљени један од другог. Техничке тешкоће које настају приликом прављења телескопа великих пријемних површина, данас се решавају на два начина.

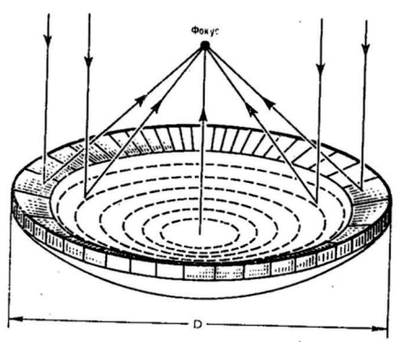


Сл. 1.
а) апертура б) дијаграм усмерености

Основа првог начина је прављење тако прорачунатих металних конструкција параболичних рефлектора (такозване хомологе конструкције) да, мада се при њиховом нагињању услед деформације мења жижна даљина и правац осе, деформације се аутоматски коригују померањем положаја жиже. Овај начин се примењује за израду покретних параболичких телескопа за центиметарско и милиметарско подручје.

Други начин за увећање пријемне површине радиотелескопа, састоји се у раздвајању огледала на елементе чије димензије одговарају технолошким и деформационим захтевима и стварање пријемне површине спајањем појединих елемената. На овај начин је например, конструисана антена променљивог профила великог Пулковског радиотелескопа.

Антена променљивог профила може да има већу пријемну површину од највећих хомологих покретних радиотелескопа. Замислимо огромно огледало у облику обртног параболоида или сфере чија је оса управљена у зенит. Његова угаона раздвојна моћ одређена је пречником отвора. Ако исечемо централни део огледала остављајући само спољашњи прстен, (Сл. 2) раздвојна моћ ће остати иста, мада се сабирна моћ смањила.



Сл. 2. Телескоп променљивог профила

Површина прстена може се саставити из посебних секција. Ако је ширина прстена много мања од пречника, секције могу чак да буду равне. Да би таквој антени били доступни извори у произвољној тачки неба, елементи од којих се састоји рефлектујућа површина снабдевају се механизмима који омогућавају промену облика прстена, па се зато такав телескоп зове телескоп (антена) променљивог профила.

Године 1966. Президијум АН СССР је донео одлуку о изградњи новог великог радиотелескопа са променљивим профилом и поверио спровођење одлуке одељењу за радиоастрономију Главне астрономске опсерваторије АН СССР на челу са С. Е. Хајкином. Радиотелескоп је добио назив РАТАН-600 што представља скраћеницу од Радио Телескоп Академије Наука са пречником прстена 600 m. Уствари пречник прстена је нешто мањи и износи 576 m.

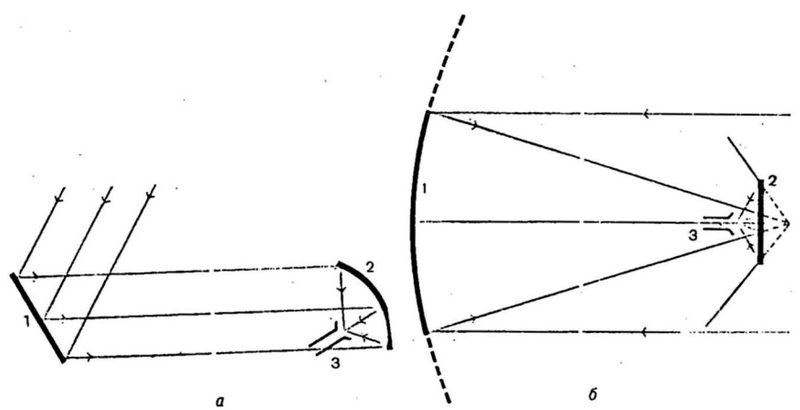
За постављање радиотелескопа РАТАН-600 изабрано је место на Северном Кавказу у Ставропољском крају, близу станице Зеленчукскаја. На избор места је утицала близина астрофозичке опсерваторије у којој је пре мање од годину дана почео да ради највећи оптички телескоп на свету, о чему је писала и Васиона (Лит. 2). Ово ће омогућити блиски стваралачки контакт радиоастронома и астронома оптичке опсерваторије комбинованом употребом ова два џиновска инструмента.

Други критеријуми за избор овог места били су довољно ниска географска ширина, добри климатски услови за посматрање, ниски ниво радиосметњи и постојање великог равног простора са чврстом подлогом.

Изабрано место се налази између река Велики Зеленчук и Хусе у Кавкаском предгорју на висини од око 1000 м, на око 40 km од оптичке опсерваторије Специјалпе астрофизичке опсерваторије (САО) АН СССР.

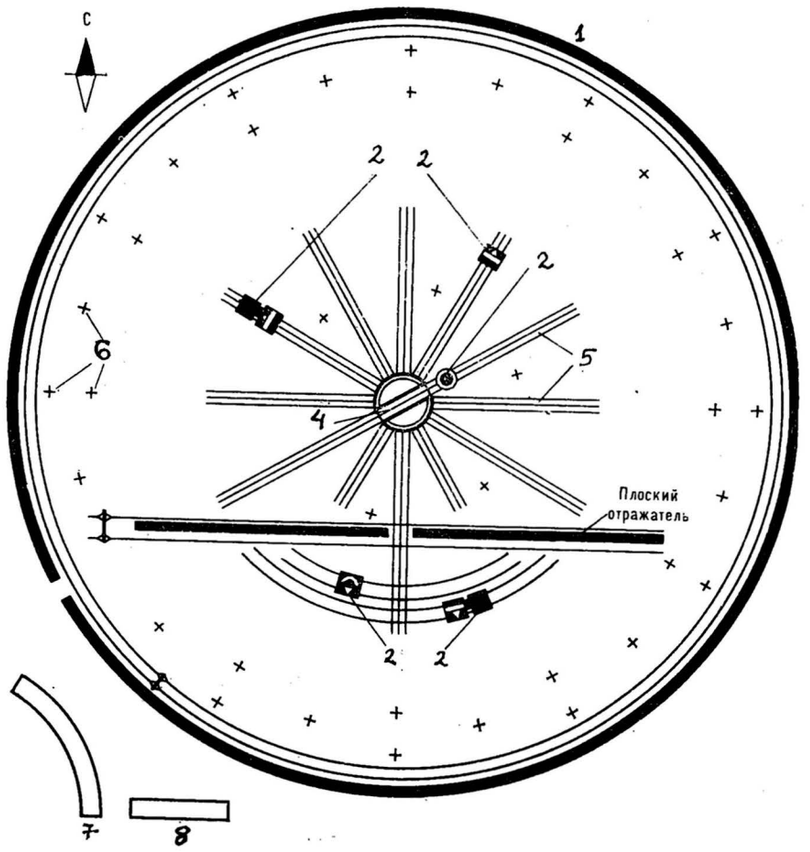
Главни инструмент радиоастрономског центра је радиотелескоп РАТАН-600 променљивог профила пречника 576 m, сабирне површине 13 000 m².

Поред радиотелескопа налазе се лабораторија са рачунским комплексом, технички блок са криогеним постројењима (апарати за стварање ниских температура) која производе течни азот и хелијум, механичка радионица и смештајни објекат за посматраче.



Сл. 3. Пут зрака у телескопу променљивог профила: а) вертикални пресек, б) хоризонтални пресек, 1) кружни рефлектор, 2) секундарно огледало, 3) пријемник

Радиотелескоп РАТАН-600. Радиотелескоп РАТАН-600 (сл. на првој и четвртој страни корица) је направљен на принципу телескопа рефлектора променљивог профила код кога се главно огледало састоји од многобројних покретних рефлектујућих елемената. Они су постављени на платформама поређаним по ивицама круга. После одговарајућег подешавања рефлектујући елементи образују површину која се налази по ободу елиптичног конуса. Рефлектујући елементи шаљу одбијене радио таласе на секундарне рефлекторе. Секундарни рефлектор је у облику параболичког цилиндра (сл. на трећој страни корица). На њега падају радиоталаси одбијени од дела прстена чији је издубљени део окренут ка извору. Секундарни рефлектор те таласе усмерава ка жижи у којој се налази пријемник. РАТАН-600 има неколико секундарних рефлектора да би се омогућило истовремено посматрање више радио извора.



Сл. 4. Шематски приказ радиотелескопа РАТАН-600. 1) прстенасти рефлектор, 2) секундарно огледало, 3) перископски рефлектор, 4) обртни круг, 5) радијални шински путеви, 6) геодезијски знаци, 7) лабораторије, 8) радионице

Посматрања на радиотелескопу се врше тако што се секундарно огледало намешта у правац осе симетрије оног сектора прстена чија оса симетрије лежи на азимуту посматрања. Поред секундарних рефлектора постављен је и тзв. перископски равни рефлектор, који може да служи као рефлектор јужног сектора прстена. Унутар прстена налазе се шински путеви за премештање секундарних огледала. Прелаз са шине на шину врши се помоћу централне обртне платформе. Перископски рефлектор није нужан за сва посматрања .Он служи за посматрања у појасу од $\pm$ 30° око меридијана.

Помоћу РАТАНа-600 могу се вршити посматрања у опсегу таласних дужина од 8 mm до 30 cm. Горња граница опсега изабрана је да би било могуће истраживати линије хидроксила ОН на таласној дужини 18 cm и неутралног водоника на 21 cm. Близу краткоталасне границе лежи радиолинија водене паре H_2O са таласном дужином 1,35 cm. Краткоталасни део РАТАН-овог опсега је нарочито интересантан јер је слабо проучен а управо на том подручју РАТАН-600 има изванредну осетљивост и раздвојну моћ.

Главни рефлектор РАТАНа-600 и његово подешавање. Главни рефлектор РАТАНа-600 састоји се од 895 рефлектујућих плоча. Пун прстен би садржао 900 плоча али је остављен прорез који служи за пролаз. Свака плоча има радијус кривине у хоризонталном пресеку 350 m. Ширина плоче је 1,94 m а висина 7,4 m. Плоче се налазе на кружном бетонском темељу пречника 576 m и причвршћене су на носеће елементе који се налазе на армирано-бетонским стубовима. Конструкција је снабдевена механизмима који омогућују да се рефлектујућа плоча помери по радијусу у границама 1 m, по висини од 0° до 52° и по азимуту за $\pm$ 4°. На тај начин свака рефлектујућа плоча има три независна кретања — обртање по висини, азимуту и радијално померање.

Нарочито велики захтеви постављају се тачности израде рефлектујућих плоча и прецизности његовог подешавања. Површина рефлектујућих плоча не сме се разликовати од прорачунате за више од $\pm$ 0.1 mm, а њихов положај треба да је одређен са тачношћу $\pm$ 0.3 mm дуж радијуса, $\pm$ 30″ по месном углу и $\pm$ 40″ по азимуту. И остали делови РАТАНа-600, равни рефлектор и секундарна огледала такође захтевају високу тачност у изради и постављању.

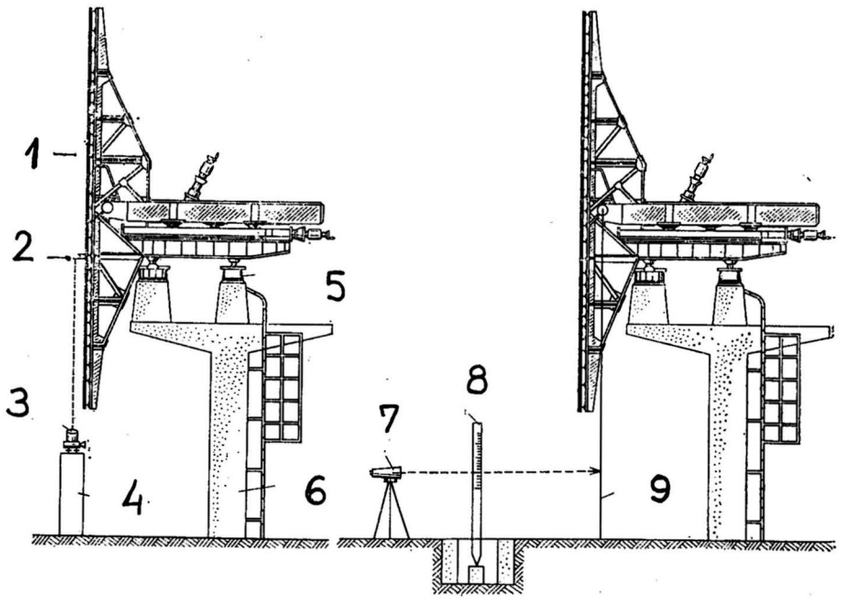
Припреме за сложене процесе подешавања почеле су још пре него што је изграђен РАТАН-600. Првобитно планирање је изведено методама инжењерске геодезије. Паралелно са телескопом расла је геодезијска мрежа и одређивао се астрономски азимут. Геодезијска мрежа се састоји од високостабилних знакова специјалне конструкције. Стабилност мреже стално се контролише редовним геодетским мерењима.

Добра геодезијска мрежа омогућава да се тачно наместе сви рефлектујући елементи телескопа, да се унутар прстена ствара систем реперних тачака за омогућавање налажења одговарајућег положаја за секундарна огледала и да се правилно изведу радови на подешавању телескопа.

Погледајмо како се подешава једна плоча кружног рефлектора. На стубу носача плоче налазе се три механизма за подизање који се налазе у теменима равностраног троугла. На њима лежи платформа са два пара шина, која се помоћу ових механизама може у извесној мери померати управно на радијус антене. На шинама су колица са рефлекторском плочом и механизмима за померање. Платформа се учвршћује тако да њена централна оса симетрије (која пролази по линији тачно средином између шина) буде управљена у центар телескопа и има израчунати азимут

са тачношћу ± 2″, да буде хоризонтална са тачношћу од 10″ и да се налази у израчунатој равни са тачношћу ± 0.8 mm.

Подешавање сваке од 895 плоча је изузетно тежак посао и захтева велику прецизност и савесност. Ако би, на пример, испод подупирача упало зрно песка пречника свега 0.2 mm, платформа би била постављена са грешком од једног угаоног минута. На платформу се стављају колица са рефлекторском плочом. Хоризонтална оса плоче треба да је управна на радијус телескопа са тачношћу од ± 40″ и да лежи у истој хоризонталној равни са осама других плоча са грешком не већом од ± 0.2 mm.

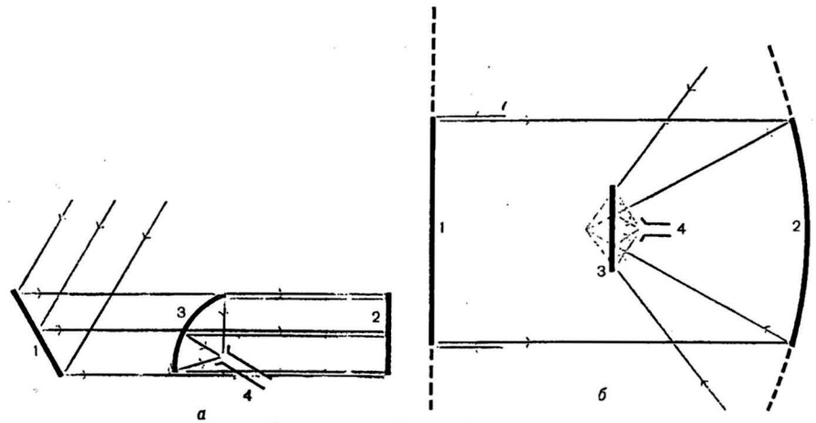


Сл. 5. Схема геодетског система који служи за дотеривање рефлекторске плоче. Померањем плоче дуж радијуса телескопа доводи се белег на строго вертикалну линију у дурбину за центрисање. У том положају се помоћу тога дурбина и мерне траке доводе хоризонталне осе свих плоча у једну хоризонталну раван. Делови означени на слици бројевима су: 1) рефлекторска плоча, 2) белег, 3) дурбин за оптичко центрисање 4) геодезијски знак, 5) механизам за подизање, 6) стуб, 7) нивелмански инструмент, 8) мерна летва, 9) мерна трака

Нивелација у односу на реперне тачке висинске мреже врши се са тла помоћу специјалне мерне тачке обешене у једној тачки хоризонталне осе (сл. 5). Платформе се дижу и спуштају контролишући хоризонталност шина помоћу либела. После тога се коначно проверава подешеност плоче и њен положај фиксира.

Перископско огледало РАТАНа-600. Равни перископски рефлектор представља зид од 122 равне рефлекторске плоче. На средини зида направљен је пролаз. Висина сваке плоче је 8.5 m а ширина 3.1 m. Конструкција која носи плоче обезбеђује њихово покретање по висини од 0°—70° и даје могућност да се плоче положе

на тло и на тај начин уклоне приликом посматрања при којима перископ смета. Помоћу перископског огледала може се убрзати посматрање неба и упростити дуготрајно праћење посматраних објеката. Перископски рефлектор управља талас који пада на њега на елементе јужног сектора главног огледала који у том случају стоје усправно формирајући исечак површине кружног цилиндра. Јужни сектор главног огледала фокусира затим примљени талас на секундарно огледало (сл. 6). Мењајући нагиб равног рефлектора и премештајући секундарна огледала унутар прстена, прима се зрачење разних делова неба, ± 30° око равни меридијана.



Сл. 6. Пут зракова у телескопу са перископским рефлектором: а) вертикални пресек, б) хоризонтални пресек, 1) перископски рефлектор, 2) кружни рефлектор, 3) секундарни рефлектор, 4) пријемник

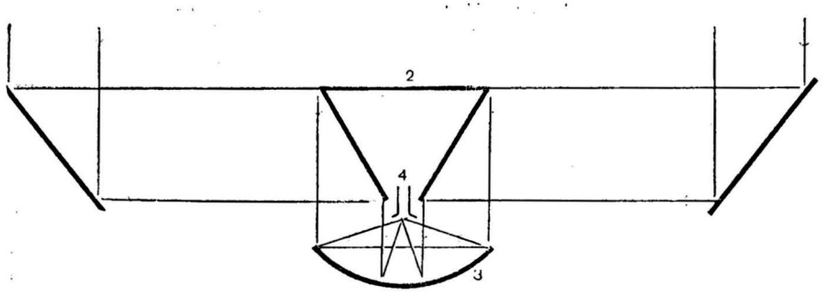
Секундарна огледала РАТАНа-600. Секундарно огледало представља асиметрични параболички цилиндар чије су димензије 8,2 x 5,5 m који сакупља примљено зрачење у жижу где се налази пријемник.

Пријемник, заједно са високофреквентним прибором и радиометром је монтиран на покретној платформи која се може кретати дуж жижне праве секундарног огледала, што омогућава праћење извора по азимуту у границама зоне које су допуштене аберацијом (5—6 дијаграма усмерености). На тај начин, омогућено је картографисање дела неба. Дуж жижне праве секундарног огледала налази се низ пријемника разног опсега таласних дужина од 1 до 30 cm са својим радиометрима. Ако је платформа непокретна, жижна тачка са ликом извора пролази сукцесивно кроз све пријемнике што омогућава да се истовремено добију спектар зрачења извора и његов лик на разним таласним дужинама. Са пријемником је спојена регистрациона кабина у којој се врши примарна обрада сигнала. Површина ове кабине је 40 m². Кабина је повезана са зградом лабораторије и рачунаром, где се наставља обрада примљене информације.

Азимут посматрања се може мењати дискретно, у скоковима од по 30°, за шта је сграђено 12 радијалних шинских путева и централна обртна кружна платформа.

У јужном сектору, могућа су посматрања на произвољном азимуту, а такође и дуготрајно непрекидно праћење објекта у сектору ± 30° око меридијана. Тада се пријемник премешта по шинама а перископски и главни рефлектор аутоматски прате кретања извора.

За посматрања у областима близу зенита користи се цео главни рефлектор и специјални систем секундарних огледала који се састоји од конусног и параболичног рефлектора (сл. 7).



Сл. 7. Пут зракова у телескопу при посматрању у околини зенита када се користи цео пристенасти рефлектор и специјални секундарни рефлектор који се састоји од конусног и параболичког огледала. 1) главни пристенасти рефлектор, 2) конусно огледало, 3) параболичко огледало, 4) пријемник

Електричне карактеристике РАТАНа-600. Особине дијаграма усмерености РАТАНа-600 одређују се обликом синфазног отвора који има облик равног лука са радијусом кривине $r = 288/\sin h$ метара и ширине $l = 7{,}4 \cos(h/2)$ m где је h висина. Ако зрачење пада под углом од 110° угаони отвор лука је

$$2\varepsilon = 2 \arcsin \frac{0.82 \sin h}{1 + 0.57 \cos h}.$$

Угаона ширина хоризонталног пресека дијаграма усмерености у односу на ниво половине снаге је приближно λ/a радијана. Овде је a дужина тетиве лука у отвору

$$a = \frac{475}{1 + 0.57 \cos h} \text{ m}.$$

Облик дијаграма усмерености зависи од висине. Када се врше посматрања објеката на малим висинама дијаграм усмерености има облик вертикалног ножа и постаје готово симетричан на већим висинама. У зенитној области, када се користи целокупан кружни рефлектор, дијаграм усмерености РАТАНа-600 постаје симетричан са угаоним отвором у односу на ниво половине снаге од приближно 2,″ 5λ (где је λ у cm).

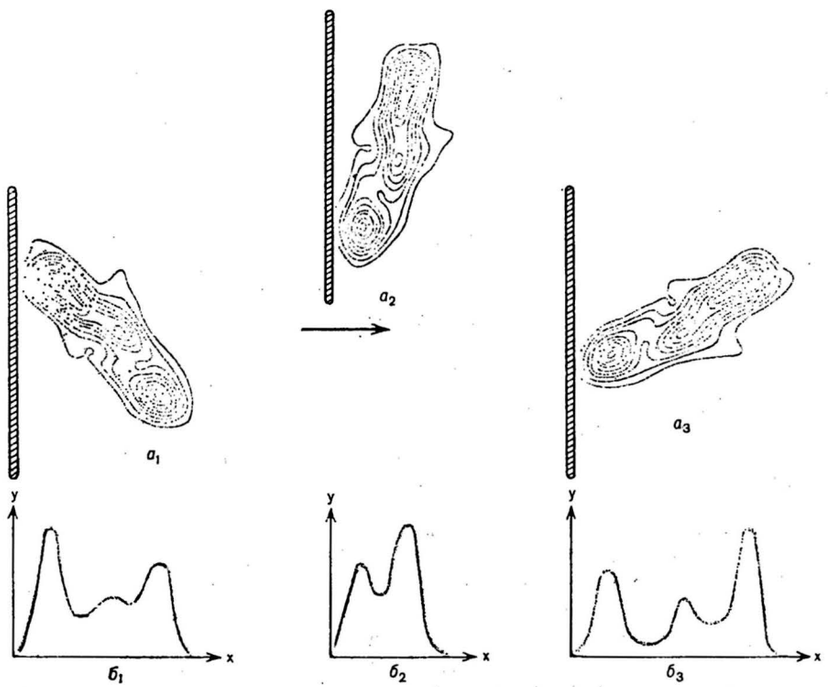
Ефективна површина отвора (апертуре) радиотелескопа, која зависи од висине посматраног објекта над хоризонтом и таласне дужине, може достићи до 1000 m². Температура шума антена РАТАНа-600 одређује се углавном расејаним зрачењем са земље које упада у радиотелескоп и зрачењем које се враћа назад на антену

рефлектовано од околних узвишица и делова радиотелескопа. Температура шума зависи од месног угла под којим се врши посматрање и таласне дужине примљеног радиозрачења. На таласној дужини 4 cm температура шума антене достиже своју максималну вредност 40 *K* при месном углу од 90°.

Методика посматрања на РАТАНу-600. Помоћу РАТАНа-600 могу се при произвољној поларизацији мерити координате и спектрална густина флукса радиозрачења тачкастих извора у опсегу од 8 mm до 30 cm а такође и дводимензионална расподела температуре сјаја објекта чије димензије нису занемарљиве.

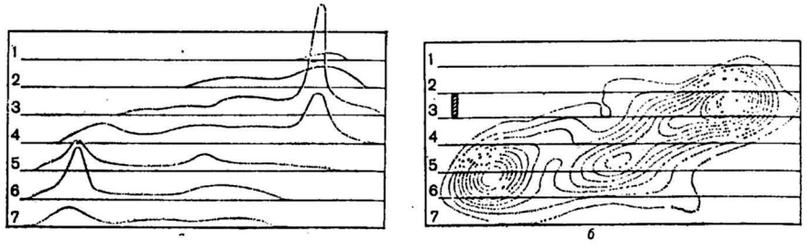
Планира се такође проширење опсега таласних дужина према метарским таласима помоћу специјалних секундарних огледала и пријемника.

Дводимензионална расподела сјаја посматраног извора може се добити низом сукцесивних посматрања извора у разним азимутима када он пролази дијаграм усмерености облика вертикалног ножа при разним позиционим угловима. На тај начин може се добити дводимензионална расподела сјаја извора са угаоном раздвојном моћи која је блиска ширини хоризонталног пресека дијаграма усмерености антене. Талав лик извора би се могао добити помоћу параболичког огледала чији је пречник близак хоризонталном пресеку апертуре РАТАНа-600. Дакле, сукцесивно посматрање извора у разним азимутима еквивалентно је синтетисању симетричне апертуре великих димензија.



Сл. 8. Азимутална апертурна синтеза: а) пролаз извора кроз вертикални дијаграм усмерености облика ножа (штрафирана површина), б) криве пролаза. На оси X је азимут извора, а на оси Y интегрална температура сјаја извора. 1) близу излаза извора. 2) у кулминацији, 3) близу залаза

Ако се извор посматра на великим висинама могуће је директно картографисање извора мерљивих димензија. То се може постићи сканирањем по хоризонтали комбинујући кретање извора са покретањем пријемника, па се затим мења висина скениране тачке померањем секундарног огледала по шинском путу.



Сл. 9. Картографирање расподеле температуре сјаја извора ред по ред. а) запис кривих пролаза извора кроз дијаграм умерености антене, б) налажење расподеле сјаја извора (шрафирани овал између другог и трећег реда је пресек дијаграма усмерености) према горњим записима. Дуж апсцисе је ректасцензија док је дуж ординате слике а) температура сјаја слике, б) деклинација

Основни метод посматрања на РАТАНу-600 је регистровање снаге сигнала приликом проласка извора кроз непокретни дијаграм усмерености антене. На тај се начин могу најтачније измерити координате, димензије и расподела сјаја извора.

Да би се повећала осетљивост, може се праћењем извора омогућити дужа експозиција. Праћење извора померањем пријемника може трајати око 2 минута и на тај начин повећа се осетљивост телескопа 10 пута. На тај начин, на таласној дужини $\lambda = 2{,}4$ cm је добијена осетљивост радиотелескопа по флуксу $3 \cdot 10^{-30}$ watt/m^2 Hz. Сада се ради на потпуној аутоматизацији свих делова РАТАНа-600 што ће омогућити да праћење објекта траје десетине минута и часова, тако да ће се повећањем експозиције повећати осетљивост.

Прва посматрања на РАТАНу-600. РАТАН-600 пружа радиоастрономима велике могућности за даље продоре у тајне Васионе. Помоћу овог радиотелескопа гиганта могу се у принципу добити следећи подаци о планетама: а) о температурном режиму тврде површине било које планете, б) топлотним, електричним и понекад механичким својствима површине (порозност), в) грубом рељефу површине који омогућује да се састави локациона мапа објекта, г) термичком режиму у површинским слојевима, д) неке процене о радиоактивним рудама, е) хемијсји састав, густину, притисак и температуру атмосфере планете, ж) основне процепе параметара јоносфере планете и њеног магнетног поља, з) податке о интензитету радијационих појасева и о њиховој структури, и) положај осе ротације, период ротације, масу планете и много других података. На тај начин практично сви подаци о планетама, мада често веома груби, могу се добити са Земље. Тачност ових података повећаће се касније ракетним посматрањима. Кооперација земаљских и ракетних метода испитивања се остварује тако да радиоастрономска посматрања са Земље треба да претходе ракетним и да одређују њихове конкретне циљеве да би летови били успешни и економски оправдани.

Још у процесу монтаже и пробне експлоатације РАТАНа-600 која је почела 1974 године добијени су драгоцени научни подаци. Откривена је „радиогранулација" т.ј. фина структура радиозрачења Сунца на сантиметарском подручју таласних дужина. На великим угаоним растојањима од Сунца регистровано је радиозрачење короне. Вршена су посматрања Месеца, Венере, Марса, Јупитера и неких сателита планета. Изведена су радиоастрономска испитивања вангалактичких извора — радиогалаксија и квазара. Истовремено, посматрања радиоизвора на неколико фреквенци дозволила су да се добије њихов тренутни спектар и нађу поједине компоненте. Такође је у радиодијапазону измерено скретање зракова у пољу теже Сунца што се сматра за један од доказа Ајнштајнове опште теорије релативности.

Прва успешна посматрања наговештавају да ће после завршавања аутоматизације РАТАНа-600 наша знања о Васиони у блиској будућности бити проширена.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. С. Димитријевић, Пулсари, Васиона, 1972, бр. 3—4, стр. 67.
2. А. А. Михајлов, Телескоп пречника шест метара, Васиона, 1977, бр. 1, стр. 1.
3. Л. М. Гиндлис, Радиотелескоп РАТАН-600 Земля и Вселенная, 1976, бр. 4, стр. 2.
4. И. Л. Каидановский, РАТАН-600 радиотелескоп нового поколения, Природа 1976, бр. 9, стр. 3.
5. А. Г. Белевитин, В. М. Назаров — Геодезическая Юстировка РАТАНа-600, Земля и Вселенная, 1977, бр. 1, стр. 42.
6. В. Брел, В гостях у „РАТАНА", Знание — Сила, 1975, бр. 9, стр. 5.

Мр Милан С. Димитријевић

ДИФЕРЕНЦИЈАЛНА РОТАЦИЈА ГАЛАКСИЈЕ

1. *О диференцијалној ротацији уопште*

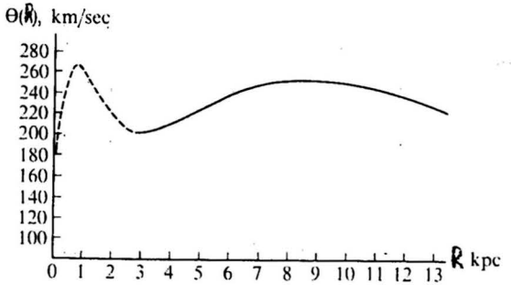
Ротација или обртање око сопствене осе је појава која се стално сусреће у астрономији. Ротирају и планете и звезде и галаксије. Како и зашто настаје ротација, још увек се сматра загонетком. У вези с тим само треба поменути то да се баш код нас пре извесног времена, развила једна теорија о пореклу ротације небеских тела (теорија Савића и Кашанина).

Ми ћемо овде говорити о тзв. диференцијалној ротацији. За разлику од ротације крутог тела код кога све тачке имају исту угаону брзину ротације, односно период обиласка, код диференцијалне ротације угаона брзина зависи од удаљености од осе ротације. У првом случају растојања тачака које ротирају се не мењају у току ротације, па тело задржава свој првобитни облик (отуда термин круто или чврсто). У другом случају пак, угаона брзина за две тачке на различитим растојањима од осе ротације је различита, постоји диференција (разлика) међу њима, па одатле термин диференцијална ротација.

Мерења, о којима ћемо касније говорити, показују да је и ротација наше Галаксије диференцијална. Оса ротације пролази кроз галактичко средиште и усправна је на раван симетрије галаксије. Карактер зависности је прегледно дат преко тзв. ротационе криве која је приказана на слици 1. То је крива на којој је графички представљена зависност линијске брзине ротационог кретања Θ_c (R) од удаљености од осе галактичке ротације, обележене са R. Треба само подсетити да је линијска брзина ротације производ угаоне брзине и удаљености од осе ротације. Угаону брзину галактичке ротације обележићемо са ω. Дакле,

$$\Theta_c = \omega \times R.$$

Да је ω константно тј. независно од R, онда би график функције Θ_c (R) био права линија, али као што видимо са слике 1, он то није.



Сл. 1. Ротациона крива за нашу Галаксију

Ротациона крива, приказана на слици 1, преузета је из књиге „Tables of Plane Galactic Orbits" од Г. Контопулоса (Contopoulos) и Б. Стремгрена (Strömgren). Она је добијена на основу посматрања, и то: за удаљености од осе галактичке ротације $R < R_\odot$, где је $R_\odot$ удаљеност Сунца, на основу радио-астрономских посматрања, а за вредности $R > R_\odot$, на основу посматрања вршених у оптичком подручју спектра.

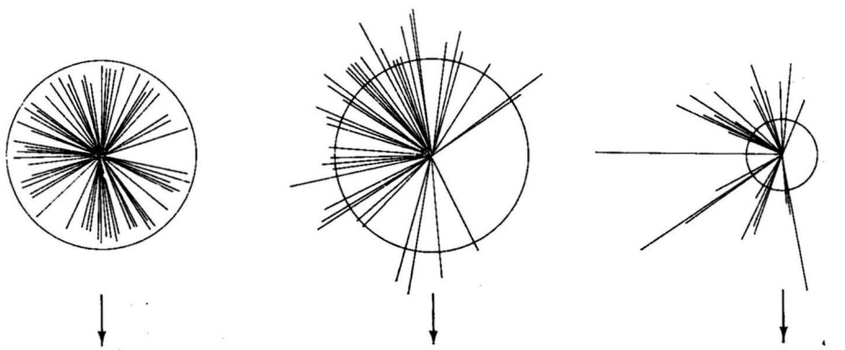
2. *Ротација наше Галаксије*

Прва чињеница која је указала на ротацију нашег звезданог система била је његова велика спљоштеност, тј. веома јака концентрација објеката ка средишњој равни система коју називамо галактичка раван, што су још почетком овога века приметили класици галактичке астрономије Кептејн (Kapteyn), Шепли (Shapley) и др. Пројекција ове равни на небеску сферу је плаво-беличаста трака, свима нама знана, — Млечни Пут. Прво објашњење за овако јаку концентрацију објеката ка једној равни било је да Галаксија ротира око осе нормалне на ову раван. Исто тако примећена је и симетрија у распореду објеката (звезда, јер су у то време оне биле највише проучаване) у односу на галактичку раван и осу ротације.

Све ово још увек није било довољно да се са сигурношћу утврди галактичка ротација; требало је још испитати кретање звезда.

За кретање звезда сажето можемо рећи ово: брзина сваке звезде састоји се из две компоненте. Једна од њих потиче од систематског кретања у коме уочена звезда учествује заједно са свима њој сродним и за које данас знамо да потиче од галактичке ротације. Друга представља одступање њеног индивидуалног кретања од заједничког (општег за дату групу). Ту другу компоненту називамо својственом брзином звезде.

Једна од анализа које су спроведене са својственим брзинама, било је испитивање расподеле њихових праваца у галактичкој равни. Правце у галактичкој равни ми одређујемо помоћу галактичке лонгитуде. Кад кажемо да неки галактички објекат има лонгитуду l, онда то значи да угао који заклапају правац од Сунца ка галактичком центру и правац од Сунца ка том објекту износи l, рачунат у смеру супротном смеру казаљке на часовнику. Ово је дефиниција галактичке лонгитуде у тзв. новом галактичком координатном систему, али разлика између старе и нове дефиниције за нас овде није битна. Астрономи су груписали својствене брзине звезда према њиховим интензитетима и за сваку групу нацртали дијаграме као на слици



Сл. 2. Асиметрија звезданих кретања. Правац надоле је правац ка галактичком средишту

2. Дужи на слици 2 представљају брзине звезда и управљене су ка одговарајућим лонгитудама, већ према правцу кретања дате звезде. Што је брзина звезде већа, одговарајућа дуж је дужа (те се дужи називају векторима). Шта запажамо? На слици 2 (a) на којој су представљене брзине „спорих" звезда са својственим брзинама мањим од 63 km/s, брзине су управљене ка свим могућим лонгитудама. Имамо скоро потпуну симетрију (симетрија је у ствари потпуна; поједине празнине су последица недостатка података). На слици 2 (b) су представљене „брже" звезде са брзинама између 63 km/s и 100 km/s.Ту напротив запажамо асиметрију. У распону галактичких лонгитуда између 0° и 160° нема вектора. Иста је ситуација и на слици 2 (c), где су представљене брзине „најбржих" звезда, изнад 100 km/s. Дакле, брзина од 63 km/s испољава се као критична брзина, јер се на тој вредности нагло мења понашање вектора звезданих брзина. 1925. године Б. Линдблад (Lindblad) је објаснио асиметрију звезданих кретања ротацијом наше Галаксије. Укупна брзина звезде у односу на центар Галаксије јесте по њему збир брзине ротације на месту где се

звезда налази и њене својствене брзине. Али то је векторски збир и зато у оном делу Галаксије где су ове брзине управљене на исту страну оне се сабирају, у супротном се одузимају. Звезда која се креће у нашој Галаксији налази се под дејством гравитационих сила нашег звезданог система које јој не дозвољавају да га напусти. Како то астрономи стручно кажу, звезда је заробљена у потенцијалној јами. Тај израз долази отуда, што ова ситуација веома подсећа на положај предмета који се налази у јами. Да би се избавио одатле он мора поседовати довољно кинетичке енергије, тј. мора имати довољну брзину. Исто је и са звездом; и она мора имати довољно велику брзину, да би могла да савлада галактичко поље гравитације. У области Галаксије где се налази наше Сунце, та брзина је једнака збиру ротационе брзине на месту где се налази Сунце и коју означавамо са $\Theta_\odot$ и критичне брзине од 63 km/s. Према томе све звезде које су стекле ову критичну брзину већ су напустиле нашу Галаксију и то је разлог што их нема.

У току 1927. и 1928. године Јан Орт (Oort) је објавио више научних радова у којима је допунио и проширио Линдбладове резултате у вези галактичке ротације. Тако је настала Линдблад-Ортова теорија галактичке ротације. Њене основне карактеристике су како наводе у својој књизи Вивер (Weaver) и Тримплер (Trümpler) следеће:

1. Средње кретање групе звезда у ма ком елементу простора који припада галактичкој равни јесте кружно обртно кретање око галактичког средишта. Раван путање поклапа се са галактичком. Смер ротације исти је у целом галактичком систему, и то супротан смеру у коме се рачунају галактичке лонгитуде.

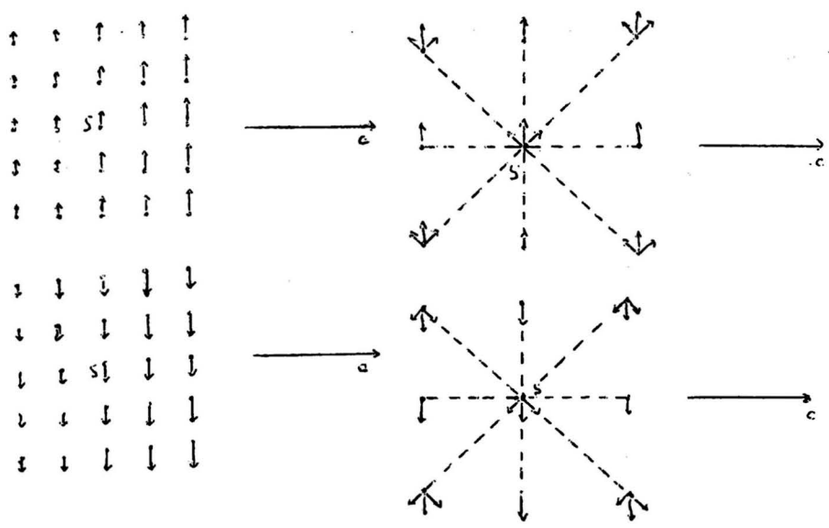
2. Средње кретање групе звезда у елементу простора око тачке S која се налази на умереном одстојању од галактичке равни практично узев идентично је кретању које преовлађује у околини пројекције тачке S на галактичку раван. Другим речима, ако се не удаљавамо много од ове равни, угловна брзина ротације не зависи од одстојања од галактичке равни.

3. Индивидуалне брзине звезда у неком елементу простора, напр. индивидуалне брзине звезда у Сунчевој околини, одступају од средње зато што путање звезда нису тачно кружне него ексцентричне и што, осим тога, заклапају известан угао са галактичком равни. Стога својствене брзине звезда представљају векторску разлику између брзине којом се звезда креће по својој ексцентричној и нагнутој путањи и оне брзине која одговара кружној путањи у равни паралелној галактичкој, а повученој кроз уочени елемент простора.

4. Горња тврђења односе се на већину звезда које показују изразиту концентрацију ка галактичкој равни и својим распоредом дају спљоштен облик спољним деловима нашег звезданог система. Постоје, као што знамо, класе објеката као што су збијена звездана јата и краткопериодичне цефеиде, које показују слабу концентрацију ка галактичкој равни. Средње (обртно) кретање оваквих објеката око осе галактичког система је сразмерно споро, њихове путање веома нагнуте према галактичкој равни, а често и веома ексцентричне.

3. *Испитивање ротације наше Галаксије помоћу радијалних брзина*

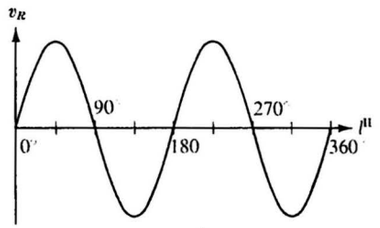
Главни задатак звездане астрономије био је одређивање ротационе криве. То се може учинити на основу посматрања — мерењем сопствених кретања и радијалних брзина звезда. Пошто је сопствена кретања могуће измерити само за најближе звезде, то о њима нећемо да говоримо. Интересоваће нас истраживање ротације само преко радијалних брзина.



Сл. 3. Радијалне брзине као функција галактичке ротације

Да видимо сада, какве закључке можемо извести када располажемо радијалним брзинама звезда. Погледајмо стога слику 3. На њој тачка С представља Сунце. Из њега су повучене испрекидане линије којима одговарају правци галактичких лонгитуда 0°, 45°, 90°, . . . и 360°, респективно. Овде су занемарени одстојање Сунца од галактичке равни и својствене брзине звезда. Дакле, претпоставља се да је просторна брзина звезде једнака њеној ротационој брзини и да се сва та тела налазе у галактичкој равни. На сваком од приказаних праваца за звезде које су на слици представљене тачкицама, извршено је растављање њихових просторних брзина на радијалну и тангенцијалну компоненту. Као што са слике 3 можемо видети, на неким правцима просторна брзина је нормална на правац повучен од уочене звезде ка Сунцу. За те правце радијална брзина је једнака нули. То су правац ка центру и њему супротан правац (ка антицентру). У правцу нормалном на овај (лонгитуде 90° и 270°), радијалне брзине у односу на Сунце су такође једнаке нули, ако се ради о непосредном Сунчевом галактичком суседству, што је управо случај на слици 3. За дате лонгитуде, као што се са слике може видети, правац радијалне брзине се поклапа са правцем просторне брзине, која потиче од ротације. Ово је само приближно испуњено, јер правац од Сунца ка центру Галаксије није паралелан са одговарајућим правцима за различите тачке на поменутим лонгитудама, према томе не могу ни њихове просторне брзине лежати на истој правој. Осим тога ни удаљеност ових тачака од центра Галаксије нису исте као удаљеност Сунца, па самим тим није иста ни њихова брзина ротације. Но, ми ћемо те разлике у брзини ротације занемарити, као и разлике у правцима и то све зато што са ради о тачкама из непосредне близине Сунца, па се стога њихове удаљености од центра Галаксије и брзине ротације врло мало разликују. Ми меримо све радијалне брзине у односу

на Сунце, дакле меримо разлику брзине у односу на центар Галаксије и брзине Сунца. У случају $l = 90°$ и $l = 270°$ та разлика је једнака нули. Највећу ће позитивну вредност радијална брзина у Сунчевом суседству имати за лонгитуде 45° и 225°. За лонгитуду $l = 135°$, и 315° имаће исту толику брзину, по апсолутној вредности, али сада са супротним, негативним знаком. На сл. 4 представљена је радијална брзина у функцији лонгитуде l. Крива која представља ову зависност је синусоида са периодом P.



Сл. 4. Зависност радијалне брзине од галактичке лонгитуде (на слици означена l^{II})

Ово су била квалитативна проучавања галакаичке ротације у вези са радијалним брзинама. Међутим, много су значајнија квантитативна, јер нам само она могу дати аналитички облик ротационе криве.

У поменутим радовима из 1927. и 1928. године Орт је извео једну подесну формулу која даје везу између радијалне брзине и угаоне брзине галактичке ротације за наше галактичко суседство. И он је том приликом користио апроксимацију да су својствене брзине звезда једнаке нули. На основу ове формуле могла су се из посматрачких података који су се односили на радијалне брзине извршити израчунавања угаоне брзине галактичке ротације. То што се поменута формула односи само на наше галактичко суседство не смањује њен значај, пошто оптичка посматрања ионако имају „кратак домет". Светлост удаљенијих звезда које се налазе у галактичкој равни уопште не допире до нас због међузвездане апсорпције. Наиме, међузвездана прашина, која се такође налази у галактичкој равни, апсорбује светлост звезда и тиме знатно смањује наш видокруг.

Сажето можемо рећи да су најважнији резултати до којих су дошли астрономи путем ових посматрања у оптичком домену следећи:

1. Удаљеност Сунца од центра Галаксије износи приближно $R_\odot = 10$ Kpc.

2. Линијска брзина ротационог кретања Сунца износи приближно $\Theta_\odot = 250$ km/s.

3. Угаона брзина галактичке ротације опада са удаљавањем од осе ротације.

Но, за конструкцију ротационе криве, потребан је целовитији преглед података о измени угаоне брзине са удаљавањем од осе ротације. То није било могуће добити само из оптичких посматрања због поменуте краткоће домета. У поратним годинама на сцену ступа радио-астрономија са својим, дотле неслућеним, могућностима.

4. *Одређивање ротационе криве Галаксије посматрањем неутралног водоника на таласној дужини* 21 *cm*

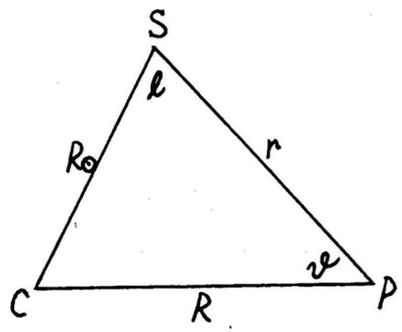
Према Планк-овој формули

$$\Delta E = h\nu, \tag{1}$$

следује да ако је разлика енергија двају енергетских нивоа ΔE мала, онда је мала и фреквенција ν. За довољно малу разлику ν може доспети и у радио-област. Код атома водоника, који је узгред буди речено најобилнији елемент у Свемиру, догађа се један прелаз електрона између два тако блиска нивоа, да му одговара фреквенција од свега 1420 MHz, што спада у радио-област. Та два веома блиска нивоа у атому водоника се разликују по оријентацији спина електрона и језгра. Спином се описује ротација честице око своје осе, и разлика у оријентацији спина повлачи за собом разлику у јачини спреге две честице, што повлачи разлику у енергијама везе. Истоветно оријентисани спинови дају слабију везу но супротно оријентисани.

Према формули $\lambda = c/\nu$ где је c брзина светлости, можемо за сваку фреквенцију ν израчунати одговарајућу таласну дужину λ. За 1420 MHz добијамо $\lambda = 21$ cm. Та је таласна дужина далеко већа од димензија честица међузвездане прашине, чији је ред величине 10^{-5}cm, па зато ове не апсорбују поменуто зрачење. То је велика предност за истраживача ако хоће да проучава удаљене области Галаксије. Први је теоријски дошао до закључка да линија водоника на таласној дужини од 21 cm мора постојати ван де Хулст (van de Hulst) 1945. У његовој домовини Холандији су брзо схватили значај овог његовог рада па су на новоизграђеној опсерваторији у Двингело (Dwingeloo) 1949. почела посматрања са циљем да се посматра међузвездани водоник на тој таласној дужини. Скоро истовремено почела су посматрања и у Аустралији.

Неко ће можда приметити да постоји могућност да зрачење водоника из неке области буде апсорбовано од стране самог водоника из неке нама ближе области, с обзиром на чињеницу да гасови апсорбују зрачење оних таласних дужина које би они под одређеним условима сами емитовали. Међутим, то се не догађа, јер су таласне дужине водоника из разних области различите, због Доплер-Физоовог ефекта, пошто се све области крећу једна у односу на другу. Коначно, задатак астронома је био да уперивши свој радио-телескоп ка одређеној лонгитуди l, констатују одступања од таласне дужине 21 cm (или фреквенције 1420 MHz), и затим из тог податка израчунају радијалну брзину V_r, која је повезана са угаоном брзином галактичке ротације.



Сл. 5. Схема галактичке ротације

До везе угаоне брзине галактичке ротације и радијалне брзине долазимо на следећи начин. Као и досада претпоставићемо да је једино кретање у Галаксији ротација. У том случају за Сунце и неки други објекат у галактичкој равни (на слици 5, означени са S и P, респективно), имаћемо да се крећу око галактичког центра по круговима, чији су полупречници $R_\odot$ и R, респективно. Са C је означен центар Галаксије. Радијална брзина објекта P у односу на Сунце је разлика пројекција ротационих брзина објеката и Сунца на дуж која их спаја, чија је дужина на слици 5 означена са r. Из троугла SPC на слици 5 налазимо да је спољашњи угао код темена P једнак 180—ϑ, где је ϑ угао у троуглу SPC коп истог темена. Пошто угао између правца брзине ротације и полупречника износи 90°, угао између правца ротационе брзине објекта P и дужи r износи 90—ϑ. Ако ротациона брзина објекта P износи Θ, онда њена пројекција на r износи $\Theta \sin\vartheta$. Исто тако пројекција ротационе брзине Сунца $\Theta_\odot$ на r износи $\Theta_\odot \sin l$, где је l галактичка лонгитуда. Тада радијална брзина објекта P у односу на Сунце износи

$$V_r = \Theta \sin\vartheta - \Theta_\odot \sin l. \qquad (1а)$$

Из троугла SPC имамо на основу синусне теореме

$$\sin\vartheta = (R_\odot/R) \sin l. \qquad (1б)$$

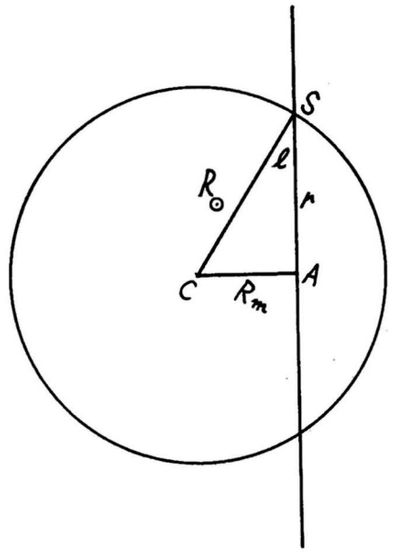
Када заменимо израз (1б) у формулу (1а) и сетимо се да је линијска брзина ротације Θ производ угаоне брзине ротације ω и удаљења R од осе ротације, добијамо тражену везу угаоне брзине галактичке ротације и радијалне брзине

$$V_r = R_\odot (\omega - \omega_\odot) \sin l. \qquad (2)$$

Величина $\omega_\odot$ је угаона брзина галактичке ротације за $R = R_\odot$, тј. за удаљеност Сунца од центра Галаксије. Она је количник нама познатих величина $\Theta_\odot$ и $R_\odot$. Према томе она је једнака 250/10 km s^{-1} kpc^{-1}. Дакле видимо, да се за дату лонгитуду израз (2) може решити по ω и да за свако V_r које нам дају посматрања можемо наћи одговарајуће ω. Једини је проблем што не знамо којој вредности R одговара то ω, а наш је циљ да одредимо зависност ω (R). Како да решимо тај проблем? Погледајко слику 6. На њој је са S означено Сунце, а са C центар Галаксије. Из тачке S је повучена полуправа која одговара лонгитуди l. Ми меримо сада радијалне брзине које одговарају различитим тачкама дуж уочене полуправе. Те се тачке налазе на различитим одстојањима од центра Галаксије, па је стога различита и вредност угаоне брзине ω у њима. Самим тим биће, на основу формуле (2), различита вредност радијалне брзине у њима. У једној тачки дуж уочене полуправе имаћемо максималну вредност радијалне брзине. То је она тачка која је најближа центру Галаксије, јер је у њој највећа вредност угаоне брзине. Њу није тешко пронаћи, треба само из центра Галаксије спустити нормалу на уочену полуправу, у њиховом пресеку биће тражена тачка. На слици 6 је она означена са A. Из елементарних тригонометријских разматрања закључујемо да је њена удаљеност од центра Галаксије $R = R_\odot \sin l$. Значи, треба пронаћи максималну вредност радијалне брзине за дату вредност лонгитуде. По формули (2) из ње онда израчунамо одговарајућу вредност угаоне брзине, а видели смо већ како се израчунава вредност R која одговара тој угаоној брзини. Овај поступак можемо поновити за више различитих вредности лонгитуде и тако можемо оформити таблицу функције $\omega(R)$. Затим вредноси ове функције помножимо одговарајућим вредностима R и добијемо вредности функ-

ције $\Theta_\odot$ (R). То су први урадили Кви (Kwee), Милер (Müller) и Вестерхаут (Westerhout) 1954. године за неутрални водоник и на тај начин су добили ротациону криву за нашу Галаксију. Данашњи облик те криве представљен је на слици 1.

Нажалост овај се метод може применити само на унутрашњи део Галаксије. Под унутрашњим делом подразумевамо област галактичке равни која се налази унутар круга чији је центар у центру Галаксије, а полупречник једнак удаљености Сунца од центра Галаксије $R_\odot$. Да бисмо се уверили у то да се таквим поступком добија ω (R) за $R < R_\odot$ продужимо полуправу која одговара лонгитуди l у страну већих удаљености од центра Галаксије него што је удаљеност Сунца. Продужетак ће бити полуправа која одговара вредности лонгитуде 180 — l. Можемо опет да меримо



Сл. 6. Зависност радијалне брзине од растојања

радијалне брзине дуж ове полуправе, али максимума неће бити, јер идући дуж ове полуправе ми се стално удаљујемо од центра Галаксије, па према томе и угаоне брзина непрекидно опада, а самим тим и радијална брзина према формули (2). Значи, више немамо могућности да одређујемо којим удаљеностима одговарају израчунате вредности угаоне брзине. У том случају преостаје да податке добијене из радио-посматрања допунимо оптичким подацима за спољашње области Галаксије, што је и учињено приликом конструкције ротационе криве на слици 1.

Од каквог је значаја за астрономију одређивање ротационе криве наше Галаксије? Значајно је пре свега за одређивање расподеле неутралног водоника у галактичкој равни, које су извели Орт, Милер и ван де Хулст. Том приликом они су установили постојање спиралних грана.

5. *Расподела масе у нашој Галаксији*

Друга важна ствар за изучавање наше Галаксије на основу добијене ротационе криве јесте истраживање распореда масе у нашој Галаксији. Расподелом масе је условљено како ће неко тело ротирати. У том погледу постоје два гранична случаја: а) маса је равномерно распоређена; б) готово сва маса система сконцентрисана је у његовом средишту. Први случај одговара ротацији крутог тела, а други кеплеровској, као што је на пр. случај у Сунчевом систему. Да би све ово било јасније, унећемо мало више математике у наше излагање.

Као и досада радићемо само у галактичкој равни. Боље рећи, замишљаћемо да читав галактички систем лежи у једној равни. Распоред масе описује се густином као функцијом положаја. Пошто ми овде радимо у две димензије, за нас ће меродавна бити површинска густина, дакле маса по јединици површине. Њу ћемо обележавати са σ. Кретање у нашој Галаксији врши се углавном под дејством гравитационих сила. Дејство тих сила на галактичку материју описује се математички једном величином која се зове гравитациони потенцијал. Њега ћемо обележавати са φ. Распоред галактичких објеката је такав да постоји симетрија према оси ротације. Математички, то значи да су и σ и φ функције само растојања од осе ротације, које као и раније обележавамо са R. Величина φ описује распоред гравитационих сила којима је одређено кретање у нашој Галаксији, а σ одређује распоред масе.

Оно што смо малочас говорили о повезаности распореда масе и начина ротације, математички можемо изразити једном формулом која повезује потенцијал φ и густину σ. Та формула је Поасонова (Poisson) диференцијална једначина, у овом чланку означена као формула (3), у којој је потенцијал дат преко својих извода по R. То је оно мало више математике што смо малочас поменули. Но, то не треба да нас плаши, јер ће овде бити третирани са математичког становишта једноставни случајеви, са којима знају да оперишу и ђаци на крају средње школе. Поасонова формула гласи

$$\frac{d^2\varphi}{dR^2}+\frac{1}{R}\frac{d\varphi}{dR}=\alpha\sigma, \tag{3}$$

где је α константа. Узмимо сад у разматрање случај када је маса равномерно распоређена. То значи да је $\sigma = \text{const}$, тј. независно од R. Кад бацимо поглед на формулу (3), онда видимо да је цела њена десна страна у том случају независна од R, па према томе мора бити и лева. Они који знају вишу математику, одмах ће видети да је потенцијал $\varphi = \beta R^2$, где је β нова константа.

Линијска брзина галактичке ротације Θ_c такође је повезана са потенцијалом, и то на следећи начин

$$\Theta_c^2 = R\frac{d\varphi}{dR}. \tag{4}$$

С друге стране ω је, као што је већ речено, једнако $\frac{\Theta_c}{R}$. Према томе можемо написати:

$$\omega^2=\frac{1}{R}\frac{d\varphi}{dR}. \tag{5}$$

Видели смо да уколико је σ константно, φ је сразмерно квадрату растојања од центра Галаксије. На основу формуле (5) видимо да је у том случају и ω константно. Приметимо још да величина која стоји на десној страни формуле (5), фигурише и у Поасоновој једначини, и то као други члан у збиру на њеној левој страни. Значи, Поасоновој једначини можемо дати и други облик:

$$\frac{d^2\varphi}{dR^2}+\omega^2=\alpha\sigma. \tag{6}$$

У случају кеплеровске ротације ситуација је таква као да је сва маса сконцентрисана у једној тачки у центру система. Гравитациона сила једне материјалне тачке, као што је познато из Њутновог закона опште гравитације, је обрнуто сразмерна квадрату растојања, а потенцијал је обрнуто сразмеран првом степену растојања. У нашем случају то значи да је $\varphi = \gamma R^{-1}$ (γ је такође константа, чија бројна вредност, као и свих досада поменутих константи, означених овде почетним словима грчког алфабета, није битна за нас.). Заменимо сада овај израз у једначину (6). Добићемо да је σ, тј. ω^2 сразмерно R^{-2}.

Одатле следи:

$$\omega \propto R^{-3/2} \quad \text{или} \quad T=\frac{2\pi}{\omega}\propto R^{3/2} \tag{7}$$

што даје III Кеплеров закон за кружне путање:

$$T^2 \propto R^3. \tag{8}$$

Квадрат времена обиласка сразмеран је кубу полупречника.

Из досадашњег излагања могли смо да закључимо да ако познајемо било σ, било φ, било ω у функцији од R, онда преко написаних формула (3)—(6), можемо одредити закон промене са R за остале две величине. Одатле можемо јасно да сагледамо шта значи познавати ротациону криву тј. функцију $\Theta_c(R)$. Пошто сада, ето, знамо како изгледа ротациона крива за нашу Галаксију, онда је ред да се запитамо каква је расподела масе у нашој Галаксији, кад даје ротациону криву добијеног облика.

Видели смо већ, да угаона брзина галактичке ротације није константна. Према томе неће ни маса бити равномерно распоређена. Није ли онда можда ротација наше Галаксије кеплеровска? Испитивање ротационе криве даје негативан одговор. Ротација наше Галаксије је таква да за њу можемо рећи да је негде између кеплеровске и ротације крутог тела, али је ближа кеплеровској. То значи да маса наше Галаксије није скоро сва сконцентрисана у центру, али је ипак знатно већи њен део у централним деловима, него у периферним. Овим смо додирнули питање математичког моделирања наше Галаксије.

6. *Математичко моделирање наше Галаксије*

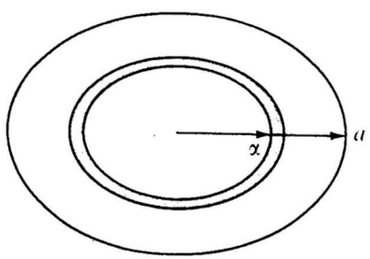
Математички моделирати извесну ствар, не значи начинити ту ствар у знатно мањим димензијама. То је физичко моделирање, којим се служе, рецимо, инжењери, када желе да конструишу нпр. неку летелицу Математички модел не мора уопште бити физички сличан објекту кога треба да представи. Овде се ради о математичкој сличности тј. да се модел и објект описују истим математичким релацијама.

У смислу најједноставнијег модела за нашу Галаксију, размотримо најпре кеплеровски модел, тј. модел који узима да се у центру Галаксије налази неко масивно тело чија се маса практично поклапа са масом целе Галаксије. Већ смо видели да овај модел не одговара ротационој кривој, али ће нам он помоћи да проценимо масу

Галаксије, јер је врло једноставан. Додајмо томе и то да у овом случају није потребно познавање ротационе криве у целости. Довољно је знати само једну њену тачку, например ону која пролази кроз Сунце. Дакле треба само знати удаљеност Сунца од центра Галаксије и његову линијску брзину ротације. Ми те величине већ знамо, обележавали смо их са $R_\odot$ и $\Theta_\odot$, респективно. Заменимо их сада у израз (9) који представља једнакост центрифугалне силе и гравитационе силе центра Галаксије

$$\frac{\Theta_o^2}{R_\odot} = \frac{G M_G}{R_\odot^2}, \quad G \text{ је гравитациона константа} \tag{9}$$

за јединичну масу. Овде су нам све величине познате, осим масе Галаксије M_G, па можемо израз (9) решити по њој. Кад заменимо бројне вредности добијамо да је $M_G = 1{,}45 \times 10^{11} M_\odot$. Са $M_\odot$ је обележена маса Сунца, а она износи 2×10^{33} g. Поменимо само да је просечна маса једне звезде једнака једној Сунчевој маси. На основу тога ми можемо да проценимо укупан број звезда поделивши масу наше Галаксије са масом Сунца у њој. (Том приликом се претпоставља да је сва галактичка материја садржана у звездама, што није тачно). С обзиром на то да смо масу наше Галаксије изразили у јединицама Сунчеве масе, није тешко видети да је ред величине за број звезда 10^{11}. Тај ред величине добијен је и на основу статистичких разматрања. Интересантно је напоменути да овај ред величине, тј. 10^{11} за масу наше Галаксије дају и други савременији модели, засновани на измереној ротационој кривој. Најпознатији, и данас у астрономској литератури најчешће помињан модел наше Галаксије је Шмитов модел (M. Schmidt) из 1956. године. Приликом конструкције модела наше Галаксије Шмит је узео да се она може представити низом концентричних, спљоштених, елипсоида. Ови елипсоиди су ротациони, тј. њихове осе у галактичкој равни су једнаке, док је трећа, нормална на галактичку раван,



Сл. 7. Шмитов модел наше Галаксије

мања од њих, као што је то представљено на слици 7. У области танке (строгим језиком математике речено диференцијалне) љуске која је на слици 7 приказана шрафирано, густина је константна. Ми, јасна ствар, можемо сваки елипсоид да поделимо на низ таквих љуски, унутар којих је густина константна. Идући тако од центра Галаксије, ми пролазимо кроз те љуске. Свака од њих је константне густине с тим што свака љуска има другу густину. Густина непрекидно опада од центра Галаксије. Да би имао бројне вредности за густину и такође да би имао увид у то којом брзином она опада, Шмит је морао поћи од ротационе криве. Њеном анализом, нашао је следећу емпиријску формулу за угаону брзину:

$$\omega^2 = \frac{30000}{R^3} + \frac{10120{,}2}{R} - 41{,}722\, R \tag{10}$$

Ову формулу наводимо овде да би се донекле стекао увид у то како је распоређена маса у нашој Галаксији. Распоред пак утиче на карактер њене ротације. Формула (10) само приближно описује ротациону криву са слике 1. Ипак се и из ње могу извући неки закључци. Примера ради наводимо да је Шмит, пошавши од ње, одредио масу спољашњих области Галаксије и затим помоћу тог резултата „продужио" ротациону криву у далеке периферне области Галаксије. Тиме је добијен увид у ротациону криву за обод Галаксије пошто нам посматрања не могу дати информације о њеном карактеру у тим областима. Ми нећемо у нашим разматрањима ићи далеко, због тога што се Шмит у свом раду служио компликованим математичким изразима, те нема сврхе да их овде поново исписујемо. Задовољићемо се само неким једноставнијим запажањима и навођењем неких Шмитових нумеричких резултата.

Зауставимо се најпре мало на формули (10). Видимо да је од три нумерична коефицијента у изразу на њеној десној страни највећи онај први, уз R^{-3}. Када бисмо занемарили преостала два члана, онда бисмо добили да је квадрат угаоне брзине галактичке ротације обрнуто сразмеран кубу растојања од центра Галаксије, а то је трећи Кеплеров закон. Према томе ми она друга два члана можемо да схватимо као „поправне" чланове који представљају одступање ротације наше Галаксије од кеплеровског типа. Сад видимо јасније шта то значи кад смо рекли да је ротација наше Галаксије ближе кеплеровској него ротацији крутог тела.

За масу наше Галаксије Шмитов модел даје нам вредност $1{,}86 \times 10^{11} M_\odot$. Интересантно је напоменути, да се према овом моделу скоро иста маса налази унутар круга чији је полупречник једнак Сунчевој удаљености од центра Галаксије као и изван њега. Пошто је у спољашњим областима Галаксије густина мања, то онда излази да су димензије наше Галаксије веће него што се раније мислило. Обично се наводи да је Сунце ближе периферији него центру Галаксие, тј. да се отприлике удаљеност према центру односи према удаљености до руба као 3 : 2. Према Шмитовом резултату излази, међутим, да је Сунце ближе центру и то за отприлике 4kpc. Дакле, закључак је да би ефективна граница Галаксије могла да буде на удаљености R = 24 kpc. Многи астрономи са сумњом гледају на овај резултат. У сваком случају то је плодно поље за дискусије и будућа истраживања.

Из свега до сада изложеног, може се видети у колико је мери одређивање ротационе криве важна ствар и исто тако да је математичко моделирање једне галаксије сложен задатак. На крају да напоменемо и то да се кроз сва описана истраживања провлачила стално једна претпоставка, а то је да једино кретање звезда и међузвезданог гаса јесте њихово кружно кретање, тј. то кретање је њихово учешће у ротацији нашег звезданог система. Међутим, ми знамо да то није случај, јер звезде поседују још и својствене брзине, а и код гаса постоје одступања од кружног кретања. То су турбулентна кретања гасова. Јасно је да и она дају свој допринос измереној радијалној брзини гаса. Међутим, приликом извођења формуле (2) о томе се није водило рачуна. Астрономи су једноставно усвојили да измерена радијална брзина у целини потиче само од кружног кретања и онда им није било тешко да изведу формулу (2) која повезује радијалну брзину-величину која се добија из посматрања, са траженом угаоном брзином галактичке ротације. Сигурно је да то уноси извесну грешку у ротациону криву. Колику, то треба видети. То је један од најважнијих задатала савремених истраживања. Исто тако, веома је важно и одређивање ротационих кривих других галаксија. На томе се такође доста ради.

Слободан Нинковић

ЛИТЕРАТУРА

1. Атанасијевић И. и Милорадов-Турин Ј.: 1964, *Изабрана поглавља из звездане астрономије*, скрипта, Београд.
2. Mihalas D.: 1968, Galactic Asronomy, W. H. Freeman and Company, San Francisco.
3. Weaver H., Trümpler R.: 1962, Statistical Astronomy, Dover, New York.

АСТРОНОМИЈА У ШКОЛСКОЈ НАСТАВИ

ПЛИМСКО ДЕЈСТВО У ВАСИОНИ

Појам плимског дејства

Плимско дејство, у општем случају, представља једну од манифестација дејства силе гравитационог привлачења. У основи овог дејства лежи такозвана плимска сила. Она се дефинише као сила једнака разлици између сила којима један центар гравитационог дејства привлачи различите делове неке масе коначних димензија (нехомогене или некомпактне).

Плимско дејство је универзално у Васиони и манифестује се на различите начине. На овом месту ћемо се осврнути на неколико карактеристичних случајева.

Плимско дејство на Земљи

Плимско дејство на Земљи потиче, с једне стране, од Месеца, због његове велике масе и још више због његове близине, а с друге стране, од Сунца, због његове огромне масе.

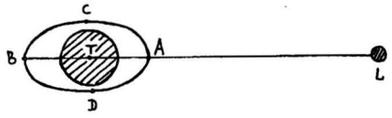
Размотримо прво плимско дејство Месеца.

Ово дејство је одавно било примећено. Људи су уочили корелацију између периода осциловања нивоа воде на обалама великих водених површина, као што су мора и океани (плиме и осеке), и периода између две узастопне Месечеве кулминације.

Појаву плиме и осеке је први објаснио Њутн. Она се своди на следеће. Плимска сила је у овом случају једнака разлици између привлачног дејства Месеца на површину Земље (упрошћено узето, покривену водом) и привлачног дејства Месеца на практично идеално чврсту Земљину унутрашњост (шематски приказано на Сл. 1). При томе су уведене две основне претпоставке:

1) Централни део Земље може се разматрати као идеално чврсто тело,

2) тај централни део је обавијен воденим слојем одређене дебљине. (При томе се не чини велика грешка, јер је већи део Земљине лопте покривен водом.)



Сл. 1.

Са Сл. 1 се види да ће се тачка А на површини Земље, која је ближа Месецу, више приближити истом, него што ће се приближити центар Земље Т, или тачка В на супротној страни од тачке А. Пошто ће се центар Т више померати него тачка В, у тачкама А и В ће се појавити испупчења водене масе (плима), а у тачкама С и D ће се водене масе повући (осека).

Ово стање није стационарно, већ се због Земљине ротације шири од истока ка западу.

Потпуно исти је принцип плимског дејства Сунца на Земљу. Месечево и Сунчево дејство се суперпонирају. Убрзања која добијају тачке А и В у односу на центар Земље, услед плимског дејства Месеца израчуната су у даљем тексту, док је проблем израчунавања плимског дејства Сунца дату облику задатка на крају чланка.

Сила којом Месец делује на тачку А јесте (по Њутновом закону гравитације)

$$F_A = G\frac{\mathfrak{M}_L m_A}{(r - r_\oplus)^2},$$

где је r растојање од Месеца до центра Земље, $r_\oplus$ Земљин полупречник, $\mathfrak{M}_L$ маса Месеца, m_A маса посматраног дела на Земљи и G гравитациона константа.

Одавде се добијају и изрази за убрзања тачака Т и В:

$$g_T = G\frac{\mathfrak{M}_L}{r^2}$$

$$g_B = G\frac{\mathfrak{M}_L}{(r + r_\oplus)^2}.$$

Убрзање које даје плимска сила јесте

$$\Delta g_L = g_A - g_T$$

$$\Delta g_L = G\mathfrak{M}_L\left[\frac{1}{(r - r_\oplus)^2} - \frac{1}{r^2}\right] \approx G\mathfrak{M}_L\frac{2}{r^3},$$

при чему је узета у обзир чињеница да је радијус Земље много мањи од растојања Земља — Месец.

Узгред речено, постоји и аналогно плимско дејство на кору и ваздушни океан Земље, само што се то дејство мање примећује од претходног.

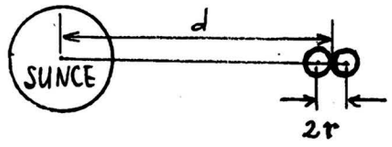
Целокупно досадашње извођење је било спроведено за идеалан случај, када је централни део Земље глатка кугла по којој клизе водене масе, без трења. Међутим, услед постојања трења и низа других појава, период између две узастопне плиме није свуда једнак.

Осим тога, плима у затвореним морима је далеко мања од плиме у озвореним заливима, где достиже висину и до 16 метара (Fundy Bay, на источној обали Канаде).

Плимско дејство у примордијалној Сунчевој маглини

Примордијална Сунчева маглина је уствари прамаглина из које су се током времена формирала тела Сунчевог система, према савременој концепцији настанка Сунчевог система.

Формирање ма какве стабилне пра-кондензације у примордијалној Сунчевој маглини је уско повезано са плимским дејством у њој. Закон гравитације, то је све што је потребно да се зна, да би се објаснио појам плимског дејства у првобитној Сунчевој маглини.



Сл. 2.

Претпоставимо да се на неки начин формира кондензација од две лоптасте честице на неком средњем растојању од центра Сунца. (Сл. 2) При томе су радијуси и масе честица (под претпоставком да су исте сферичног облика) једнаки међусобно и износе m и r, респективно. Услед узајамног гравитационог привлачења те две честице би (ван поља спољашње силе) образовале једну стабилну кондензацију.

Сила узајамног привлачења F_{int} дата је Њутновим законом гравитације

$$F_{int} = G\frac{m\,m}{(2r)^2}, \qquad G \approx 7\times 10^{-8}\ N\,m^2\ \mathrm{kg}^{-2}.$$

Међутим, на ову новоформирану кондензацију делује и гравитациона сила Сунца. При томе је сила којом Сунце делује на ближу честицу $F_{1,\,ext}$ већа од силе којом оно делује на удаљенију честицу $F_{2,\,ext}$. Интензитети тих сила су дати формулама

$$F_{1,\,ext} = G\frac{\mathfrak{M}_\odot\, m}{(d-r)^2}$$

$$F_{2,\,ext} = G\frac{\mathfrak{M}_\odot\, m}{(d-r)^2}$$

где је $\mathfrak{M}_\odot$ маса Сунца. Сила плимског дејства, тј. сила која тежи да раздвоји ове две честице, једнака је разлици између ове две силе:

$$F_p = F_{1,\,ext} - F_{2,\,ext} = G\,\mathfrak{M}_\odot\, m\left[\frac{1}{(d-r)^2} - \frac{1}{(d+r)^2}\right] = G\,\mathfrak{M}_\odot\, m\,\frac{4\,d\,r}{d^2 - r^2}.$$

Ако занемаримо растојање између центара честица у односу на даљину између центра Сунца и њих, добија се коначан резултат

$$F_p \approx G\,\mathfrak{M}_\odot\, m\,\frac{4r}{d^3}.$$

С друге стране, новоформирана кондензација се може одржати једино у случају када је сила узајамног дејства између честица већа (или једнака) од плимског дејства

Сунчеве гравитације

$$G\frac{m\,m}{(2r)^2} = G\,\mathfrak{M}_\odot\, m\,\frac{4r}{d^3} \quad\Rightarrow\quad m = \frac{4r\,(2r)^2\,\mathfrak{M}_\odot}{d^3}.$$

Поделимо целу једначину са запремином једне од честица у кондензацији, ($V = \frac{4}{3}\pi r^3$), па на левој страни формирајмо израз за густину кондензације

$$\rho = \frac{2\,m}{2\,V} = (4r^2)\,\frac{4r}{d^3}\,\frac{\mathfrak{M}_\odot}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{12\,\mathfrak{M}_\odot}{\pi\,d^3} \approx \frac{4\,\mathfrak{M}_\odot}{d^3}$$

$$(\pi = 3{,}14159\ldots \approx 3)$$

следи

$$\rho = \frac{4\,\mathfrak{M}_\odot}{d^3}.$$

Добијена формула даје критеријум плимске нестабилности, односно најмању могућу густину новоформиране кондензације, при којој кондензчција остаје као таква.

Дакле, критична густина, испод које је немогуће постојање поменуте кондензације, пропорционална је маси гравитационог центра (нпр. маси Сунца), а обрнуто пропорционална кубу средњег растојања од посматране кондензације.

Другим речима, да би кондензација, у плимском односу, била стабилна, густина Сунчане маглине у посматраној тачки мора бити четири пута већа од односа масе Сунца и куба растојања до Сунца.

Стабилност галактичких звезданих јата

Плимско дејство је уобичајена појава у Васиони па ћемо га анализирати у том смислу. Посматрајко нпр. плимско дејство Галаксије на развејана звездана јата.

Звезде које припадају развејаном јату привлаче се међусобно гравитационим силама које су по интензитету мање од резултујуће плимске силе, којом на јато делује Галаксија у целини. Критеријум који говори о томе, да ли ће посматрано јато бити у току времена развејано, јесте критеријум плимске нестабилности, ($\rho = 4\,\mathfrak{M}_\odot/d^3$). Он се може интерпретирати, у конкретном случају, на следећи начин.

Критична густина је сада она најмања густина звезда у јату, при којој јато својим унутрашњим привлачењем може да се супротстави разрушујућем дејству од стране унутрашњег дела Галаксије. При томе је маса Галаксије $\mathfrak{M}_G$ изражена у масама Сунца, а растојање од центра Галаксије d изражено у парсецима (1 ps = $3{,}1\times 10^{13}$ km). Због могућности ротације и турбуленције унутар посматране „кондензације" (јата), критична густина се узима 2,5 пута већом него што смо мало пре извели:

$$\rho = \frac{10\,\mathfrak{M}_\odot}{d^3}.$$

Применимо горње разматрање на галактичко јато Плејаде, које се налазе у нашој Галаксији. У близини његовог центра на један кубни парсек долазе три звезде. На ово јато делује привлачна сила од стране унутрашње области Галаксије, која је еквивалентна сили привлачења око 10^{11} маса једнаких маси нашег Сунца. Растојање између Плејада и центра Галаксије износи око 10^4 pc.

Уврштавајући поменуте податке у формули за „критичну густину стабилности“ добијамо

$$\rho = \frac{10 \times 10^{11}}{10^{12}} \frac{\mathfrak{M}_\odot}{\text{pc}^3} = \frac{1 \text{ звезда}}{\text{pc}^3} .$$

Дакле, можемо закључити да се Плејаде налазе на граници стабилности и да ће се у току времена сасвим развејати.

Плимско дејство између двојних звезда

До изразите појаве плимског дејства може доћи нпр. и између компонената двојне звезде, када се нађу на довољно малом растојању. Тада настаје узајамно „извлачење“ звезданог материјала и формирање „мостова“ између компонената двојних система.

Сличан случај код релативно блиских галаксија

При томе се такође ствара „мост“ од галактичког материјала. Постоје веома лепи снимци ове спектакуларне појаве у Васиони, који потврђују исправност теоријских разматрања.

* *
*

У закључку можемо рећи да је плимско дејство заиста универзално у Васиони. Испољава се на много познатих, вероватно и других још непознатих начина. Познавањем његових карактеристика у стању смо да објаснимо низ интересантних појава у Васиони.

Задаци

1. Нека се у првобитној Сунчевој маглини оформила кондензација (протопланете) на средњем растојању од Сунца 10 AJ. (Маса Сунца износи 2×10^{33} g.) Колика мора бити густина Сунчеве маглине, да би се формирала стабилна протопланета?
(Напомена: Добијена вредност је за око 100 пута већа од вредности добијене за густину када се узме укупна данашња маса планета. Та противрачност ишчезава ако се претпостави да је првобитна Сунчева маглина укључивала у себи око 100 пута више материје него све данашње планете.)
Одговор: $\rho = 2 \times 10^{-9}$ g cm^{-3}.

2. Наћи минималну густину замишљеног природног Земљиног сателита који би се налазио на растојању једнаком највећем Месечевом растојању од Земље (апогеј), при којој би исти још био стабилан у плимском смислу. (Маса Земље је $M = 5{,}98 \times 10^{27}$ g, растојање до апогеја $d = 3{,}84 \times 10^{10}$ cm.)
Одговор: $\rho_{min} = 0{,}4$ g cm^{-3}.

3. Колико би се Месец могао приближити Земљи, а да опет остане стабилан у плимском смислу? (Густина Месеца је $\rho = 3$ g cm^{-3}.)
Одговор: $d_{min} = 20\,000$ km.

4. Средња густина сферног (глобуларног) јата износи око 0,4 звезде по кубном парсеку. Знајући да је густина у његовом центру 10 до 100 пута већи од средње густине, дискутовати плимску стабилност јата. (Критеријум стабилности је 1 звезда pc^{-3}.

5. Израчунати плимско дејство Сунца на Земљу (под претпоставкама наведеним у тексту). Наћи однос између ове плимске силе и убрзања које ствара Месец. Полазни подаци: $\mathfrak{M}_L = \mathfrak{M}_\oplus/81{,}5$, $\mathfrak{M}_\odot = 333\,000\,\mathfrak{M}_\oplus$, $r_L = 60{,}3\,r_\oplus$, $r = 23\,484\,r_\oplus$.
Решење: $\Delta g_L = 2{,}2\,\Delta g_\oplus$.

Маргарита Каровска

ПОСМАТРАЧКИ ПРИЛОЗИ

ПОСМАТРАЊА СУНЦА

На следећим странама приказани су први резултати посматрања Сунца у периоду од 1972 до 1976 године. Посматрања су имала за циљ одређивање Волфовог броја, који претставља један од показатеља активности Сунца. У раду је коришћен азимутни рефрактор „Bauer — Richter“ 60/800 mm, са увеличањем од 64 пута. Сунчев лик је пројектован на бело-жути екран на коме је пречник слике Сунца износио око 12 cm.

У приложеним таблицама наведене су дневне вредности Волфовог броја добијене посматрањем. Претпостављало се да коефицијент који фигурише у Волфовој формули има вредност k = 1. На крају сваког календарског месеца дата је и одговарајућа средња вредност.

Слика 1 графички приказује ход средњих месечних вредности Волфовог броја у току периода посматрања. Непрекидно извучена крива претставља посматране вредности. Испрекидана крива је добијена на основу података Валдмајера са Швајцарске Федералне Опсерваторије, објављиваних у часописима „L'Astronomie“ и „Sky and Telescope“. С обзиром да резултати у „L'Astronomie“ излазе са закашњењем од најмање годину дана, део ове криве који се односи на 1976. годину добијен је на основу података из „Sky and Telescope“.

Владан Челебоновић

ВОЛФОВ БРОЈ У ТОКУ 1972.

Датум	Јан	Феб	Мар	Апр	Мај	Јун	Јул	Авг	Сеп	Окт	Нов	Дец
1			103	33	33				133	93		
2			95	33	55				151	93	44	
3	67		80						112			22
4	44	24	78	79					102		35	11
5			87	45					98		33	
6			81			128			47		27	0
7			94	102		99			79		0	35
8			110	115	84				68		0	37
9	55		109	192	87				47		0	
10			79	171	121				36		26	

наставак табеле

Датум	Јан	Феб	Мар	Апв	Мај	Јун	Јул	Авг	Сеп	Окт	Нов	Дец
11				157		61				23	35	
12	46	86	33									
13			141			40			44	0	22	
14			141			94			55		24	
15					111	100		34		0		
16	62		153	105	116	121		56				
17		153		93	108	89		72				
18		207				63		69	33	37	29	
19		222	103			76		79	22	47	44	
20		191	144		72				44	35		
21			154		72	108			61			
22			80						63			
23			183	98		111						
24								109				
25			93			144		94	88	112		
26		79	49					84	98	81		
27			46					108		98		
28		35	23			147		99	72	85		
29			44					165	70	59		
30			40	11					65			
31										86		
Ср. вр	49,3	124,6	93,8	94,9	85,9	98,6		88,1	72,2	53,3	24,2	21,0

ВОЛФОВ БРОЈ У ТОКУ 1973.

Датум	Јан	Феб	Мар	Апр	Мај	Јун	Јул	Авг	Сеп	Окт	Нов	Дец
1	33			57	24	11		33	52		24	
2				70	40	0		41	86		34	
3		12							117		11	
4					25				120		0	
5					55				103		0	
6			36		39				68			
7				71					68	22		
8		24			34			64	65	11		
9		49						52	76			
10		73							46		11	
11									39	0	0	11
12		56				57			23	0		
13	11	56	86		0					12		
14	11							0	0	12		
15	11								11			
16									22			
17	12				42	27		0			11	

наставак табеле

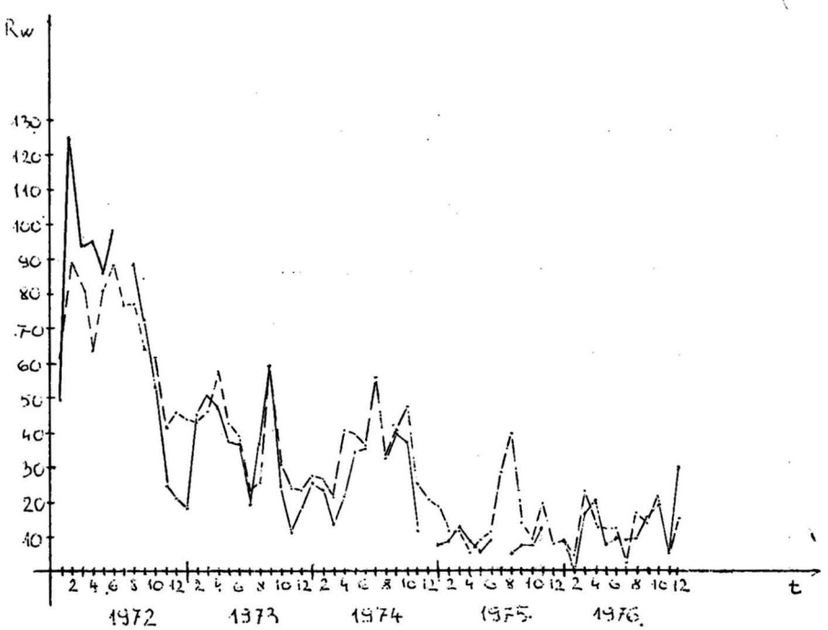
Датум	Јан	Феб	Мар	Апр	Мај	Јун	Јул	Авг	Сеп	Окт	Нов	Дец
18	12										11	
19		23			27	49					11	26
20			24		29					0		
21	57			41	31				35			
22	46			42	53				50			
23				48	63			32	63	29	14	
24		47			86	62						
25	11							28				
26	26					48		35		58		
27	22			41			15			56		
28	0			36	41	41		36		42		
29				42	37	22				43		
30	0			24				48				
31	0		54		11		23	73				
Ср. вр	18,1	45,0	50,5	47,3	37,4	36,6	19,0	37,0	59,3	24,6	11,6	18,5

ВОЛФОВ БРОЈ У ТОКУ 1974.

Дат	Јан	Феб	Мар	Апр	Мај	Јун	Јул	Авг	Сеп	Окт	Нов	Дец
1		11	11		46							
2			0	11					22		23	
3			0	0	86	41			22	95		
4									22			
5		0			86				33			
6		0		15	76	37			33			
7				27					33			
8				39		75				62		
9	35			48	57	71			45			
10		22		56	62				70	53		
11		25			34					70	0	
12		23	35		33	37			50			
13		33	22		22			59	46			
14			11		11			70	43		0	
15	144					34		44	45			
16		51				23		50	56	15		
17		60	0			23		51	64	0	24	
18			11			23		48	76	0		
19			11	26	0			34	15			
20			11		0	13		22	12			
21			11		44	13		25				
22			24	11		0		37				
23			25		0			24				
24			11	14				24		0		

наставак табеле

Датум	Јан	Феб	Мар	Апр	Мај	Јун	Јул	Авг	Сеп	Окт	Нов	Дец
25			11			70		22				
26	0		11		26			11				
27	0		11	12	15			11	22			
28		11	35	0				11	36			
29	0				0				52			
30	0			11				11				
31	0											
Ср. вр	25,6	23,6	13,9	21,7	34,6	35,4		32,6	39,9	36,9	11,8	



Сл. 1

ВОЛФОВ БРОЈ У ТОКУ 1975.

Дат.	Јан	Феб	Мар	Апр	Мај	Јун	Јул	Авг	Сеп	Окт	Нов	Дец
1		0	0		0	11			12	11	0	
2			13			0			11	11	0	
3			14						23	11	0	
4		15	13		42				18	11		
5			0		31							

наставак табеле

Датум	Јан	Феб	Мар	Апр	Мај	Јун	Јул	Авг	Сеп	Окт	Нов	Дец
6		38	11							11	26	
7		25			11							
8			25						11	11		
9	11	26	28		0	0			11			
10			25		0	0					22	
11			0		0	0						
12			13		0	0						
13		11									11	
14						0			11	16		
15		0	25			0			11			
16			28			15					29	
17		0	27									
18		0	25		0	14		12				
19	23	0			0							
20			0		0						27	
21	23			0	0	0		0				
22		0			0			0				
23					11	14		12				
24	0	13				0		12				
25		11	0		0	24			0	0		
26	0	0	0		0	24			0	0	0	
27	0	0				24			0			
28		0		24		23			0	0		
29				11	0	11			0			
30	0			0		11		0	0	0		
31	0		0		11			0				
Ср. вр	7,1	8,7	12,9	8,8	5,9	9		5,1	7,7	7,5	12,8	

ВОЛФОВ БРОЈ У ТОКУ 1976.

Датум	Јан	Феб	Мар	Апр	Мај	Јун	Јул	Авг	Сеп	Окт	Нов	Дец
2			0	27		0	11		11	34		
3				15			0		12	35	0	
4				14	0		14			22		
5			0	13	0					22		
6				0	11				11			
7					11				11	22	0	
8		0	0		11				11	0		
9		0	11		11	0			11	0		
10					11	0			20	0	0	
11					12	0			17	0		
12				11	12				40	0	0	
13					12	0			24	11		

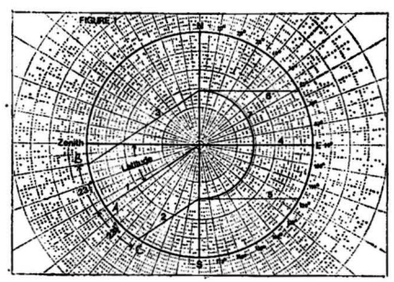
наставак табеле

Датум	Јан	Феб	Мар	Апр	Мај	Јун	Јул	Авг	Сеп	Окт	Нов	Дец
14				22		0			11			56
15	15			22	12	12			11			65
16				22	13				11	23		40
17					11				0	24	11	30
18				34	11	23						
19		0	38	36	11	21				30		11
20	12	0		22	0	27				15		11
21		0	27	22		14						11
22		0	33	22		24				15		11
23	0	0		22		11				22	11	
24		0		24		11			0	34		
25				22	0			11	11	30	11	
26			17	23	0			11		30	12	30
27			21					0	22			33
28		0	25					11	22	33		31
29		0	25		0			11	22	20		
30			18		0				22			
31			20					11				
Ср. вр	9	0	16,8	20,1	7,5	9,5	9,0	9,2	15,5	18,6	5	29,9

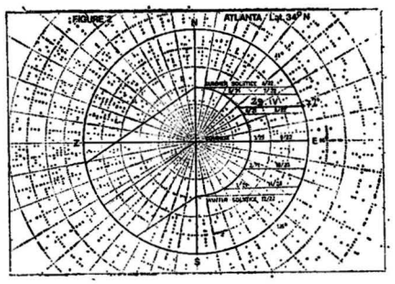
JEDNA GRAFIČKA METODA ZA ODREĐIVANJE AZIMUTA IZLAZA I ZALAZA SUNCA

Azimut je jedna od koordinata u horizontskom koordinatnom sistemu; meri se od severne tačke horizonta do preseka vertikalnog kruga (koji prolazi kroz nebesko telo) sa ravni horizonta u smeru *NESW*.

Azimut izlaza i zalaza Sunca zavisi od geografske širine mesta odakle se posmatra i od trenutka posmatranja. Ovde ćemo opisati jednu grafičku metodu za određivanje azimuta izlaza i zalaza Sunca. Za konstruisanje grafikona je potrebna geografska širina mesta posmatranja. Postupak je sledeći. (Sl. 1).



Сл. 1



Сл. 2

Nacrtajmo krug *N-E-S-Zenit*, na polarni koordinatni papir, koji možemo i sami da izradimo. Pola kruga koristićemo kao vertikalni krug, a drugu polovinu kao horizontski krug. Od tačke *Z* (zenit) u smeru *S* nanesemo geografsku širinu mesta posmatranja. Tako dobijenu tačku *A* spojimo sa centrom kruga linijom (1). Od tačke *A* nanesemo ugao od 23°,5 u oba smera, pa iz dobijenih tačaka *B*, *C* povučemo paralelu sa linijom (1). Tako dobijamo linije (2) i (3); iz preseka tih linija sa *NS* povučemo paralelu sa linijom (4). Pomoću šestara nacrtajmo još krug (7). Ovim smo završili osnovnu konstrukciju grafikona.

Linija (1) je linija Sunčeve dnevne putanje. To je presek dnevnog paralela Sunčeve prividne putanje na nebeskoj sferi sa ravni *NZS*) u ekvinokciju, tj. približno 21. III i 23. IX, a njen presek sa horizontskom ravni je linija (4), koja određuje azimut Sunčevog izlaza tih dana. Linija (2) je linija Sunčeve dnevne putanje u zimskom solsticiju, tj. približno 22. XII. Linija (5) određuje azimut izlaza tog dana. Slično, linije (3) i (6) određuju ove elemente u letnjem solsticiju, tj. približno 22. VI. Polukrug (7) omogućava pretvaranje luka *BC* u dane, tako da približno za jedan dan Sunce prelazi, prividno, jedan stepen na polukrugu (7) u prvoj polovini godine u smeru *SEN*, a u drugoj polovini godine u smeru NES.

Azimut Sunčevog zalaza dobijamo oduzimanjem azimuta izlaza od 360°. Sl. 2 ilustruje jedan kompletan grafik za geografsku širinu od 34°.

Dat je i jedan primer nalaženja azimuta izlaza 29. IV. Sa grafika se može očitati da je azimut izlaza tog dana 72°.

Ova metoda omogućuje određivanje azimuta izlaza i zalaza Sunca sa tačnošću od jedan do dva stepena.

Prema: The Journal of the Royal Astronomical Society of Canada, Vol. 70, No 1, p. L. 7—10, (1976)

Ištvan Vince

Napomena: U nas je uobičajeno da se azimpt meri od južne tačke na horizontu. Prema tome, ako ovim postupkom dobijemo $A_1 = 72°$, tražena vrednost iznosi $A = 180° + A_1 = 252°$.

НОВОСТИ И БЕЛЕШКЕ

Новооткривени прстенови. — 10. III 1977. године на највеће изненађење астрономске јавности откривени су прстенови планете Уран. Укупно их је запажено пет и то фотоелектричним путем, помоћу Кајперове астрономске опсерваторије монтиране на специјалном авиону, приликом посматрања окултације звезде SAO 158 687. Прстенови су веома узани, слабог сјаја и не могу се у оптичком подручју детектовати за сада ни фотографским путем. Прстенови се налазе у екваторијалној равни Урана.

Sky and Telescope, јуни, 1977.

Мр Јелена Милоградов-Турин

Granule leda oko HL Tauri. — Fotografski, zvezda HL Tauri je slab objekt 16. prividne veličine i malo promenljiva, ali se zato lako može opaziti u infracrvenom području, gde joj prividna veličina dostiže 1,5 na talasnoj dužini 12,6 μ.

Veruje se da je ova zvezda stara samo nekoliko stotina hiljada godina. Ona je opkoljena oblakom ledenih kristala koji je deo vrlo guste prašine i gasa izvan kojih se sama zvezda razvija. Premda je led otkriven na više drugih mesta u Mlečnom Putu, zbog toga što su ta mesta jako zamračena kosmičkom prašinom, HL Tauri je prvi slučaj gde je centralni objekt prepoznat u optičkoj oblasti.

Ovo je otkriće učinio Martin Cohen sa Kalifornijskog univerziteta u Berkliju. Dok je radio na opservatoriji za infracrveno područje Maunt Lemon u Arizoni krajem 1974, on je našao jednu apsorpcionu liniju u infracrvenom spektru HL Tauri koja veoma dobro odgovara laboratorijskim spektrima ledenih kristala od 0,6 μ u prečniku. Prilikom tih posmatranja on je koristio reflektor od 152 cm univerziteta Minesote, snabdeven skanirajućim infracrvenim spektrometrom- fotometrom koji je načinio Michael Merrill, student iz San Dijega.

Srce ovog instrumenta je jako osetljivi fotoelektrični detektor od indijum-antimonida (InSb), koji se hladi tečnim azotom. On je montiran iza jednog točka koji sadrži četiri široko-pojasna filtra i jedan kontinuirani klinasti interferencioni filtar, tako postavljen da rotacija točka menja progresivno talasnu dužinu zračenja, koje dospeva u detektor. Spektralna razdvojna moć kreće se od 0,03 na talasnoj dužini 2,1 do 0,06 za $\lambda=4{,}1$ μ.

U traganju da pronađe da li su molekuli sagrađeni na površinama čestica prašine blizu mladih zvezda, Dr Cohen je izabrao HL Tauri i oko 20 zvezda tipa T Tauri. Interval talasne dužine 2—4 μ je bio izabran zato što se tu mogu naći apsorpcione trake vode i ugljen-monoksida. Pretpostalja se da su oba ova molekula veoma zastupljena u tamnim oblacima, gde se formiraju zvezde.

Kod drugih T Tauri zvezda, sjajnijih i s toga više odmaklih u svojoj evoluciji od HL Tauri, nije pronađen led. Međutim, trake vodene pare su bile detektovane kod dva ovakva objekta, pekularnih zvezda FU Orionis i V 1057 Cygni. U primerku ovog časopisa (Sky and telescope) za jul, 1971. str. 12 i 13 pisalo je da je svaka od ovih zvezda u jednom trenutku imala prividnu veličinu 16, ali je zatim u toku vremenskog intervala od oko šest meseci dospela do prividne veličine 10 i zadržala tu prividnu veličinu. Sa FU Orionis to se dogodilo 1939. g., a sa V 1057 Cygni, 1969.

U izveštaju, objavljenom u „Monthly Notices of the Royal Astronomical Society", Dr Cohen iznosi svoju pretpostavku: „Samo u najranijim fazama formiranja zvezda okolozvezdani led je prisutan u velikim količinama. Sudbina ovog leda je da ispari kako zvezda dalje evoluira i pojačava svoje ultraljubičasto zračenje. U slučaju nekih masivnih zvezda koje preživljuju flerove tipa FU Orionis, led brzo isparava i vodena para koja tada nastaje održava se nekoliko decenija".

Sky and Telescope, decembar, 1975.

Preveo *S. Ninković*

Рендгенско зрачење Капеле. — Данас је познато око 100 галактичких рендгенских извора. По општем мишљењу истраживача, то су двојни системи у којима је једна од компоненти релативистичка звезда. Међутим, показало се да слабо рендгенско зрачење могу да емитују и обичне звезде. Амерички научници Р. Катура, Л. Актон и Х. Џонсон су недавно саопштили то своје откриће. За време лета ракете, 5. априла 1974. године, откривено је рендгенско зрачење Капеле, двојне звезде која се налази 14 парсека далеко од Сунца. У том систему нема релативистичких објеката, обе звезде су џинови. У њему највероватније светли плазма загрејана до температуре од 8 милиона степени. Зрачење извора није велико. Оно износи око 10^{31}erg/s, што је милион пута мање од зрачења познатог рендгенског извора у савзежђу Лабуда. Аутори рада претпостављају да звезде типа Капеле могу бити извори рендгенског зрачења и њихово зрачење може достизати до 10^{34} erg/s. Вероватно је тиме откривена нова класа галактичких рендгенских извора. Потпуно је могуће да Капела не зрачи увек у рендгенском подручју него само у периодима повишене активности.

Земля и Вселенная, 1975, бр. 5, стр. 25.

превео *Мр Милан С. Димитријевић*

Eggen-ova bliska zvezda. — Nevidljiva zvezda 11. prividne veličine u sazvežđu Skulptora, poznata po svom broju u katalogu CoD-31° 622, je jedan od najbližih Sunčevih suseda, možda na udaljenosti otprilike kao Alfa Centauri, prema Olin J. Eggen-u, direktoru opservatorije Maunt Stromlo i Sajding Spring u Australiji.

Ovaj nalaz je uzgredni proizvod velike serije fotoelektričnih merenja koju je on nedavno obavio sa reflektorom od 40 inča u Sajding Springu. Program se sastojao u određivanju prividnih veličina i boja 1050 zvezda čija su sopstvena kretanja velika i koje leže u okolini južnog galaktičkog pola, u krugu poluprečnika 10°. CoD—31° 622 je zavedena pod brojem 819 u Eggen-ovoj listi, jer njeno sopstveno kretanje iznosi 0″,145 godišnje prema Zonskom katalogu opservatorije na rtu Dobre Nade, odnosno 0″,105 godišnje prema skorijem katalogu Jelske opservatorije.

Neuobičajena kombinacija indeksa boje B-V i U-B, za čije je vrednosti Dr Eggen dobio +0,635 i —0,125, respektivno, odala je vrlo niski stvarni sjaj zvezde. On ukazuje na to da je u tom pogledu, ova zvezda veoma slična belom patuljku Wolf 457, koji ima izmerenu trigonometrijsku paralaksu 0",078, apsolutnu veličinu +15,4 i neprekidni spektar.

Za Eggen-ovu zvezdu nisu vršena merenja paralakse, a i spektar joj je nepoznat. On komentariše: „Ova zvezda verovatno nije potpatuljak i trebalo bi ispitati mogućnost da je to jedna od najbližih zvezda slabog sjaja. „Ako mi za apsolutnu veličinu usvojimo vrednost +15, poređenje sa izmerenom prividnom veličinom (V = = 10,78) daje udaljenost zvezde od svega 1,3 parseka ili 4,2 svetlosne godine! Alfa Centauri je udaljena 4,3 svetlosne godine od Sunca.

Koordinate Eggen-ove zvezde za 1950. godinu iznose, -rektascenzija $1^h\ 30^m\ 01^s$, deklinacija — 30° 56′,2, oko 1°,1 jugozapadno od Tau Sculptoris (prividna veličina 5,7). Neosporno, ova će zvezda pri-

vući znatnu pažnju profesionalnih astronoma. Takođe, moći će se lako naći sa amaterskim teleskopima, uz pomoć priručne karte.

Sky and Telescone, jul, 1976.

Slobodan Ninković

Nova posmatranja Supernove u sazvežđu Vuka. — Jedan od najspektakularnijih događaja na nebu za poslednjih 1000 godina bio je skoro zaboravljen sve do pre jedne decenije. Bila je to supernova sjajnija od Venere, koja se pojavila u sazvežđu Vuka 1006. godine, i koju su posmatrali posmatrači iz južne Evrope, Egipta, Iraka, Kine i Japana. Mnogi opisi kažu da je ova zvezda bila dovoljno sjajna da baca senke.

Srednjevekovni anali nam daju položaj zvezde sa nesigurnošću od nekoliko stepeni. Unutar naznačene površine australijski radio-astronomi su zabeležili 1965. postojanje jednog slabog radio-izvora, čije su koordinate rektascenzija $14^h\ 59^m{,}6$, deklinacija —41° 42' (za 1950. godinu), što su oni interpretirali kao omotač koji se širi od eksplozije supernove. Otprilike u isto vreme, R. Minkowski je tragao bez uspeha sa teleskopom od 48 inča Šmitovog tipa opservatorije Maunt Palomar za bilo kakvim optičkim magličastim objektom.

Nedavno, međutim, Sidney van den Bergh iz opservatorije Dejvid Danlop je uspeo da fotografiše optičke ostatke supernove iz 1006. godine. Na fotografijama načinjenim u crvenoj i plavoj svetlosti sa reflektorom od 4m Interameričke opservatorije u mestu Sero Tololo (Cerro Tololo) u Čileu, on je detektovao slab i delikatan pramen končaste magline oko 10′ severo-severozapadno od radiopoložaja Maglina, oko 9′ dugačka, se sastoji od niti čija debljina varira od 1″ do 8″.

Oblik ovih vlakana veoma podseća na iste u optičkom ostatku supernove tipa I iz 1972. (Tihova zvezda u Kasiopeji), prema Dr van den Bergh-u. Njegov nalaz je važna karika u lancu dokaza da je zvezda iz 1006. bila u istinu supernova i da je njen radio-omotač bio korektno identifikovan.

Ostatak supernove u Vuku je takođe registrovan kao slab izvor X-zračenja od strane detektora, smeštenih na veštačkom satelitu OSO-7. Analizirajući ova posmatranja, P. Frank Winkler, Jr., i Frank N. Laird iz Midlberi koledža zaključuju da se položaj izvora ne razlikuje za više od 0°,6 od položaja, zadatog ovim koordinatama: $14^h\ 57^m{,}9$ i —41° 41', što se dobro slaže sa radio-položajem označenim gore.

Ovi istraživači interpretiraju X-zrake kao toplotno zračenje jednog talasa nastalog u eksploziji. Na bazi toga oni zaključuju da je udaljenost od supernove 1200 ps (3900 svetlosnih godina) i da je kinetička energija oslobođena u ovoj eksploziji iznosila oko 10^{50} erg, što odgovara energiji eksplozije jedne supernove tipa I.

Sky and Teleskope, jul, 1976.

Slobodan Ninković

Koliko je velika Gamova maglina? — Najveća maglina na nebu nije bila poznata astronomima kao zasebna celina sve do 1952. godine, kada je australijski astronom Kolin Gam (Colin Gum) ukazao na njeno prisustvo na fotografijama načinjenim u crvenoj svetlosti. Centar ove ogromne oblasti jonizovanog gasa nalazi se u sazvežđu Jedra (južni deo Mlečnog Puta) i, koliko je poznato, pruža se od blizu Siriusa skoro do Ugljene Vreće u Južnom Krstu. Svetleći kompleks venaca pramenova i oblaka koji sačinjava centralni deo magline se lepo vidi na fotografijama koje je snimio Ellis W. Miller sa teleskopom Šmitovog tipa od 24 inča.

Međutim, izvanredno je teško odrediti dimenzije slabih magličastih oblasti velikih ugaonih razmera iz mozaika fotografija sa malim poljem vida, jer slabiji delovi mogu biti maskirani neizbežnim razlikama u efektivnom trajanju ekspozicije. Na ovo su nedavno skrenuli pažnju John C. Brandt i njegovi saradnici iz NASA-e i Interameričke opservatorije u mestu Sero Tololo u časopisu „Astrophysical Journal". Oni su zabeležili da su drugi istraživači različito opisivali Gam-ovu maglinu: kao kružnu maglinu prečnika 36°, oblak razmera 60° × 30° i čak 90° × 40°.

Dr Brandt i njegovi saradnici su tragali za rešenjem problema na taj način što su fotografisali celu Gam-ovu maglinu i jedan deo pozadine neba sa kratkofokusnom kamerom na jednoj fotoploči. Potrebne ekspozicije, dužine oko 4 časa, načinili su u crvenoj i zelenoj svetlosti u Sero Tololu u Čileu i blizu Kanbere u Australiji.

Ugaone razmere oblasti za koju je očigledno da šalje znatnije zračenje su iste u crvenoj i zelenoj svetlosti i iznose približno 60° × 34°. Međutim, to su minimalne vrednosti, pošto se neke, od ranije poznate, emisione površine ne vide jasno na ovim snimcima. Stoga, autori usvajaju kao dimenzije 75° duž galaktičke longitude i 40° duž galaktičke latitude za verovatnu ukupnu veličinu Gum-ove magline. Odgovarajuća dužina iznosi oko 600—700 pc (2000—2300 svetlosnih godina), ako je udaljenost centra nekih 450 pc (grubo 1500 svetlosnih godina).

Pre nekoliko godina predloženo je tumačenje da je Gam-ova maglina ostatak jedne ili više eksplozija supernovih. Nedavno je R. J. Reynolds sa univerziteta u Viskonsinu konstatovao spektroskopski da svetlost magline najvećim delom potiče iz tankog omotača vrelog gasa, prečnika oko 250 pc, koji se širi brzinom od 20 km/s. Ovaj rezultat je zasnovan na njegovom radu sa Fabri-Peroovim interferometrom koji se nalazio na MakMatovom solarnom teleskopu od 60 inča opservatorije Kit Pik.

Dr Reynolds zaključuje da je ovaj omotač koji se širi rezultat eksplozije supernove od pre milion godina, približno. Omotač nastavlja da sija zato što se gasovi u njemu zagrevaju i jonizuju ultraljubičastim zračenjem toplih zvezda u njegovoj unutrašnjosti, kao što su ζ Puppis i γ Velorum. Inače, Dr Reynolds je za prečnik Gam-ove magline u svom modelu, izloženom u časopisu „Astrophysical Journal" od 15. 6. 1976., usvojio znatno manju vrednost (36°), nego što je našla grupa Dr Brandt-a.

Sky and Telescope, Novembar, 1976.

Slobodan Ninković

Hemijski sastav Sunca. — Najnoviju tabelu relativnih količina elemenata koje sadrži Sunce objavili su Lorens Aler i Džon Ros (Laurence Aller and John Ross) u časopisu „Nauka" (Science). Rezultati njihove studije su najvećim delom zasnovani na merenjima intenziteta spektralnih linija u fotosferi, Sunčevim pegama, hromosferi i koroni Sunca. Posmatranja su vršena u vidljivom i dalekom ultravioletnom delu spektra, kao i u oblasti X zraka. Neki elementi su proučeni putem merenja Sunčevog vetra sa kosmičkih brodova i kosmičkih zraka nastalih u hromosferskim erupcijama.

Aler i Ros daju podatke o sadržini 72 elementa. Na svakih 10^6 atoma vodonika u Sunčevoj atmosferi ima oko 63000 atoma helijuma i 690 atoma kiseonika. Sledećih 10 najzastupljenijih elemenata su: ugljenik (420 atoma), azot (87), silicijum (45), neon (37) gvožđe (32), sumnor (16), kalcijum (2,2), nikal (1,9) i argon (1,0).

Tačnost navedenih vrednosti je veoma neujednačena. Za dva elementa od velikog kosmohemijskog značaja, gvožđe i helijum, sadašnje informacije nisu zadovoljavajuće. Uopšteno se može reći da količina manje isparljivih elemenata u Suncu odgovara sadržini tih elemenata u ugljeničnim hidritima (to je vrsta meteorita za koju se veruje da održava sastav Sunčevog sistema iz njegove najranije epohe). Dobro poznati izuzetci su litijum, berilijum i bor koji se uništavaju u nuklearnim reakcijama koje se odigravaju u unutrašnjosti Sunca, pa ih zato ima veoma malo i u njegovoj atmosferi.

Sky and Telescope, June, 1976. p. 380.

Vladan Čelebonović

Zbog čega slabi R Severne Krune? — Terminom „promenljive zvezde" označavaju se u astronomiji zvezde čiji se sjaj (i drugi parametri) menjaju iz različitih razloga. Jedna od posebno interesantnih zvezda iz ove grupe je R Severne Krune (latinski R Coronae Borealis). U toku niza meseci, ili čak godina, ova zvezda može da se zadrži u blizini svog maksimalnog sjaja, a da zatim iznenada oslabi, i dostigne čak 15 magnitudu.

Prvi pokušaj objašnjavanja ovakvog ponašanja R CrB datira iz 1934. Te godine je postavljena hipoteza da se uočene promene sjaja mogu objasniti kondenzacijom čestica u atmosferi zvezde. Pre osam godina (1968) otkriven je pojačan fluks infracrvenog zračenja što je potvrdilo prisustvo pomenutih čestica. U toku minimuma sjaja posmatranog 1972. godine, merenja polarizacije zračenja zvezde omogućila su određivanje radiusa ovih čestica; on iznosi između 10^{-4} i 5×10^{-5} mm.

Grupa astronoma sa Univerziteta Ajove (University of Iowa) je obavila merenja raspodele fluksa u spektru R CrB. Merenja su vršena na 40 talasnih dužina međusobno udaljenih 62Å između $\lambda =$ $= 3351$Å i $\lambda = 5768$Å. Posmatrano je u proleće 1974., u doba kada je sjaj R CrB rastao. Njihova spektrofotometrijska merenja se mogu objasniti apsorpcijom zračenja posmatrane zvezde oblakom grafitnih sfera prečnika oko 7×10^{-5} mm. Posmatranja pokazuju da je površinska gustina čestica reda veličine 10^{13} po kvadratnom metru i da opada sa porastom sjaja.

Na osnovu ovog modela dobijena je kriva promene sjaja koja se odlično slaže sa rastućom granom krive dobijene posmatranjima. Optička debljina oblaka je 4,6 a njegova udaljenost od zvezda je oko 100 njenih radijusa.

Za one koji žele da posmatraju ovu promenljivu dajemo osnovne podatke:

$$\left.\begin{aligned}\alpha &= 15^{a}46^{m}31^{s}\\ \delta &= +28°18,'5\end{aligned}\right\} 1950.$$

$$m_{max} = +5,8$$
$$m_{min} = +14,8 \text{ (varira)}$$

Podaci su iz: Астрономический календарь, Постоянная часть, Наука, Москва, 1973 стр. 694.

Sky and Telescope, October, 1976, p. 260.

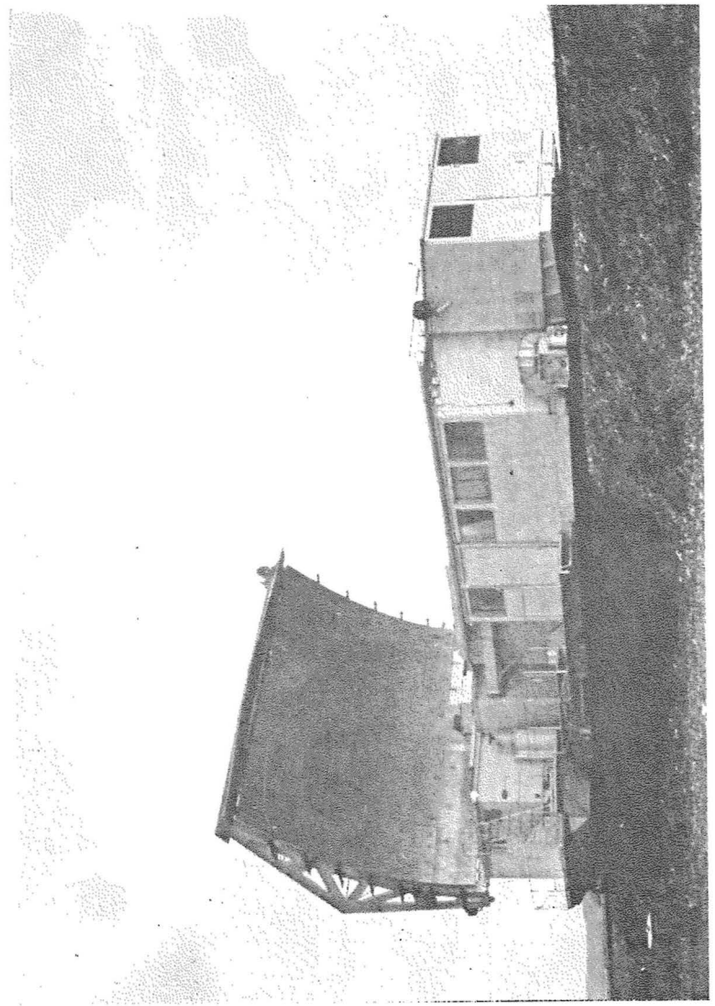
Vladan Čelebonović

Identifikovan X-ogen. — Radio-astronomske metode posmatranja omogućuju otkrivanje različitih molekula prisutnih u međuzvezdanom prostoru (u periodu 1957—72. otkrivena su 24 molekula). 1970 godine otkrivena je molekulska emisiona linija na frekvenciji 89,19 GHz ($\lambda = 0,336$ cm). Prvo posmatranje su izvršili Bul i Snajder sa Opservatorije Kit Pik (Buhl and Snyder on Kitt Peak). U doba kada je otkriven, novi molekul je dobio ime X-ogen pošto nije odmah mogao da bude identifikovan.

Iste godine V. Klemperer (W. Klemperer) je izneo mogućnost da bi molekularni jon HCO mogao da bude identifikovan sa novim molekulom, iako je njegova frekvencija najnižeg rotacionog prelaza 89,246 GHz. Dodatna podrška ovoj identifikaciji je došla iz radova Klemperera i Herbsta (E. Herbst), koji su predložili model nastajanja molekula u gustim međuzvezdanim oblacima u kojima HCO nastaje u početnim stadijumima, a kasnije učestvuje u drugim reakcijama. Kremer i Dikersen (Kraemer and Dickersen) su ove godine izveli poboljšana izračunavanja frekvencija na kojima bi trebale da se pojavljuju spektralne linije HCO . Podešavanjem teorije prema eksperimentalnim podacima, za molekul vodonik cijanida uspeli su da teorijski frekvenciju X-ogena i tako potvrde njegovu identifikaciju.

Sky and Telescope, Novembar 1976, p.323

Vladan Čelebonović



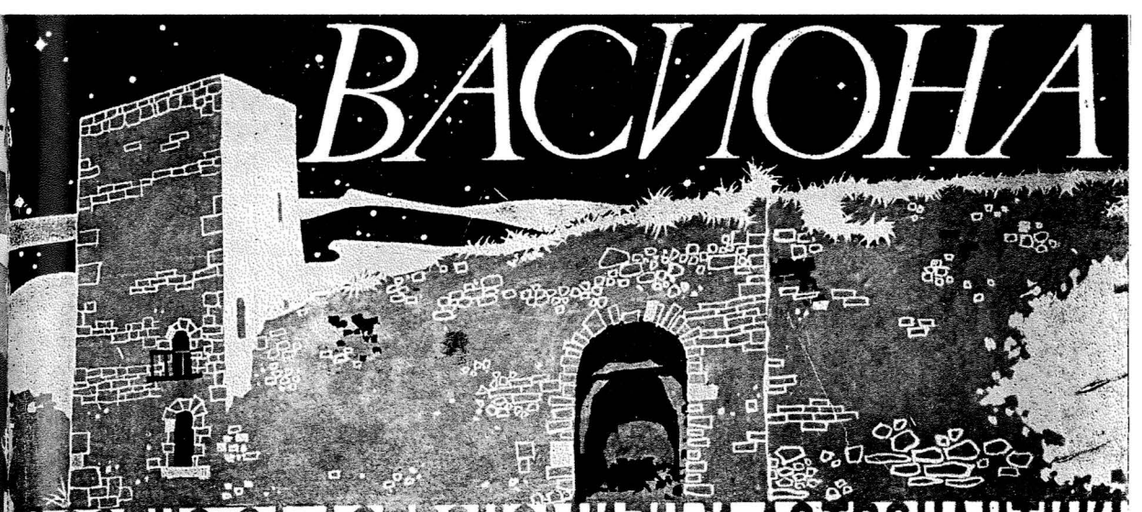
Секундарни рефлектор радиотелескопа РАТАН-600

VASIONA



ASOPIS ZA ASTRONOMIJU I ASTRONAUTIKU

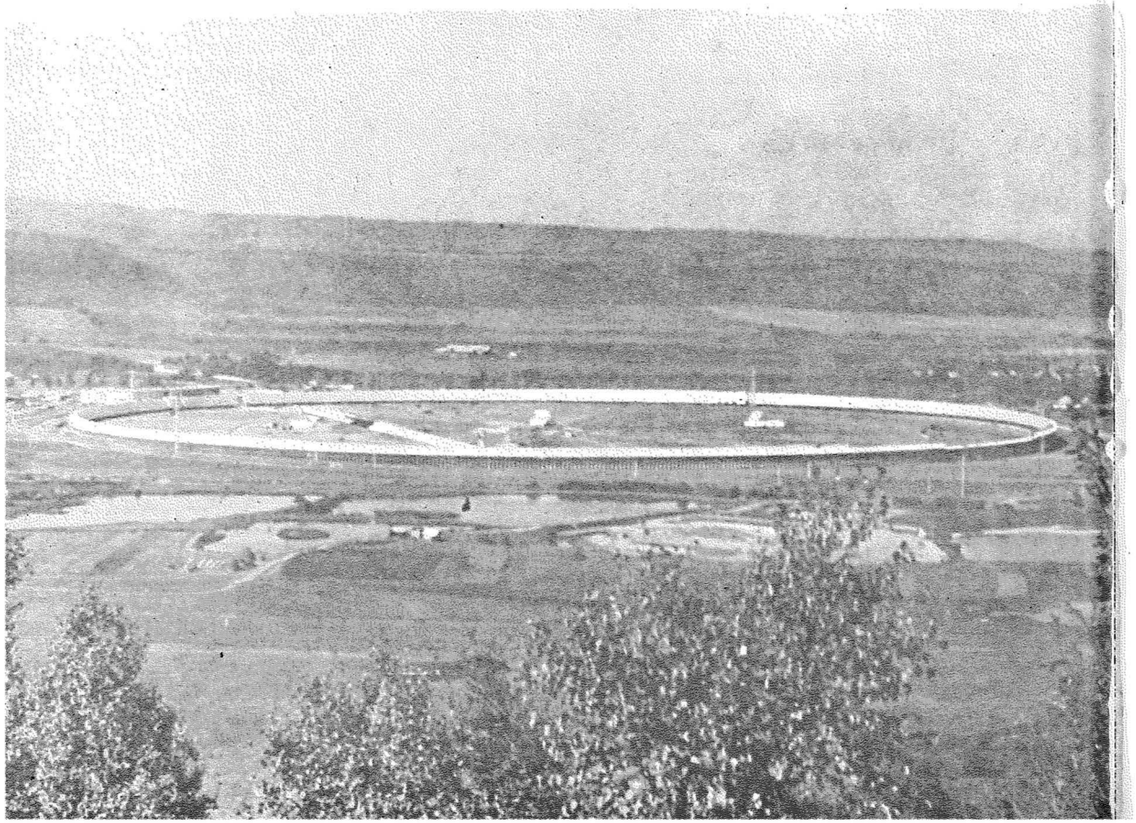
ВАСИОНА



ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИКУ

YU ISSN 0506-4295

Радиотелескоп РАТАН-600 је највећи инструмент радиоастрономског центра АН СССР на северном Кавказу. Налази се између река Велики Зеленчук и Хусе, на надморској висини од око 1000 м. Од великог 6-метарског оптичког телескопа удаљен је око 40 км.



ЕВОЛУЦИЈА МАТЕРИЈЕ У ВАСИОНИ

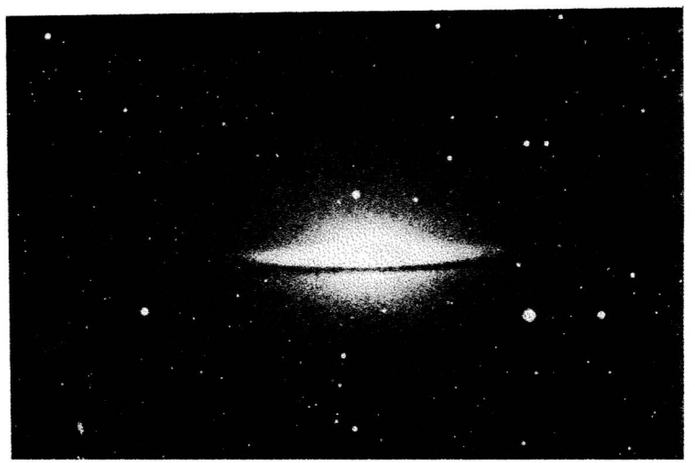
◑

СТАРИ И НОВИ ЕПИЦИКЛИ

◑

ЕФЕМЕРИДЕ ЗА 1978. ГОДИНУ

Вангалактичка маглина М 104 (NGC 4594), звана „Сомбреро", типичан је случај галаксије виђене „с бока". Налази се у сазвежђу Девица и класификована је као спирална галаксија типа Sa. Угаона величина јој је око 6′ × 2′, а даљина до ње око 12 Мрс. Снимак је начињен на опсерваторији „Карл Шварцшилд", у Таутенбургу, крај Јене (НДР). На снимку се јасно види језгро галаксије и део галактичког диска. Уочљива је тамна трака која је последица апсорпције светлости од стране међузвездане прашине. Честице међузвездане материје, као што се види, показују изразиту концентрацију ка равни симетрије галаксије.



1977 - 3-4

VASIONA

REVUE D'ASTRONOMIE ET D'ASTRONAUTIQUE

ANNÉE XXV 1977 № 3-4 BEOGRAD

Bulletin de la Société Astronomique „R. Bošković". Adresse: VASIONA, Narodna opservatorija, Kalemegdan, Gornji Grad, Beograd, Yougoslavie

САДРЖАЈ

Др Иван Аничин: Еволуција материје у Васиони 73

Мр Јелена Милоградов-Турин, Слободан Нинковић: Стари и нови епицикли 82

Новости и белешке 89

Ištvan Vince, Mr Zoran Knežević: Astronomske efemeride za 1978. godinu 93

Обавештење 112

МОЛИМО ЧЛАНОВЕ АСТРОНОМСКОГ ДРУШТВА „РУЂЕР БОШКОВИЋ" И ПРЕТПЛАТНИКЕ „ВАСИОНЕ" ДА ОБНОВЕ ПРЕТПЛАТУ ЗА 1977. ГОДИНУ

Уређивачки одбор

Др ТАТОМИР АНЂЕЛИЋ, Др РАДОВАН ДАНИЋ, Мр МИЛАН ДИМИТРИЈЕВИЋ, ПЕРО ЂУРКОВИЋ, НЕНАД ЈАНКОВИЋ, СЛОБОДАН НИНКОВИЋ, МИЛАН МИЈИЋ, Др БОЖИДАР ПОПОВИЋ, Мр СОФИЈА САЈАКОВ, АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ, СТЕВАН КОРДА и Инж. АЛЕКСАНДАР СТОЈАНОВИЋ

Главни одговорни уредник

Мр ЈЕЛЕНА МИЛОГРАДОВ-ТУРИН

Технички уредник АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ

Насловну страну израдио ПЕТАР КУБИЧЕЛА

ВАСИОНА, часопис за астрономију и астронаутику. Издаје Астрономско друштво „Руђер Бошковић", уз учешће Републичке заједнице за научни рад СР Србије. Годишња претплата НД 32, за ученике свих школа ако поруче одједном најмање десет примерака по НД 20, а за иностранство НД 64. Појединн број НД 8. Власник и издавач Астрономско друштво „Руђер Бошковић", Београд. Уредништво и администрација: Београд, Народна опсерваторија, Калемегдан, Горњи Град. Тел. 624-605. Рукописи се не враћају. Претплате слати у корист рачуна број 60806-678-6639

На основу мишљења Републичког секретаријата за културу број 413-665/74-02 од 27. XII 1974. ово издање је ослобођено пореза на промет

Штампа: ШИП „Србија", Београд, Мије Ковачевић 5

ВАСИОНА

ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИКУ

ГОДИНА XXV 1977 БРОЈ 3-4 БЕОГРАД

ЕВОЛУЦИЈА МАТЕРИЈЕ У ВАСИОНИ

Једно од кључних, и на први поглед најтрансцендентнијих питања, која смо у стању себи да поставимо свакако јесте питање о пореклу и постанку света. Овде под „светом" подразумевамо целокупну опсервабилну Природу, односно материју у њеном најширем значењу и у тако бројним диференцираним облицима њеног постојања. До пре коју деценију одговор на ово питање заиста се није могао добити рационалним путем; све прохујале религије човечанства миленијумима су своју снагу градиле управо на спекулативној догматизацији одговора на ово питање.

Захваљујући на првом месту новим знањима стеченим у областима нуклеарне физике и астрофизике данас коначно верујемо да смо успели да се приближимо градњи једне плаузибилне слике о постанку и еволуцији материје. Многи детаљи у овом ланцу резоновања који прати сукцесију догађаја у Природи још нам недостају, неки ће се, пак, током времена мењати. По многим питањима мишљења су још увек неусаглашена. Па ипак, ова је слика, коју ћемо у најкраћим цртама изложити, довољно разумна и убедљива да може поднети атрибут научне теорије. Њена изградња представља највећу детективску причу свих времена која је успешно решена захваљујући првој велиној синтези свих природних наука. Нико није био, нити ће икада бити, присутан да посматра ток ове еволуције. Неприкосновена снага, по лабораторијама на Земљи откривених закона и правилности у понашању материје под датим условима, омогућила нам је овај пут до крајњих граница простора и времена иза којих, са прагматистичког гледишта наших знања, нема ничега. Екстраполација овог еволуционог тока у будућност пружа нам наду да одавде можемо добити одговоре на критична егзистенцијалистичка питања о сврси и улози постојања живота и посебно човека у Природи. Ова сазнања требало би да послуже као упутство за будућу усмерену акцију целе заједнице живота на Земљи. Вероватно је то управо она линија развоја на којој ће оно што данас зовемо „чистом науком" постати најприменљивија творевина човекова. Као филозофска доктрина, агностицизам нам изгледа неумеснији но икад. Немогуће је предвидети како ће бити узбудљива времена што наилазе!

Изградња ове целовите слике о еволуцији материје омогућена нам је тек када смо детаљно упознали, са једне стране, микроскопску структуру материје, а са друге, сва могућа стања у којима се материја може налазити ван толико нетипичних услова у којима се налази на Земљи. Да бисмо даљу причу могли да пратимо стога је неопходно је да се подсетимо неких основних чињеница.

Почнимо са структуром материје. Основни градбени блокови материје су практично три врсте елементарних честица: протони, неутрони и електрони. Услед истоврсног наелектрисања протони узајамно интерагују одбојним електростатичким силама, но осим ових, међу њима делују и много пута јаче привлачне силе, такозване нуклеарне силе. Ове силе, међутим, дејствују само на веома малим узајамним растојањима, једва нешто већим од димензија самих честица, и то је разлог што се оне у макросвету не запажају. Неутрон са неутроном, као и са протоном, интерагује само путем ових нуклеарних сила. Протон и неутрон имају приближно једнаке масе и око 2000 пута су тежи од електрона који носи јединицу наелектрисања супротне врсте од протона. Једним именом, протоне и неутроне зовемо

нуклеонима. У једном граму материје на Земљи налази се око десет хиљада милијарди милијарди протона, исто толико електрона, и нешто више неутрона. Материја је, стога, у средњем електрично неутрална, те и постојање електричних сила између честица не игра улогу у макроструктури света. Електрони између себе интерагују само одбојним, а са протонима само привлачним, електричним силама. Са неутронима електрони уопште не интерагују. Неутрон који се нађе као слободна честица која ни са једном другом не интерагује, у просеку за 12 минута преживљава трансформацију у протон и електрон. Протон и електрон су, међутим, стабилне честице; препуштене саме себи оне постоје бесконачно дуго непромењених карактеристика. На овим кратко описаним особинама елементарних честица и њихових узајамних интеракција базирана је изградња целокупне материје.

Под дејством јаких привлачних нуклеарних сила протони и неутрони граде чврсто везане групације које зовемо атомским језгрима. Маса овакве асоцијације нуклеона мања је од збира појединачних маса нуклеона за износ који називамо дефектом масе. По већ славном Ајнштајновом ставу о еквиваленцији масе и енергије и по универзалном закону комбинованог одржања масе и енергије ово означава промену у тоталној енергији система. Ову енергију зовемо енергијом везе и она при формирању језгра бива ослобођена. Она истовремено представља онај износ енергије коју морамо уложити ако желимо да језгро раставимо на саставне честице. Једном формирано језгро око себе брзо прикупља онолико електрона колико у њему има протона и ови се слажу у динамичку конфигурацију, карактеристичну управо за тај број протона. Тако добијамо стабилну творевину, основну градбену ћелију материје на Земљи; атом. Будући да су силе којима су електрони везани уз језгро знатно слабије од оних којима су нуклеони везани у језгро, то је и везивна енергија електрона релативно мала те је и знатно лакше разрушити атом но језгро. Број електрона у атому једнозначно дефинише хемијске особине атома дате врсте и све се хемијске трансформације материје дешавају искључиво на нивоу атомских електрона остављајући атомска језгра притом потпуно индиферентним. Због горе наведених разлога и енергија ослобођена у хемијским трансформацијама износи свега око милионитог дела енергије ослобођене у нуклеарним трансформацијама. Хемијска активност атома испољава се у асоцирању атома у групације које зовемо молекулима. Притом долази до прегруписавања распореда најслабије везаних спољашњих атомских електрона те су резултујуће енергетске промене још мање од оних до којих долази при драстичнијим променама распореда електрона у самом атому. Сходно томе је, за разрушење молекула на једноставније молекуле или саставне атоме, потребно уложити још мање енергије но за разрушење атома. Тако смо упознали једну од општих законитости везаних система. Што је систем мањих димензија, односно што су везе међу конституентима јаче, то је и залиха енергије у њима већа; веће су могуће енергетске промене а да се систем не разруши, па је и количина енергије коју треба уложити за разрушење система већа.

Која ће врста од горе побројаних микросистема улазити као основни градбени блок у састав датог макросистема зависи првенствено од његове температуре; битне карактеристике сваког макросистема. Температура је директна мера кинетичке енергије микросистема који чине дати макросистем. На температурама од 300 Келвинових степени, које су уобичајене на Земљи, основне градбене ћелије материје са израженом индивидуалношћу су молекули. Кинетичке енергије молекула су веома мале, мање од могућих енергетских промена у великом броју молекула и, јасно, од енергија потребних за њихово разрушење. Зато је, у Земаљским условима, материја у молекуларном стању стабилна. То омогућава формирање комплексних макромолекула

и, коначно, самог живота, као најкомпликованије и најкомплексније асоцијације молекула коју познајемо.

Већ на температурама реда хиљаде степени долази до распадања молекуларне структуре материје; кинетичке енергије молекула су довољне да у међусобним сударима, предајом енергије кретања, доведу до разрушења молекуларних структура. Основна ћелија изражене индивидуалности сада је атом. Материју у овом стању можемо наћи у пламенима бурних горења на Земљи; ватра и јесте познати уништивач материје у оном стању у коме нам је корисна.

На још вишим температурама, од рецимо десетине хиљада степени, енергије саставних честица гасова — сада су то атоми — постају довољно велике за оживљавање процеса јонизације; процеса у којима прво спољашњи, па затим све дубљи и дубљи електрони бивају отргнути од својих атома. Материја постепено прелази у своје четврто агрегатно стање, стање плазме. У овом стању одређен број атома је, и то у различитом степену, јонизован. Број јонизованих атома и степен јонизације, односно број отргнутих електрона из појединог атома, расте са температуром. Притом то не значи да су увек исти атоми у датој запремини јонизовани, битан је само њихов број. Јасно је да се притом, као и увек, тотална електрична неутралност материје одржава. Са даљим порастом температуре степен јонизације плазме и даље расте; на температурама реда милиона степени, и вишим, велики број атома почиње да бива потпуно јонизован, прво лаких атома, па затим све тежих и тежих. Јединке са израженом индивидуалношћу сада су „гола" атомска језгра урођена у такозвани електронски гас. Ово својеврсно, и на Земљи непознато стање материје, по много чему је карактеристично, но, од свих његових изузетних особина нас углавном интересује само једна. У оваквом гасу, наиме, језгра која су потпуно ослобођена организоване структуре атомских електрона имају већ довољну кинетичку енергију да савладају узајамно електростатичко одбијање и да се нађу на растојањима на којима почињу да делују јаке привлачне нуклеарне силе. Под дејством ових сила сада може доћи до спајања два лакша језгра која учествују у оваквом судару у једно теже; тек у оваквим условима, дакле, у Природи почињу да се у значајнијем обиму одигравају нуклеарне трансмутације. Целу појаву називамо термонуклеарном фузијом. Ако је укупна енергија везе у овако новоформираном језгру већа од енергије везе у одвојеним језгрима пре фузије, односно ако је ово ново језгро теже разрушити но она из којих је оно настало — ако је оно, како то кажемо, стабилније — тада је процес фузије праћен ослобађањем енергије.

Материја се на Земљи налази искључиво у атомском и молекуларном стању у три фамилијарна агрегатна стања; чврстом, течном и гасовитом. Прва запањујућа чињеница је да се на Земљи не може наћи више од 90 хемијски дистинктних врста атома! Сво богатство живих и неживих форми сачињено је искључиво од свега 90 различитих градбених елемената! Фантастична флексибилност њиховог комбиновања у сложеније асоцијације, молекуле, и чини класичну хемију изузетно фактима обилном феноменолошком науком. Ових 90 типова атома, које и називамо елементима, по хемијским особинама сврставамо у чувени Менделејевљев периодни систем. Место елемента у периодном систему одређено је бројем електрона у атомском омотачу, односно бројем протона у језгру атома. И мада су сви атоми једног елемента у овом смислу идентични међу собом, детаљном анализом утврђујемо да тежина сваког од њих није иста. Оно што их међусобно разликује и сврстава по различитим тежинама јесте различит број неутрона у њиховим језгрима. Ове нуклеарне врсте које се разликују само по броју неутрона у језгру зовемо изотопима датог елемента. Скала елемената почиње са водоником који има само један протон у језгру а завршава са ураном, најтежим од елемената на Земљи, са 92 протона и

146 и еутрона. Елементи између олова, које има 82 протона, и урана, међутим, показују необичне особине; сви њихови изотопи су радиоактивни — њихова језгра су нестабилне структуре. То значи да се сви они спонтаним сукцесивним нуклеарним трансформацијама, такозваним алфа и бета распадом, постепено претварају у стабилне изотопе олова. Садржај олова на Земљи на тај начин стално расте док садржај елемената тежих од њега опада. Темпо ових трансформација је по нашим критеријумима веома спор; половина количине урана присутне у датом тренутку на Земљи за око четири и по милијарде година трансформисаће се у олово. Следећи куриозитет, назовимо га тако, је чињеница да на Земљи нема елемената технецијума и прометеума чији атоми имају по 43 односно 61 протона у језгру. Сви њихови изотопи такође су радиоактивни и одговарајућим трансформацијама прелазе у стабилне изотопе суседних елемената у временима краћим од времена карактеристичних за, рецимо, транформисање урана. Осталих осамдесет елемената имају укупно 275 стабилних изотопа, понеки од њих само по један, понеки и до десет различитих. Поред ових, у састав материје на Земљи улази још и 55 радиоактивних изотопа већ поменутих, тежих елемената.

Осим ових, ми смо у лабораторијама успели да произведено још око 1200 вештачких радиоактивних изотопа истих ових елемената, који сви, пре или касније, већ у зависности од степена нестабилности датог језгра, прелазе у неки од оних 275 стабилних изотопа. Поврх тога, произвели смо и читав низ изотопа нових елемената са више од 92 протона у језгру; укупно око 12 елемената са око 120 изотопа. Сви су они, међутим, такође нестабилни, и на Земљи их, као што смо већ рекли, нема. Темпо трансформација код свих ових изотопа којих на Земљи нема, бржи је но код урана.

За нашу причу је, даље, од интереса и чињеница да ни сви стабилни изотопи нису подједнако стабилни; нуклеони су узајамно најчвршће везани у стабилним изотопима елемената из групе гвожђа, за одцепљење једног нуклеона из језгра ма ког другог елемента потребно је утрошити мање енергије но што је то случај са језгром атома гвожђа. То значи да су процеси спајања лакших језгара у тежа, закључно са језгрима гвожђа, енергетски погодни и да су праћени ослобађањем енергије. Напротив, при фузији два језгра у језгро које је теже од гвожђа енергија се не ослобађа већ се мора уложити да би до процеса уопште дошло. Овакви процеси, значи, троше енергију.

Ово би, дакле, у најкраћим цртама били подаци од интереса који су поникли у оквиру проучавања микросвета, посебно у оквиру нуклеарне физике. Сада смо већ припремљени за кратак преглед знања која су нам стигла са сасвим друге стране, знања која смо стекли захваљујући напорима савремене астрофизике.

Према Васиони Земља је само микроскопска честица прашине и јасно нам је да услови који на њој владају никако нису типични услови у којима се целокупна материја доступна нашим опсервацијама налази. Посматрање индиферентног звезданог неба не пружа нам само непревазиђен естетски доживљај и поставља најтежа егзистенцијалистичка питања, већ нам и омогућава да квантитативно спознамо особине материје у тим далеким локалитетима.

Научили смо да је велики део целокупне материје сконцентрисан у сферне творевине огромних маса које зовемо звездама. Звезде, пак, улезе у огромне дистинктне асоцијације, галаксије. Наше Сунце представља само једну од око двеста милијарди звезда у нашој Галаксији, а галаксија сличних нашој можемо видети за сада још око сто милијарди. Ако бисмо се кретали брзином од три стотине хиљада километара у секунди, односно брзином светлости, до најдаље од њих путовали бисмо око десетину милијарди година.

Светлост, и остала електромагнетна зрачења, која нам после дугог пута стижу са звезда и галаксија носе собом информације о тамошњем стању материје. За нас је тренутно најбитније да анализом ових зрачења можемо утврдити какав је хемијски, односно елементарни састав одређене звезде. Притом, нигде у Васиони нисмо наишли ни на један елемент који такође нисмо упознали и на Земљи. Ово нам је изузетно важно јер смо на тај начин убеђени да смо, наша Земља па и ми сами, интегрални део Васионе, да целокупна опсервабилна материја има исто порекло, да свуда, највероватније, владају исти природни закони. То нам даје право да све теорије и законитости о понашању материје које смо открили на Земљи примењујемо и на далеку нам и иначе неприступачну материју.

На основу анализа светлости небеских тела као и проучавања обилности елемената на Земљи, у метеоритима, и на осталим телима Сунчевог система, добили смо податке о релативној обилности елемената у Васиони. Ови су резултати сумирани у такозваној кривој космичке обилности елемената. Главна особина ове криве је да она показује брз пад обилности са порастом тежине елемента. Најлакши од свих елемената, водоник, је и далеко најобилнији елемент у Васиони; он чини око 76% укупне масе Васионе. Следећи елемент по тежини је хелијум, са два протона у језгру. Он чини око 23% масе Васионе. Сви остали тежи елементи, тако обилни и битни у нашој околини, чине свега нешто више од 1% укупне масе Васионе! Унутар овог једног процента најобилнији су елементи групе гвожђа. Сада видимо колико је стање у коме материју налазимо на Земљи заиста нетипично у Природи. Питање које нам се узгред поставља — зашто су на Земљи два иначе најобилнија елемента, водоник и хелијум, мало заступљени — има одговор у једноставној чињеници да је Земљина гравитација недовољна да их задржи у својој атмосфери. Релативно мала количина водоника остала је везана у води и органским материјама, док је хелијум, који је хемијски неактиван, готово у потпуности напустио нашу планету.

Свака разумна теорија о еволуцији материје мора, дакле, на првом месту да објасни порекло криве космичке обилности елемената. Сада већ интуитивно осећамо да за стварање тежих елемената, односно њихових језгара, могу бити одговорни процеси фузије лаких језгара, на челу са „голим“ протонима, у тежа језгра. Ако је ово тачно, онда из чињенице да је водоник још увек далеко најобилнији елемент, закључујемо да овај иреверзибилни процес стварања комплекснијих нуклеарних асоцијација, односно тежих елемената, није далеко одмакао; Васиона мора бити релативно још врло млада!

Сада нам остаје да трагамо за могућим местима у Васиони на којима се овакви процеси могу спонтано одвијати. Ту нам у помоћ долази једна од великих теорија савремене астрофизике, теорија звездане еволуције.

Објаснимо начин којим смо уопште дошли до слике о еволуцији звезда. Ситуација је аналогна оној коју бисмо имали ако бисмо на основу тренутног погледа на цело човечанство имали да извучемо закључке о животном путу једног јединог човека, односно да све познате фазе у развоју једне јединке сложимо у разумне временску сукцесију. Промене које се одигравају на звездама толико су споре да су на свакој од њих појединачно, за време од када их ми свесно посматрамо, практично ништа није променило. Међутим, и у том кратком временском интервалу ми у том мноштву видимо неке које се рађају, понеку у свакој од фаза еволуције, понеку како „умире“. Богатство података које нам нуди опсервациона астрофизика комбиновано са физичким теоријама процеса који се у звездама одвијају, омогућило нам је да на овај начин тај низ слика повежемо у прилично комплетну слику о еволуцији звезда. Скицирајмо њене битне елементе.

Као што смо већ напоменули, звезде су гигантске сфере асоциране материје. Сила која материју звезде држи на окупу је искључиво сила гравитационог привлачења свих саставних честица. Када смо говорили о структури материје и изградњи микросвета, ову универзалну силу којом се, пропорционално њиховим масама, (односно гравитационим набојима), привлаче све елементарне честице, нисмо уопште спомињали. Разлог за ово лежи управо у веома малим масама свих елементарних честица због којих су и гравитационе силе међу појединачним паровима честица, у односу на електричне и нуклеарне које диктирају понашање материје у малом, занемарљиво мале. Када је у питању макроструктура једне звезде, међутим, ситуација је потпуно супротна. Електричне силе услед неутралности материје у средњем, а нуклеарне услед свог кратког домета, не утичу на процес формирања звезде. Услед огромне масе материје, међутим, гравитационе силе су толико јаке, да се једном започето згушњавање материје неумитно наставља, што постепено доводи до енергетски најповољнијег, сферног облика звезде. Под дејством великих гравитационих притисака централни се део звезде загрева до изузетно високих температура, од неколико десетина милиона па до стотина милиона степени. Типични притисци којима је свде материја изложена су реда милијарди и више атмосфера а густине су толике да кубни сантиметар материје може тежити од десетак грама па до стотину тона. Тек под оваквим условима материја се, без обзира на хемијски састав, може налазити само у стању плазме, те нам је сада јасно зашто смо прилично времена посветили објашњењу овог појма. По грубој процени, око 90% материје у Васиони налази се управо у овом стању! У овако тесном контакту и на толиким температурама услови за фузију лакших језгара у тежа су обезбеђени. Тако смо коначно нашли одговарајуће позорнице на којима се постепено одигравају трансформације веома обилних лаких елемената у теже, на којима тече такозвана хемијска еволуција материје, названа тако јер се у њој производе језгра будућих атома хемијски дистинктно активних елемената. Када се у току гравитационе контракције звезде, у њеној централној области постигне довољно висока температура и када започну нуклеарне реакције фузије праћене ослобађањем огромних количина енергије, тада гравитациона контракција звезде престаје јер сада постоји унутрашњи механизам који се опире даљем сажимању. Сва енергија коју звезда зрачи сада потиче управо из ових нуклеарних трансмутација у њеној дубокој унутрашњости. У једном оваквом стационарном стању налази се и наше Сунце.

О целом току звездане еволуције рећи ћемо нешто више касније, када будемо консекутивно излагали комплетну теорију еволуције материје.

Следећи чинилац који нам је потребан за градњу наше приче, а који такође потиче из подручја астрофизике, откривен је још 1929. године. Наиме, на основу студија спектара светлости са далеких галаксија тада је утврђено да се оне непрекидно удаљавају од нас. Брзина удаљавања дате галаксије тим је већа што је њена удаљеност од нас већа. Ово је свакако једно од најспектакуларнијих досад учињених открића са далекосежним последицама. Појава помоћу које је ово утврђено назива се „црвеним помаком" а састоји се у томе да зрачење емитовано из извора који се од нас удаљава, до нас стиже са енергијом смањеном у односу на ону коју је имало у акту емитовања. Ово смањење енергије тим је веће што је брзина удаљавања извора емисије, у овом случају целе галаксије, већа. Установљено је да се тела које су од нас удаљена око 18 милијарди светлосних година у односу на нас већ крећу граничном брзином, брзином светлости. Зрачење које нам од њих стиже већ је потпуно изгубило своју енергију и ми га више не можемо опсервирати. На том се растојању, дакле, свуда око нас налази хоризонт Васионе која је доступна нашем посматрању. Ван ових граница простора, за нас, нема ничега. Овај део Васионе доступне посматрању често зовемо Метагалаксијом. Екстраполација ове ситуације у далеку прошлост, што је аналогно пројекцији филма уназад, доводи до претпоставке да је целокупна материја Васионе, пре отприлике 18 милијарди година, била сконцентрисана у релативно малој области простора, у масу изузетно велике густине и температуре. Тада је наступила такозвана „велика експлозија" која је и саопштила материји почетне брзине које данас опсервирамо као брзине удаљавања, у међувремену формираних, галаксија, На овај начин смо и у времену стигли до одређеног граничног тренутка пре кога су се, опет са нашег гледишта, могли одвијати произвољни догађаји; велика експлозија је избрисала трагове раније историје постојања материје.

Сада, коначно, имамо довољно елемената за логичну изградњу целовите приче о еволуцији материје. Пошто смо утврдили да она има свој почетак, почнимо управо од њега.

Пре око 18 милијарди година је, дакле, сва материја Васионе била сконцентрисана у веома малој области простора. Ма какав да је био почетни састав ове примарне материје у нултом тренутку велике експлозије, после извесног, веома кратког времена, које се мери деловима секунде, материја је остала састављена само од стабилних елементарних честица, протона и електрона, као и извесног броја неутрона. У тим тренуцима температура и густина материје целе Васионе још је била огромна. У том тесном контакту највероватније је дошло до фузије неколико процената укупне масе у језгра хелијума. Ширење Васионе огромним брзинама се после тога наставља, она се постепено разређује и хлади. По истеку одређеног времена, чије се трајање мери минутима, она је већ састављена само од протона и електрона и одређеног дела језгара хелијума јер су се преостали нефузионисани неутрони трансформисали у протоне и електроне, и толико је охлађена да до даље фузије протона у тежа језгра не може доћи. Даљим ширењем и хлађењем сваки протон налази свој електрон а језгро хелијума своја два електрона и Васиона постаје релативно хладна маса ширећег гаса, огромним делом састављена од чистог водоника и мањим делом од хелијума.

У оваквом гасу долази до случајних флуктуација густине где под дејством гравитационих сила почиње кондензација дате масе гаса у оно што ће касније постати галаксијом. Ове се појаве дешавају ту и тамо у све већем броју; постепено се формирају прилично равномерно распоређене галаксије унутар којих сада теку слични процеси кондензације хладног гаса у будуће звезде. Гравитација се сада појављује као одлучујући фактор и само њој имамо да захвалимо за даљу еволуцију материје. Водонични гас који је кондензован у звезде постепено се све више греје и прелази у плазму — у звездама почиње да тече процес синтезе водоника у теже елементе — почиње хемијска еволуција материје. Типично време од почетка кондензације па до почетка одвијања термонуклеарних реакција износи 10 милиона година. Стационарна фаза еволуције звезде у којој се синтетизују елементи до групе гвожђа — сетимо се да се само у овим процесима ослобађа енергија — траје до 10 милијарди година. Време трајања сваке од фаза у животу звезда, као и ток њене будуће еволуције, јако зависи од њене почетне масе. Што је маса звезде већа то је пролаз кроз сваку фазу бржи. Времена која смо навели односе се на звезду релативно мале масе у класу којих спада и наше Сунце. Сунцу је преостало још бар 5 милијарди година живота у овој стабилној фази у којој синтетизује тешке елементе, и то је још један леп резултат наше приче — да бар са те стране не треба да очекујемо никаква непријатна изненађења. По истеку ове фазе, међутим, када буде достигнута најстабилнија нуклеарна конфигурација, односно када буде премало водоника и у звезди буде много хелијума и изотопа из групе гвожђа,

нуклеарни процеси спонатано престају. Јаки гравитациони притисци више нису изнутра балансирани и поново почиње нова гравитациона контракција која доводи до новог згушњавања и подизања температуре. Ако маса звезде није довољно велика неће се десити ништа нарочито; постићи ће се максимално могућ степен згушњавања и звезда ће почети постепено да се хлади, на тај начин завршавајући своју еволуцију као такозвани „бели патуљак". Ако је, међутим, маса звезде јако велика даљи еволуциони пут може бити знатно различит. Гравитациони притисци могу бити толико јаки да тада почињу да се одвијају и процеси који не ослобађају већ троше енергију — процеси синтезе језгара елемената тежих од гвожђа. Брз губитак енергије у центру звезде доводи до падања спољашњих слојева на центар, долази до имплозије, затим до још већег загревања и, коначно, до изванредно снажне експлозије. Током ових процеса могу се синтетизовати и стабилни и нестабилни изотопи свих елемената до краја таблице периодног система, укључујући и оне теже од урана. То је свакако један од најспектакуларнијих догађаја које можемо опсервирати на небу а зовемо га „експлозијом супернове". Снага такве експлозије лако се види из чињенице да сјај експлодирајуће звезде надмашује сјај свих милијарди осталих звезда из галаксије којој ова припада. За нас је ова појава специјално значајна из још једног веома важног разлога. Експлозија супернове, наиме, представља један важан начин на који хемијски еволуирана материја, односно тешки елементи, могу доспети у међузвездани простор да би се ту помешали са изворним водонично-хелијумским гасом и тако послужили за формирање такозваних звезда друге генерације, њихових планетних система, а можда, и самог живота.

Готово је сигурно да је и наше Сунце управо таква звезда друге генерације формирана од изворног гаса помешаног са материјом избаченом из експлозија супернових. Хемијски састав свих тела Сунчевог система указује на то да су сва она формирана од истог облака гасовите материје и то отприлике у исто време. Независни геолошки, палеонтолошки и нуклеарно-космохронолошки подаци у овоме се у потпуности слажу. Ови задњи базирани су на анализи присутне количине олова у урановим рудама, под претпоставком да је сав уран настао, као и остали елементи, пре 5 милијарди година, а да је сво олово настало само радиоактивним распадом урана. Са овим се слаже и чињеница да на Земљи нема ни технецијума ни прометеума као ни свих нестабилних изотопа осталих елемената који су се до сада у потпуности трансформисали у стабилне изотопе суседних елемената. То је истовремено и једна од лепих потврда целе теорије. На Сунцу је тада настављена хемијска еволуција материје која је истовремено и стабилни извор његове енергије. Земља је, пак, као и све остале планете нашег система, сувише мали кондензат да би гравитациони притисци у њеној унутрашњости могли да иницирају фузију елемената. Она је по хемијском саставу остала онаква каква је и била када је формирана, релативно хладна, због чега материја на њој може, и мора, да постоји у атомском и молекуларном стању. Енергија генерисана у радиоактивном распаду нестабилних изотопа створених још у родитељској експлозији супернове постепено је грејала и топила њену унутрашњост, почела је да се ствара диференцирана спољашња кора и наступио је период геолошке еволуције. Када се састав елемената у кори стабилисао и када је температура достигла одређену вредност, хемијска активност постојећих атома почела је да долази до изражаја. Формирају се прво проста једињења елемената која могу да опстану као стабилне творевине,затим све сложенија и сложенија. Стварају се и Земљини океани и у њима, под дејством Сунчевог зрачења, радиоактивних зрачења из саме Земље, и пражњења атмосферског електрицитета, и први комплексни молекули које називамо органским. Они молекули који су били стабилнији преживљавали су дуже у тим суровим условима и тада се већ као одлучујући фактор даље еволуције материје на Земљи појављује принцип познат као принцип природне селекције. Једног дана негде се формирао први велики молекул који је био у стању да сам себе репродукује; прекинут на два дела сваки од њих је био у стању да у околној материји пронађе атоме потребних елемената, или читаве молекуле, и да нарасте до претходне стабилне структуре. Постепено је избор околних молекула постајао све богатији и богатији и оваквим је молекулима било лако да нађу оне који су им енергетски одговарали и да их изграде у своју све компликованију структуру. Тако су формирани први једноћелијски живи организми.

То се десило пре отприлике три и по милијарде година и отада па до данашњег дана на Земљи тече узбудљив и компликован процес биолошке еволуције у коме се, по познатим дарвинистичким принципима, стварају све компликованије и комплексније асоцијације атома и молекула које називамо живим организмима. На Земљи се данас живот више не ствара из неорганске материје јер за то не постоје потребни физичко-хемијски услови, већ се, унутар једне врсте, одржава искључиво кроз репликацију и сукцесивно усавршавање претходних јединки. Развој ових форми постојања материје практично је једини вид еволуције који сада материја преживљава у нашем локалитету. То је логичан и консекутиван наставак еволуције онога што зовемо неживом материјом и чини интегрални део општих еволуционих токова материје које смо управо описали.

Наведимо само један, али најбитнији елемент, који најдаље еволуирану врсту живота на Земљи, врсту човекову, разликује од осталих живих врста. Основа за ову разлику лежи у постојању високо издиференциране мождане масе. Појава мозга уопште, значи велики корак напред у развоју живота. До тада су реакције живих организама на спољашње утицаје биле диктиране искључиво хемизмом ових интеракција те су, као такве, биле идентичне за сваку јединку исте врсте постављену у идентичне услове. Живи организам снабдевен меморијом, међутим, на спољашњи утицај не реагује увек на исти начин и ова реакција није детерминисана само физичко-хемијским механизмом интеракције већ и пређашњим искуством јединке. Основна одлика ових организама је, дакле, њихова способност да уче и да се тако веома флексибилно прилагођавају спољашњим условима. Човек је, пак, једини међу свим овим врстама код кога свака нова јединка не мора да изнова сама стиче сва могућа искуства, већ их, захваљујући развијеном систему комуницирања међу јединкама, може усвојити а да сама није никада прошла кроз дату ситуацију. Може бити довољно, например, да само једна јединка стекне одређено искуство па да оно постане власништво заједнице свих људи на Земљи. Постојање развијеног система комуницирања је, поред општег система биолошког наслеђивања, дакле, човеку омогућило знатно бржи развој но свим осталим врстама. Целокупна наука коју смо развили представља само логичан продужетак ове способности; способности да на основу искуства датом узроку придружимо дату последицу и обратно, да датој појави знамо узрок. Организован систем општег образовања и васпитања представља још виши ступањ у преношењу целокупног система *до тада* стечених искустава и знања на све нове и нове генерације које на тај начин, полазећи са знатно више основе, све брже и брже еволуирају. Еволуција човека данас углавном и тече кроз брзу еволуцију интелекта и знања, али не једног усамљеног појединца, који у скали спорих промена у Природи представља само ефемерну појаву, већ кроз еволуцију једног квалитативно новог вида постојања материје; кроз еволуцију интелекта целокупне људске заједнице на Земљи. Човек је и ову чињеницу већ схватио и човечанство полако, али неумитно, еволуира ка најсврсисходнијем систему уређења своје за-

једнице; ка систему који ће омогућити равномерно и равноправно учешће сваког појединца у овом заједничком походу целе човекове врсте ка тражењу свог места у моћним токовима Природе.

Свако од нас, дакле, има заиста фантастичну историју за собом; сви смо ми, буквално речено, у најдаљој инстанци стари 18 милијарди година и директно смо потомци звезданог гаса који се разлио овим делом пространства. Горња слика о досадашњој еволуцији материје нам, међутим, можда дозвољава да стекнемо извесне представе и о будућности здруженог човечанства за коју имамо разлога да верујемо да може бити само узбудљивија од ове, већ ионако узбудљиве прошлости.

Обзиром да опажамо да свуда у Васиони материја еволуира на идентичан начин и да опажамо истовремено њено постојање у свим еволуционим фазама, изгледа нам крајње вероватно да се и онај део еволуције који иначе не можемо опазити, биолошка еволуција, одвија и на другим местима на начин сличан ономе који опажамо у нашем локалитету. По неким, чак песимистичким проценама, на сваких 1000 светлосних година галактичког простора може се, у просеку, наћи место на коме је биолошка еволуција достигла приближно исти ниво као на Земљи. Ако је то тачно, а највероватније да јесте, онда је цела Васиона довољно густо и хомогено проткана животом. Градећи ову нашу причу научили смо да је сваки, па и најмањи детаљ, у ма којој фази еволуције, од значаја у општој слици развоја. Имајући то на уму, морамо веровати да и тако сложена, и вероватно распрострањена појава, као што је живот, има своје место и значај у будућим токовима космолошке еволуције. Прва чињеница која говори овоме у прилог састоји се у томе да је еволуција човека, кроз појаву и развој људског рада, већ довела до стварања многих форми постојања материје које се иначе на сцени Природе не би појавиле. Пуштајући машти на вољу, можемо у далекој будућности очекивати интеграцију свег живота у Васиони у једну организовану целину која ће моћи да руководи еволуционим токовима неанимиране материје, да спречава издвајање материје из даљих еволуционих токова у умирућим звездама, и још штошта друго о чему сада не умемо ни да сањамо.

А до тада — до тада морамо да живимо мудро и много да учимо.

Др Иван Аничин

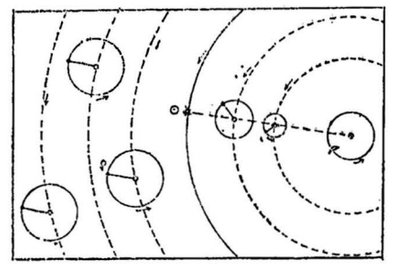
СТАРИ И НОВИ ЕПИЦИКЛИ

Појам епицикла среће се први пут у астрономији још у старом веку. Познати александријски астроном Клаудије Птолемеј (II век), увео је кружне епицикле да би објаснио кретање планета. Његова идеја је приказана на слици 1. Свака планета, према Птолемеју, има двојако кретање: она се креће по малом кругу који се назива епицикл, док средиште тог епицикла обилази око Сунца по већем кругу који се назива деферент.

Овакав нетачан, геоцентрички, систем задржао се све до XV века када је Коперник дао свој хелиоцентрички систем. Епицикли су, међутим, нестали тек када је Кеплер пронашао своје законе кретања планета. Сазнање да се планете крећу по елипсама искључило је потребу комбиновања кретања кругова, па макар средиште неких кругова било Сунце или тачка близу њега.

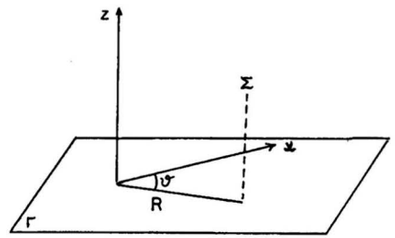
Појам епицикла се ипак поново појавио у нашем веку али у сасвим другом руху. Увео га је у астрономску науку шведски астроном Бертил Линдблад (Bertil Lindblad). Његова намера је била да помоћу елиптичних епицикала објасни

кретање звезда у нашој Галаксији. Да звезде круже око средишта Галаксије потребе за епицикличним орбитама не би ни било. Међутим, иако је доминирајуће кретање у нашој Галаксији ротација, звезде поред кружне компоненте имају и другу компоненту.



Сл. 1. Птолемејев епициклични систем.

Када би кретање звезда у односу на центар Галаксије потицало само од галактичке ротације, онда би се оне кретале по круговима чије би равни биле нормалне на осу ротације. Међутим, стварне путање звезде нити су сасвим кружне, нити равни њихових путања леже нормално на осу галактичке ротације. Код неких звезда одступања од кружних путања су велика, код неких мала. Линдблада су занимала ова друга, када се бавио теоријом епицикала. Одступање брзине звезда од брзине кружног кретања у том делу Галаксије назива се *својствена брзина* дате звезде. За наше Сунце и околне звезде карактеристична су баш мала одступања од кретања по кругу. Исто тако карактеристично је мало одступање равни путање од галактичке равни. Подаци добијени из посматрања показују да удаљеност Сунца од галактичког средишта приближно 10 kpc док његова удаљеност од галактичке равни износи свега 10 pc. Прва величина се означава са R_0 а друга са z_0. Пошто је величина z_0 око 1000 пута мања од R_0 ми ћемо је у даљем разматрању занемаривати.



Сл. 2. Галактички координатни систем.

Угаона брзина галактичке ротације ω зависи од удаљења од осе галактичке ротације R и све је мања што је R веће. На удаљености на којој се налази Сунце, она износи $\omega(R_0) = \omega_0 = 25$ km s^{-1} kpc^{-1}. Линијска брзина кретања по кругу θ једнака је, као што се зна, производу полупречника круга и угаоне брзине ω

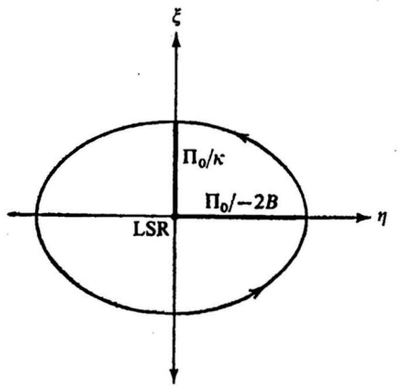
$$\theta = \omega R.$$

На Сунчевој удаљености од средишта Галаксије θ износи 250 km s^{-1}.

На сл. 2 представљен је координатни систем који је потребан за изучавање кретања у Галаксији. Координатни почетак се налази у средишту Галаксије, основна раван је раван симетрије Галаксије (галактичка раван), док је z оса у ствари оса галактичке ротације. У равни Г налази се x оса које може да ротира око z осе угаоном брзином ω. Положај звезде Σ у овом координатном систему је одређен са три координате: растојањем R звезде од z осе, удаљеношћу звезде од равни Г, а коју означавамо са z, и углом који заклапа потег нормалне пројекције звезде на раван са x осом. Тај угао је обележен са ϑ.

Посматрајмо сада кретање неке звезде која се све време налази у галактичкој равни. Узећемо у разматрање такав случај да кретање те звезде мало одступа од кружног, те се стога тренутна удаљеност те звезде R од центра Галаксије мало разликује од њене средње удаљености $\overline{R}$. Сем тога, пошто нам је посматрачки најлакше да проучавамо суседе узећемо да је њихова средња даљина једнака даљини Сунца од средишта Галаксије, тј. да је $\overline{R} = R_0$. Кретање звезде се вршипод дејством гравитационе силе Галаксије, која се обележава са $F(R)$.

Пошто је кружно кретање добро познати облик кретања, пажња се концентрише на ону компоненту кретања звезде која одступа од кружног кретања. Та компонента се назива као што смо рекли својствено кретање. Због тога се прелази и на нов координатни систем са осама ξ и η, а са координатним почетком у тачки где се налази Сунце, или тзв. локални систем мира (LSR) односно центроид. Оса ξ је усмерена дуж потега R док је оса η постављена у правцу тангенте на кружну орбиту Сунца.



Сл. 8. Ейициклична елийса.

Тај координатни систем се обрће заједно са Сунцем око средишта Галаксије. Решавањем диференцијалних једначина кретања добија се да је путања елипса са великом полуосом $\Pi_0/(-2B)$ и малом $\Pi_0/\varkappa$. Елипса је постављена тако да је већа оса у трансверзалном (тангенцијалном) правцу. Константа B која се у тим изразима појављује је такозвана друга Оортова константа, док је $\varkappa$ дато изразом

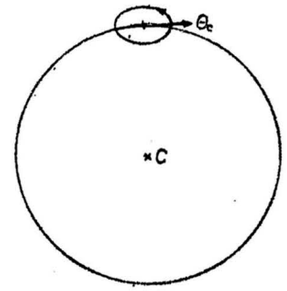
$$\varkappa = 2\sqrt{-B(A-B)}$$

где је A тзв. прва Оортова константа. Величина Π_0 је компонента својственог кретања у радијалном правцу. Бројно је константа $A = 15$ km s^{-1} kpc^{-1}, константа $B = -10$ km s^{-1} kpc^{-1}, па је вредност величине $\varkappa = 31{,}6$ km s^{-1} kpc^{-1}. Величина $\varkappa$ се назива

угаоном брзином епицикличног кретања јер ова елипса личи на епицикл старих астронома. Величина $2\pi/\varkappa$ је период обиласка звезде по свом епициклу. Заменом у горњи образац добијамо да је то време 194×10^6 година. Време за које Сунце пак обиђе око средишта Галаксије је $2\pi/(A-B) = 245 \times 10^6$ година. Звезда значи обиђе 5/4 елипсе док средиште те елипсе обиђе око средишта Галаксије.

Када се узме у обзир да просечна вредност радијалне компоненте у Сунчевој околини износи $\Pi_0 = 25$ km s^{-1}, добијамо да је мала полуоса епицикла 0,79 kpc. Велика полуоса је за фактор 1/0,63 већа. Гледана заједно, оба кретања изгледају као да звезде Сунчеве околине осцилују у радијалном правцу у појасу полуширине око 1 kpc око кружне путање Сунца (односно тачније речено центроида).

Запамтимо: звезда се креће по елипси са периодом $2\pi/\varkappa$ док у исто време центар ове елипсе обилази око центра Галаксије по кругу полупречника R са периодом $2\pi/\omega_0$. У односу на средиште Галаксије ово кретање нас подсећа на кретање планета према Птолемеју. Због тога се круг по коме средиште елипсе обилази око средишта Галаксије назива галактичким деферентом а елипса се назива галактичким епициклом. То је представљено на слици 4.



Сл. 4. Ейициклично кретање звезде у Галаксији

Полупречник галактичког деферента је знатно већи од мале полуосе елипсе. То је због тога што су одступања од кружног кретања у разматраним случајевима мала. За разлику од Птолемејевих епицикала галактички епицикли су елипсе, а не кругови. Кретање звезде по елипси је ретроградно и супротно смеру кретања средишта епицикла по одговарајућем деференту. То је јасно приказано на слици 4.

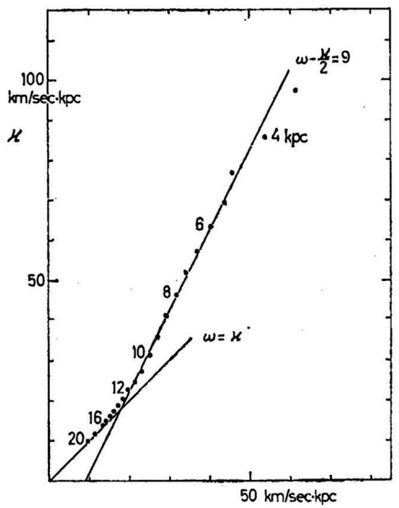
Бројне вредности, дате горе, карактеристичне су за област Галаксије где се налази Сунце, али читаво излагање је потпуно исто за било коју другу област Галаксије. Једини је услов да су одступања од кружног кретања мала. Разлике у бројним вредностима потичу отуда што угаона брзина ротације Галаксије зависи од растојања од средишта Галаксије. Оортове константе су константе само у области где је $R \approx R_0$. Због тога и величина $\varkappa$ зависи од удаљености од галактичког средишта. Угловна брзина епицикличког кретања је са угаоном брзином галактичке ротације повезана на следећи начин:

$$\varkappa = \sqrt{\{2\omega[\omega + (\partial\theta/\partial R)]\}}$$

Линдбладову теорију епицикала треба схватити као подесан начин да се представи кретање звезда. Путања звезде је елиптични епицикл само у ротирајућем коорди-

натном систему чија је угаона брзина ротације ω једнака угаоној брзини ротације (центроида) области у којој се налази посматрана звезда. У непокретном координатном систему путања звезде у општем случају неће бити затворена крива.

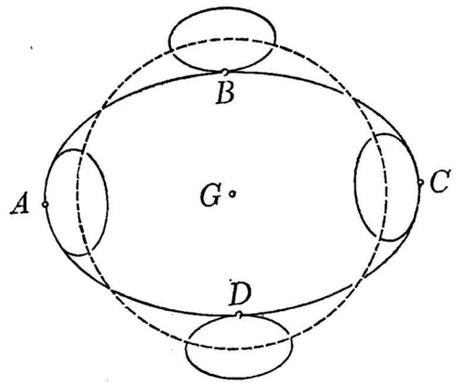
Ми увек можемо изабрати ротирајући координатни систем у коме ће посматрана орбита бити затворена крива. Линдблад је показао да у Галаксији можемо изабрати ротирајући систем координата који задовољава услов затворености истовремено за различите вредности R. Он је уочио да се у области између 4 и 10 kpc величина $\omega - \varkappa/2 = \Omega$ веома мало мења. Иако се и $\varkappa$ и R мењају, оне се мењају тако да разлика $\omega - \varkappa/2$ остаје скоро константна. Координатни систем који ротира том брзином Ω задовољио би захтев истовременог приказивања кретања звезда у виду затворених кривих. Тај координатни систем је исти као на слици 2, с тим што му брзина ротације није ω_0 већ Ω.



Сл. 5. Зависност ω, $\varkappa$ и R. Дужине R дате су бројевима који означавају kpc, *поред тачака на графику. Дуж хоризонталне осе нанета је угаона брзина ω.*

Посматрајмо сада кретање неке звезде у овом координатном систему. У области у којој је Ω константно, како посматрања показују, одступања кретања звезда од кружног кретања су веома мала, те стога можемо кретање звезда представљати епициклима. У новом координатном систему звезда се креће по епициклу са периодом $2\pi/\varkappa$ око центра епицикла који се креће око средишта Галаксије угаоном брзином $\omega - \Omega = \omega - (\omega - \varkappa/2) = \varkappa/2$. Линдблад је први запазио да је та брзина кретања центра два пута већа од угаоне брзине епицикличког кретања, ако се кретање посматра у координатном систему који ротира угаоном брзином Ω. Ова појава је представљена на слици 6. Предпоставимо да се у почетном тренутку звезда налазила у тачки A. Та тачка је она у којој она достиже највећу удаљеност од средишта Галаксије G. После времена $2\pi/\varkappa$ она ће обићи свој епицикл и поново бити на максималној удаљености од центра Галаксије. Међутим, пошто центар епицикличне путање обилази око средиштэ он ће за време $2\pi/\varkappa$ да се нађе на супротној страни Галаксије, па ће звезда због тога да буде у тачки C. За време упола краће од поменутог, тј. за $\pi/\varkappa$ звезда ће обићи половину епицикла па ће да се нађе у тачки B, где се налази на минималној удаљености од центра Галаксије. На минималној удаљености ће се звезда наћи после следећих $2\pi/\varkappa$ када ће стићи у тачку D. На крају, по протеку $4\pi/\varkappa$ од поласка из тачке

A, што је једнако периоду обиласка центра епицикла око средишта Галаксије, звезда ће опет доспети у тачку A. Када бисмо уцртали и положај звезда између ова четири, добили бисмо елипсу чија је велика полуоса дуж AC а мала дуж BD, са центром у центру Галаксије.



Сл. 6. Елиптична путања звезде у координатном систему који ротира брзином $\Omega = \omega - \varkappa/2$.

Подвуцимо још једном тај веома важан закључак. За било коју честицу или звезду која има кружну брзину ω_i и епицикличну угаону брзину $\varkappa_i$, орбита може увек да се сматра елипсом са средиштем у средишту Галаксије, при чему та елипса ротира угаоном брзином

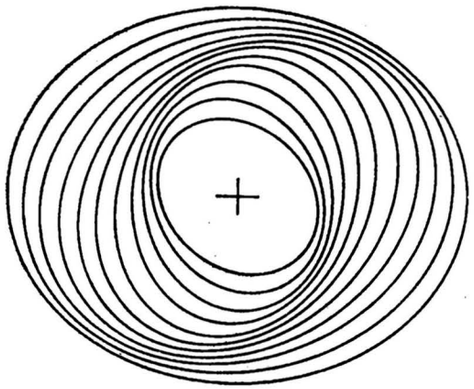
$$\Omega_1 = \omega_1 - \varkappa_1/2.$$

Честица се креће по орбити у истом смеру у коме се обрће апсидна линија елипсе (велика оса елипсе). У области где је Ω_1 константно, све орбиталне елипсе се обрћу истом брзином.

Захваљујући наведеним открићима које је сам начинио, Линдблад је у свом дугогодишњем изучавању кретања у Галаксији успео да се приближи решавању самог проблема спиралне структуре Галаксије. Да би смо схватили његову мисао почећемо, следећи Линдблада, да изучавамо понашање једне групе звезда које су настале из једног облака међузвезданог гаса. Према теорији еволуције, испочетка ће се те звезде у свом кретању око центра Галаксије држати заједно, али ће се касније због различних почетних услова постепено разићи. У новом координатном систему који се креће угаоном брзином Ω, звезде које су се формирале из истог облака имаће различите путање које ће одступати од путање облака, свака на свој начин. Путања облака представљаће неку средњу путању и њој можемо приписати неки „систематски" карактер, док одступање путања звезда у односу на путању облака можемо сматрати „случајним" по карактеру. Ово стога што су посматрана одступања последица случајних флуктуација физичких услова у облаку. Те флуктуације се не могу унапред предвидети и по законима статистике представљају случајне величине. Пошто се одступања у теорији вероватноће називају дисперзијом то се и ове путање звезда називају дисперзионе путање. Свака од тих дисперзионих путања је елипса са центром у средишту Галаксије, ако се посматра из координатног система који ротира угаоном брзином Ω. Пошто ће постојати разлика у периодима револуције појединих звезда током дугог времена доћи ће до распршења звезда дуж целог елиптичног прстена

Елиптични дисперзиони прстенови могу бити творевине веома дугог века. Физички, ова ситуација се може упоредити са оном која настаје приликом распада једне комете на низ метеора. Метеорске путање ће бити разасуте у појасу око првобитне путање комете.

Дисперзионе орбите по којима се крећу узвезде образују сразмерно масиван прстен око средишта Галаксије. Његово гравитационо дејство на галактички систем се не може занемарити. Линдблад је чак сматрао да дисперзиони прстенови играју велику улогу у проблему спиралне структуре.



Сл. 7. Затворене елиптичне орбите уређене у спирални распоред.

Чињеница да је вредност величине $\omega - \varkappa/2 = \Omega$ скоро константна значи да ако се један скуп орбита постави тако да чини спирални распоред, да ће тај распоред да се сачува стабилним веома дуго, током многих обртаја Галаксије. Спирални распоред ће се обртати угаоном брзином $\omega - \varkappa/2$. Док су на оном делу путање који припада спиралној грани, звезде ће се кретати скоро тангенцијално на спиралну грану. Ако је смер обртања спиралног распореда такав да корен спирале иде напред а крајеви заостају (смер увртања спирале) тада ће компонента кретања звезда ка унутрашњости Галаксије достићи максимум баш током кретања дуж гране. Реч увртање је употребљена само као ознака смера. Спиралне гране галаксија се не уврћу ни после много ротација јер се спирални распоред обрће као круто тело око осе ротације. Линдблад је први предложио да се спиралне гране сматрају последицом простирања таласа густине који има спирални таласни фронт и који се обрће око осе ротације константном угаоном брзином Ω_p. Он је уочио да постоји могућност разних слагања између брзина обртања спиралног таласа и брзине звезда.

Важна су три основна слагања између Ω_p, Ω и ω, због чега и долази до формирања три различите резонантне области за различите вредности R, ако је Ω_p веће од средње вредности $\langle \omega - \varkappa/2 \rangle$. Величина Ω_p постаје већа ако се непертурбираној орбити дода маса.

1. Област коротације, где је $\omega = \Omega_p$.
2. Област у којој је $\omega - \varkappa/2 = \Omega_p$. Непоремећена елиптичка орбита ће се ту кретати истом брзином као и спирални талас. Та појава се назива унутрашњом Линдбладовом резонанцом.
3. Област у којој је $\omega + \varkappa/2 = \Omega_p$. Непоремећена затворена елиптичка орбита по којој се честица креће у ретроградном смеру у односу на апсидну линију, кретаће се угаоном брзином спиралног таласа. Тај случај се назива спољном Линдбладовом резонанцом.

Линдбладова схватања нису у време њиховог објављивања била широко прихваћена. Томе има више узрока. Прво, Линдбладови радови су тешки за читање, друго он се у свом разматрању ограничио само на звезде и веома инсистирао на резонанци таласног кретања и кретања звезда. С обзиром на рачунску технику он није могао ни за те објекте добити задовољавајући број квантитативних резултата који би омогућили поређење са посматрањима. Највише је, међутим, Линдбладу наштетило што су он и његови сарадници разматрали само случајеве спирале које ротирају реповима напред. Када су посматрања, после 40 година недоумице, показала да спиралне гране у посматраним галаксијама ротирају тако да им се репови вуку, овај налаз је повукао на дно и Линдбладову гравитациону теорију спиралне структуре. Линдбланд је додуше и сам говорио да његов модел допушта оба смера ротације али је ипак расправљао увек само спирале које ротирају као да се одврћу. Линдбладова теорија је имала и других недостатака али су ипак Линдбладова открића та која су утрла пут савременој теорији спиралне структуре. Његова открића су уграђена у савремену теорију коју је на основу понашања гасовите међузвездане материје извео амерички научник Лин (C. C. Lin), 1964. О савременом прилазу биће речи у наредним бројевима „Васионе".

На крају одајмо још једном пошту покојном Бертилу Линдбладу. Он је једини остао на становишту да у одржавању спиралне структуре главну улогу играју гравитационе силе, у доба када су скоро сви тражили излаз у изучавању електромагнетних ефеката. Савремена наука дала је у томе Линдбладу за право.

Мр Јелена Милоградов-Турин
Слободан Нинковић

НОВОСТИ И БЕЛЕШКЕ

Refleksione magline u oblasti galaktičkih polarnih kapa. — Još je 1965. Beverli Linds (Beverly Lynds) sa Kit Pik Nacionalne opservatorije SAD (Kitt Peak National Observatory) primetila nekoliko slabih difuzionih maglina na visokim galaktičkim latitudama na snimcima atlasa Nacionalnog geografskog društva SAD — Nebeskog atlasa Palomarske opservatorije. Ona je zaključila da će još više slabih maglina biti nađeno kada bude postignuta veća osetljivost.

Njeno predviđanje se ostvarilo kada je Alan Sendidž (Alan Sandage) sa Hejl opservatorije (Hale observatory) našao slabe rasprostrte magline u oblasti oko galaktičkih polova. Upotrebljene su sitnozrne ploče velike osetljivosti na palomarskom Šmitovom teleskopu od 48 inča.

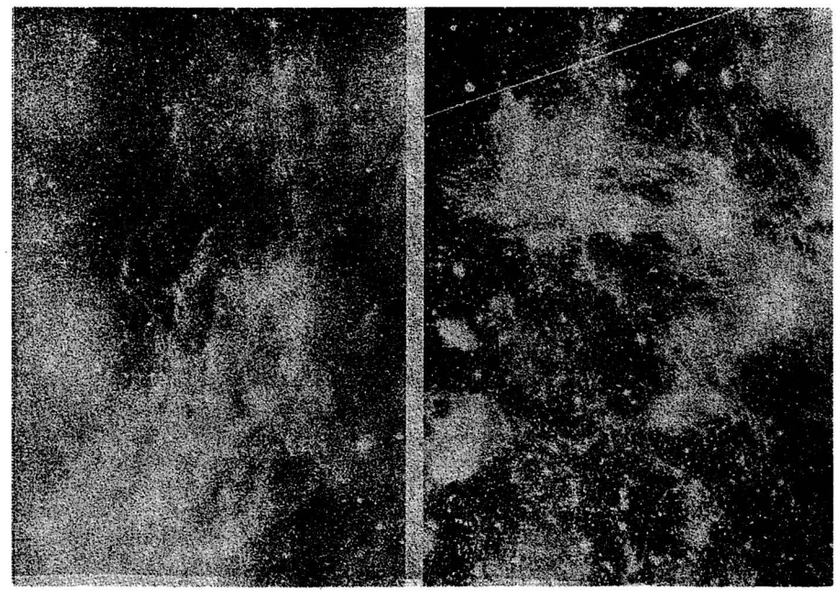
Veliki deo sazvežđa Eridan blizu južnog galaktičkog pola je prekriven dugim, uskim vlaknima oko 5 lučnih sekundi širokim. Blizu severnog galaktičkog pola, u sazvežđu Veliki Medved, severno od galaksija M 81 i M 82, takođe su nađene magline.

Najsjajniji delovi ovih maglina imaju površinski sjaj približno jednak 25. privid noj veličini po kvadratnoj lučnoj sekundi. Pored njih naziru se i mnogi drugi pramenovi za oko 2 veličine slabiji. Najtanja vlakna su svega oko 30″ široka. Difuzne magline u Velikom Medvedu su deo mnogo šireg sistema koji se može pratiti posmatrajući nebo sve do oko 40° iznad galaktičkog ekvatora.

Da bi mogao da razjasni prirodu ovih maglina, do tada snimljenih sa crvenim i zelenim filterom, Sendidž je snimio taj deo neba i u spektralnom opsegu između 5200 Å i 6000 Å. U toj oblasti emisione magline nemaju emisionih linija kako se

zna iz ranijih istraživanja. Fotografije novootkrivenih maglina su izgledale iste u sva tri spektralna područja, što je nedvosmisleno ukazivalo na to da su to refleksione magline, odnosno oblaci prašine koji svetle odbijenom svetlošću.

S obzirom da su to veoma veliki oblaci, odbijena svetlost ne može poticati od jedne zvezde. Kako je Sendidž pokazao te magline svetle svetlošću kojom njih obasjava galaktički disk. Sendidž je procenio da apsolutna veličina galaktičkog diska gledanog sa tačke čija je visina nad galaktičkom ravni znatno manja od prečnika Galaksije mora biti —6,73.



Сл. 1

Sendidž je izračunao, uzimajući u obzir svetlost rasutu na česticama magline i efekat ekstinkcije te svetlosti duž pravca posmatranja, da oblaci na umerenim odstojanjima od ravni moraju imati površinski sjaj od oko 25,5. prividne veličine po kvadratnoj sekundi. Taj teorijski rezultat je u izvanrednom skladu sa posmatranjima u Eridanu i Velikom Medvedu.

Dosadašnja izučavanja radio-petlji, polarizacije svetlosti zvezda i rasporeda međuzvezdanog vodonika su pokazala da u našoj Galaksiji veoma često postoji sličnost u rasporedu radio-petlji, vektora polarizacije, magnetnih polja i neutralnog vodonika. Više autora je već predlagalo kao moguće tumačenje tog poklapanja zajedničko poreklo rasporeda i to kao posledicu eksplozije supernovih zvezda. Takve eksplozije su u stanju da izbace prašinu iz galaktičkog diska na umerene daljine od galaktičke ravni.

Sky and Telescope, januar, 1977.

Mr J. Milogradov-Turin

О настанку Месеца. — Постоје три хипотезе о настанку природног сателита наше планете: распад јединственог тела на Земљу и Месец услед космичке катаклизме; самостално формирање Месеца из протопланетарног облака у Земљиној близини и слично формирање у даљим областима Васионе с тим што је касније Месец био захваћен гравитационим пољем наше планете.

Џ. О'Киф (Годаров центар за космичке летове НАСА, Гринбелт, Мериленд) и добитак Нобелове награде Г. С. Јури (Универзитет државе Калифорнија, Беркли) извели су математичку проверу ових хипотеза са узимањем у обзир свеукупности података о маси, грађи, хемијском саставу, термодинамици, гравитационом пољу и другим познатим параметрима оба небеска тела.

Резултати свестране анализе су убедили О'Кифа и Јуриа да је оправдана прва хипотеза док се у оквиру друге две по њиховом мишљењу не може на задовољавајући начин објаснити да је Месец практично без металног језгра. Сем тога, делови Месечевог тла донети на Земљу указују на „недостатак" у његовој кори злата, платине и других племенитих метала. Обе чињенице се по мишљењу аутора могу објаснити само у оквиру модела настанка Месеца распадом јединственог небеског тела.

Природа 1977, бр. 3, 132.

Превео *Мр Милан Димитријевић*

Нова листа променљивих звезда. — Број звезда које се званично означавају као променљиве је сада порастао на 25 838, објављивањем 699 нових у Трећој допуни трећем издању Општег каталога променљивих звезда, коју су недавно објавили Б. В. Кукаркин и његове колеге са Штернберговог државног института за астрономију у Москви. Међународном сагласношћу, именовање новооткривених променљивих поверено је овој групи совјетских специјалиста.

Најбогатије променљивим звездама је сазвежђе Стрелца, где са новооткривеним звездама имамо укупно 3891 променљиву. У сазвежђу Бика практично свих 116 променљивих звезда са додатне листе су слабе еруптивне звезде из звезданог јата Плејаде. Уопште узев, последње откривене променљиве су углавном врло слаби објекти и нађени су у фотографским прегледима Млечног Пута, или су то пак звезде које се могу видети и голим оком, врло мале амплитуде, чија је променљивост откривена фотоелектричним путем.

Међутим, шест звезда са овог списка можемо окарактерисати као звезде од могућег интереса за аматере-посматраче у видљивом делу спектра. Координате, дате овде, су за 1950, а привидне величине (ако другачије није наведено) су визуелне.

У сазвежђу Хидре ($9^h\,18^m,0$; 0° 24') Полуправилно променљива, привидна величине 6,3 до 6,8, приближно трајање циклуса 45 дана, спектар gM4.

Епсилон Octantis ($22^h\,14^m,5$; —80° 41'). Полуправилна 5,0 —5,4, циклус око 55 дана, спектар MGIII.

Омега Orionis ($5^h\,36^m,5$; —4° 46'). Иако ова променљива типа гама Cassiopeiae има мали интервал од 4,4—4,6, она заслужује да буде посматрана, јер се привидна геличина саме гама Cassiopeiae мењала за 1,3 звездане величине.

Епсилон Pegasi ($21^h\,41^m7$; —9° 39'). Ова звезда има интервал промене привидне величине од 0,7 до 3,5, јер је R. J. Wood из Флориде послао извештај о томе да је ова звезда 26. септембра 1972. године била сјајна као Алтаир. Међутим, овај објект је К2 суперџин, за кога се не очекују флерови.

V 3879 Sagittarii ($18^h\,40^m,0$; —19° 20'). Полуправилна са циклусом од 50 дана и интервалом фотографских привидних величина 6,1—6,6. Пошто јој је спектар М4, ова звезда треба да буде око 1,5 привидне величине сјајнија визуелно.

FP Virginis ($13^h\,33^m,4$; —8° 33'). Једна друга црвена полуправилна 6,7—7,3, циклус око 55 дана, спектар gM4.

Московска публикација такође даје нове информације о 3923 претходно познате променљиве звезде. Да додамо томе још и листе пулсара, оптички

променљивих квазара, радио-извора и галаксија са променљивим језгрима. Ово јасно указује на то да се последњих година хоризонт астрономије променљивих звезда јако шири.

Sky and Telescope, август, 1976.

Слободан Нинковић

Топлотна историја Месеца. — На основу података, које су добили астронаути са „Апола-15" и „Апола-17" реконструисана је топлотна историја Месеца. Она је састављена узимајући у обзир резултате геолошко-геофизичких посматрања извршених у последњој декади. Установљено је да је старост најмлађих руда већа од 3 милијарде година; време хлађења морских базалта 3,75 — 3,15 милијарди година; дебљина чврсте и хладне литосфере је приближно 800 km. Дубље, материја се, судећи по томе што трансверзални таласи не пролазе, делимично приближава растопљеном стању; величина топлотног флукса кроз површину Месеца је 30—40 erg s^{-1} km^{-2}.

Топлотни флукс на Месецу је на два места непосредно измерен. Јула 1971. године у области Хедли Рила на источном рубу Мора Кише, (Аполо-15) и у децембру 1972 године у области Тавр-Литров у уском заливу на југоистоку Мора Јасности (Аполо-17). Астронаути су уметнули у тло цеви од фибергласа и ставили у њих термосонде за мерење температуре и топлотне проводљивости. Свака сонда је обезбеђивала мерење на 11 разних дубина и састојала се од осам платинских отпорних термометара и четири термопара. За мерење топлотне проводљивости Месечевог тла по команди са Земље су сваких 36 часова укључивани електрични грејачи и топлотна проводност се одређивала по начину пораста температуре. По величини топлотне проводљивости и градијенту температуре, израчунавао се топлотни флукс.

Испоставило се да је топлотна проводност Месечевог реголита веома мала и јако зависи од температуре. Она је 10 пута мања него код ваздуха и 40 пута мања него код воде. Месечев реголит представља неку врсту „јоргана" који смањује губитке планетарне топлоте. Величина топлотног флукса износи $\sim$ 1.6—2.2 μ Watt/cm^2. Топлотни флукс који је измерен непосредно на Месечевој површини је 1,5 пута мањи од величине добијене помоћу радиоастрономских посматрања са Земље.

Постојећи подаци сведоче о некадашњој бурној и краткој магматској активности Месеца. Већина истраживача сматра да је „новорођени" Месец имао релативно велику температуру језгра али питање о изворима овог загревања (гравитациона акреција, силе плиме, озрачивање сунчаним ветром, распад краткоживућих изотопа итд.) још није решено. Реконструкција топлотних услова у прошлости остварује се помоћу решавања једначине топлопроводљивости са задатом почетном температуром и концентрацијом радиоактивних изотопа, узимајући у обзир геофизичке податке. У многобројним моделима, разрађеним од разних аутора, примећују се заједничке црте. Предпоставља се да је у почетку површински Месечев слој дебљине неколико стотина метара био загрејан изнад тачке топљења. Максимум загревања достигнут је 1 — 2 милијарде година после образовања Месеца. У даљем току времена, растопљена зона се повлачила у дубину а чврстина литосфере се повећавала. У току ране диференцијације мантије у кору је доспела велика количина радиоактивних елемената. После прве милијарде година у Месецу се образовала централна растопљена зона, чији се пречник повећавао како је хлађење текло.

У данашње време Месец је близак стању топлотне равнотеже: зрачење топлоте кроз површину је једнако или нешто мало превазилази њено стварање у недрима. На Месецу нема услова за претварање топлотне енергије у механичку енергију „месецотреса" и других тектонских процеса. У односу на Земљу Месец је хладан и тектонски пасиван.

Природа **12**, 116 (1976)

Превео *Мр Милан С. Димитријевић*

Сумпордиоксид у космосу. — Амерички истраживачи Л. Снајдер, Б. Улих, Ф. Ловас и Д. Бул, открили су радећи на радио телескопу Националне радио астрономске опсерваторије Грин Бенк, сумпор диоксид у правцу маглине Ориона и радио-извора Стрела В2. Мада се сумпор диоксид састоји само од три атома (SO_2), он спада у групу најтежих молекула откривених до данас у облацима међузвездане прашине. Интересантно је да је сумпор диоксид једини међузвездани троатомни молекул који не садржи водоник.

Земля и Вселенная, **3**, 21 (1976)

Превео *Мр Милан С. Димитријевић*

Лансиран је Космос 800. — 3. фебруара 1976. године у Совјетском Савезу је лансиран вештачки Земљин сателит „Космос-800".

На сателиту се налази научна апаратура предодређена за настављање испитивања космичког простора.

Сателит је лансиран на орбиту са параметрима: почетни период обртања 105 минута; максимално растојање од површине Земље 1027 km; минимално растојање од површине Земље 1000 km; нагиб орбите 83°.

Сем научне апаратуре на сателиту се налазе радио систем за тачно мерење параметара орбите и радиотелеметријски систем за предају на Земљу података о раду инструмената и научне апаратуре.

Апаратура постављена на сателиту ради нормално. Координационо-рачунски центар врши обраду добијених информација.

Земля и Вселенная, **2**, 51 (1976)

Превео *Мр Милан С. Димитријевић*

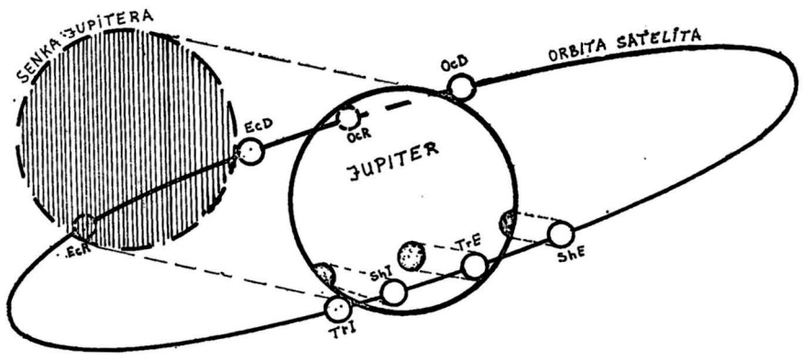
ASTRONOMSKE EFEMERIDE ZA 1978. GODINU

Astronomske efemeride za 1978. god. predstavljaju određenu selekciju podataka takve tačnosti, da ih astronomi-amateri mogu koristiti pri planiranju i obradi svojih posmatračkih programa.

U rubrici Kalendar dati su datum, dan u nedelji, frakcija tropske godine, broj dana Julijanske periode proteklih do 12^h svetskog vremena (TU) i srednje zvezdano vreme u 0^h TU u Griniču. Rubrika „Velike planete" sadrži, samo za planete vidljive golim okom ili manjim teleskopom, rektascenziju — α, deklinaciju — δ, longitudu — λ, latitudu — β, pravo rastojanje od Zemlje — Δ_z, pravo rastojanje od Sunca — Δ , trenutak gornjeg prolaza kroz meridijan Beograda — T (u srednje-evropskom vremenu — SEV), prividni poluprečnik — ρ i prividnu veličinu — m_v. Podaci su dati za svaki deseti dan u mesecu, počev od prvog, sem za Neptun, za koji su dati samo za petnajesti u mesecu.

U odeljku posvećenom Jupiterovim satelitima predstavljena je grafički približna konfiguracija Galilejevih satelita i trenuci u TU geocentričnih pojava vezanih za njih. Vertikalne linije u sredini svakog grafika predstavljaju ekvatorijalni dijametar diska Jupitera, a horizontalne linije označavaju momenat 0^h svetskog vremena za svaki datum u mesecu. Položaji satelita u odnosu na Jupiterov disk za svaki trenutak predstavljeni su sinusoidalnim linijama. Ispod grafika date su faze pomračenja u sistemu satelita. Slovima „d" i „r" označene su odgovarajuće tačke ulaza (početak pomračenja), odnosno izlaza (kraj pomračenja) satelita iz senke Jupitera. Grafici su preuzeti iz The Atsronomical Ephemeris for the Year 1978, Her Majesty's Stationery Office, London. Oznake geocentričnih pojava imaju sledeće značenje:

TrI — početak prolaza satelita ispred diska Jupitera
TrE — svršetak prolaza satelita ispred diska Jupitera
ShI — početak prolaza senke ispred diska planete
ShE — svršetak prolaza senke ispred diska planete
OcD — početak okultacije
OcR — svršetak okultacije
EcD — početak pomračenja
EcR — svršetak pomračenja



Napominjemo da ovde nisu uzete u obzir one pojave koje se dešavaju pre svršetka astronomskog sumraka i posle 24^{h}TU.

U rubrici Mesec date su Mesečeve faze u TU (● — mlad Mesec, ◐ — prva četvrt, ○ — pun Mesec, ◑ — poslednja četvrt), trenutak prolaza (ili trenuci prolaza) u TU kroz perigej — P, odnosno apogej — A i starost u danima u 0^{h}TU.

Efemeride Sunca za 1978. god. sadrže datum, gornji prolaz centra diska Sunca kroz efemeridni meridijan u efemeridnom vremenu, trenutak izlaza i zalaza u Beogradu u SEV, rektascenziju — α, deklinaciju — δ, položajni ugao — P severnog kraja Sunčeve rotacione ose mereno pozitivno ka istoku i negativno ka zapadu, heliografsku širinu — B_0 i dužinu — L_0 središta Sunčevog diska, prividni poluprečnik Sunčevog diska — ρ i rastojanje Sunca od Zemlje u astronomskim jedinicama. Ove godine nema pomračenja Sunca koje bi bilo vidljivo sa teritorije Jugoslavije.

Sledeća tablica sadrži podatke o trenucima izlaza i zalaza Meseca u Beogradu u SEV.

Tablica Pojave, 1978 daje najinteresantnije pojave sa datumom u času u TU, pri čemu N označava sever, S — jug, W — zapad i E — istok.

Konačno, dati su i podaci o potpunom pomračenju Meseca koje će biti vidljivo sa teritorije Jugoslavije.

Način upotrebe Atsronomskih efemerida i primeri za izračunavanje dati su u nekim ranijim brojevima Vasione, npr. 1973/4, 1974/4 i 1975/4.

Vince Ištvan
Knežević Mr Zoran

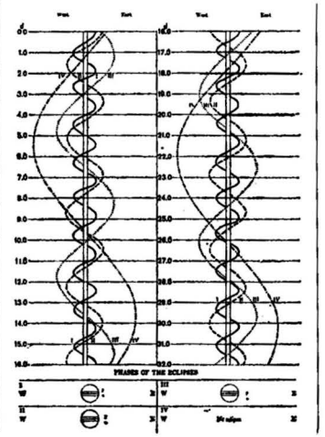
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.0	2443	h m s
1	Не	008	510	6 41 10
2	По	035	511	6 45 06
3	Ут	063	512	6 49 03
4	Ср	090	513	6 53 00
5	Че	118	514	6 56 56
6	Пе	145	515	7 00 53
7	Су	172	516	7 04 49
8	Не	200	517	7 08 46
9	По	227	518	7 12 42
10	Ут	254	519	7 17 39
11	Ср	282	520	7 20 35
12	Че	309	521	7 24 32
13	Пе	337	522	7 28 28
14	Су	364	523	7 32 25
15	Не	391	524	7 36 22
16	По	419	525	7 40 18
17	Ут	446	526	7 44 15
18	Ср	474	527	7 48 11
19	Че	501	528	7 53 08
20	Пе	528	529	7 56 04
21	Су	556	530	8 00 01
22	Не	583	531	8 03 57
23	По	610	532	8 07 54
24	Ут	638	533	8 11 51
25	Ср	665	534	8 15 47
26	Че	693	535	8 19 44
27	Пе	720	536	8 23 40
28	Су	748	537	8 27 37
29	Не	775	538	8 31 33
30	По	802	539	8 35 30
31	Ут	829	540	8 39 26

Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
					Меркур				
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
1	17 22	—20 10	149.3	+6.9	0.801	0.349	10 17	4.2	+0.5
11	17 47	21 44	191.8	+4.2	1.006	0.405	10 05	3.3	0.0
21	18 38	—22 58	224.4	+0.4	1.174	0.448	10 17	2.8	—0.1
					Венера				
1	18 22	—23 38	218.3	—0.7	1.701	0.727	11 20	4.9	—3.5
11	19 17	22 56	284.1	1.6	1.708	0.728	11 35	4.9	3.5
21	20 11	—21 04	299.9	—2.3	1.712	0.728	11 50	4.9	—3.5
					Марс				
1	8 50	+21 43	112.0	+1.6	0.688	1.620	1 47	6.8	—0.8
11	8 38	22 52	116.6	1.7	0.661	1.629	0 55	7.1	1.0
21	8 21	+24 00	121.2	+1.8	0.654	1.636	23 59	7.2	—1.1
					Јупитер				
1	5 59	+23 12	91.8	—0.2	4.168	5.138	22 52	22.8	—2.3
11	5 54	23 13	92.7	0.2	4.216	5.142	22 07	21.0	2.2
21	5 49	+23 14	93.5	—0.2	4.292	5.145	21 23	21.4	—2.2
					Сатурн				
1	10 11	+12 45	145.5	+1.3	8.550	9.213	3 07	8.7	+0.6
11	10 09	12 56	145.8	1.3	8.434	9.216	2 26	8.8	0.5
21	10 07	+13 10	146.3	+1.3	8.342	9.218	1 45	8.9	+0.4
					Уран				
1	14 52	—16 03	222.8	+0.4	19.156	18.608	7 47	1.8	
11	14 53	16 10	223.0	0.4	19.008	18.609	7 10	1.8	
21	14 55	—16 15	223.1	+0.4	18.848	18.611	6 32	1.8	
					Нептун				
15	17 05	—21 24	256.6	+1.5	31.063	30.286	9 05	1.2	

Јупитерови сателити



d	h	m		d	h	m	
2	21	22	IIITrI	19	23	21	ITrI
	22	28	IIIShI	20	20	38	IOcD
4	22	42	IOcD		23	36	IEcR
5	19	51	ITrI		23	39	IIIEcR
	20	12	IShI	21	20	00	ITrE
	22	04	ITrE		20	43	IShE
	22	25	IShE	23	22	29	IIEcR
6	19	45	IEcR	27	21	14	IIIOcD
7	19	32	IITrI		22	25	IOcD
	20	21	IIShI	28	19	34	ITrI
	22	12	IITrE		20	35	IShI
	23	02	IIShE		21	47	ITrE
12	21	36	ITrI		22	38	IShE
	22	07	IShI	29	20	00	IEcR
	23	48	ITrE	30	20	39	IIOcD
13	19	37	IIIEcR				
	21	40	IEcR				
14	21	49	IITrI				
	22	09	IIShI				
16	19	53	IIEcR				

Месец

	d	h	m
●	9	04	00
◐	16	03	04
○	24	07	56
◑	31	23	52
	2	12	08
P	8	12	
A	21	02	

Старост у данима у 0^h св. вр.

1.	21 3
15.	5.8
30.	20.8

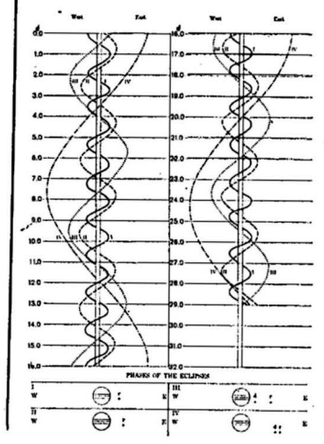
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2443	h m s
1	Ср	0857	541	8 43 23
2	Че	0884	542	8 47 20
3	Пе	0912	543	8 51 16
4	Су	0939	544	8 55 13
5	Не	0966	545	8 59 09
6	По	0994	544	9 03 06
7	Ут	1021	547	9 07 02
8	Ср	1048	548	9 10 59
9	Че	1076	549	9 14 55
10	Пе	1103	550	9 18 52
11	Су	1131	551	9 22 49
12	Не	1158	552	9 26 45
13	По	1185	553	9 30 42
14	Ут	1213	554	9 34 38
15	Ср	1240	555	9 38 35
16	Че	1268	556	9 42 31
17	Пе	1295	557	9 46 28
18	Су	1322	558	9 50 24
19	Не	1350	559	9 54 21
20	По	1377	560	9 58 18
21	Ут	1404	561	10 02 14
22	Ср	1432	562	10 06 11
23	Че	1459	563	10 10 07
24	Пе	1487	564	10 14 04
25	Су	1514	565	10 18 00
26	Не	1541	566	10 21 57
27	По	1569	567	10 25 53
28	Ут	1596	568	10 29 50

Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
Меркур									
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
1	19 46	—22 22	255.4	—3.2	1.303	0.467	10 42	3.6	—0.2
11	20 52	19 34	283.4	5.8	1.371	0.457	11 09	2 4	0.5
21	21 00	—14 28	215.0	—7.0	1.390	0.416	11 37	2.4	—1.0
Венера									
1	21 08	—17 48	317.3	—2.9	1.711	0.728	12 03	4.9	—3.5
11	21 57	13 57	333.0	3.3	1.797	0.728	12 13	4.9	3.5
21	22 45	— 9 29	348.9	—3.4	1.606	0.727	12 21	5.0	—3.4
Марс									
1	8 03	+24 56	126.9	—1.8	0.672	1.644	22 52	7.0	—1.0
11	7 50	25 22	130.6	—1.8	0.711	1.650	22 00	6.6	0.7
21	7 42	+25 26	135.0	—1.8	0.767	1.655	21 13	6.1	—0.5
Јупитер									
1	5 46	+23 15	94.5	—0.0	4.406	5.149	20 36	20.9	—2.2
11	5 43	23 16	95.6	—0.0	4.532	5.153	19 55	20.3	2.1
21	5 43	+23 17	96.0	—0.0	4.673	5.156	19 15	19.7	—2.0
Сатурн									
1	10 04	+13 28	146.6	+1.3	8.151	9.221	0 59	9.0	+0.4
11	10 01	13 46	146.9	1.4	8.162	9.224	0 16	9.0	0.3
21	9 58	+14 00	147.3	+1.4	8.207	9.226	23 30	9.0	+0.3
Уран									
1	14 56	—16 19	223.2	+0.4	18.663	18.613	5 49	1.8	
11	14 56	16 21	223 3	0.4	18.493	18.614	5 10	1.9	
21	14 56	—16 22	223.5	+0.4	18.325	18.616	4 31	1.9	
Нептун									
15	17 05	—21 24	256.2	+1.5	30.643	30.286	7 05	1.2	

Јупитерови сателити



d	h	m		d	h	m	
1	20	12	IIShE	14	22	28	IIIShI
3	21	29	IVShI	15	20	29	IITrI
	22	29	IVShE		22	46	IIShI
4	21	22	ITrI		23	09	IITrE
	22	20	IShI	17	19	36	IIEcR
	23	35	ITrE	19	22	20	IOcD
5	21	55	IEcR	20	19	28	ITrI
6	19	02	IShE		20	39	IShI
	23	01	IIOcD		21	42	ITrE
7	21	29	IIIShE		22	52	IShE
8	20	09	IIShI	21	20	14	IEcR
	20	42	IITrE		21	41	IIITrI
	22	49	IIShE	22	22	58	IITrI
11	23	11	ITrI	24	22	13	IIEcR
12	20	30	IOcD	25	19	44	IIIEcR
	23	50	IEcR	27	21	21	ITrI
13	19	51	ITrE		22	34	IShI
	20	57	IShE		23	33	ITrE
14	20	56	IIITrE	28	22	10	IEcR
					22	44	IVEcD

Месец

	d	h	m
●	7	14	54
◐	14	23	11
○	23	01	26
◑	—	—	—
P	5	21	
A	17	18	

Старост у данима у 0^h св. вр.

1. 22.4
15. 7.4
30. —

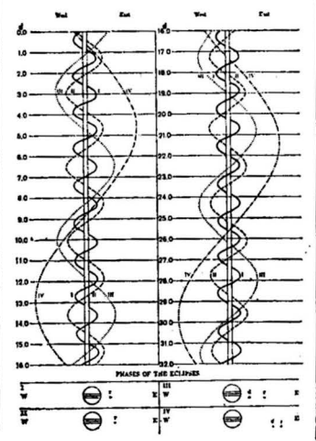
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2434	h m s
1	Ср	1623	569	10 33 47
2	Че	1651	570	10 37 43
3	Пе	1678	571	10 41 40
4	Су	1706	572	10 45 36
5	Не	1733	573	10 49 33
6	По	1760	574	10 53 29
7	Ут	1788	575	10 57 26
8	Ср	1815	576	11 01 22
9	Че	1842	577	11 05 19
10	Пе	1870	578	11 09 16
11	Су	1897	579	11 13 12
12	Не	1925	580	11 17 09
13	По	1952	581	11 21 05
14	Ут	1979	582	11 25 02
15	Ср	2007	583	11 28 58
16	Че	2034	584	11 32 55
17	Пе	2062	585	11 36 51
18	Су	2089	586	11 40 48
19	Не	2116	587	11 44 45
20	По	2144	588	11 48 41
21	Ут	2171	589	11 52 38
22	Ср	2198	590	11 56 34
23	Че	2226	591	12 00 31
24	Пе	2253	592	12 04 27
25	Су	2281	593	12 08 24
26	Не	2308	594	12 12 20
27	По	2335	595	12 16 17
28	Ут	2363	596	12 20 14
29	Ср	2390	597	12 24 10
30	Че	2417	598	12 28 07
31	Пе	2445	599	12 32 03

Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
Меркур									
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
1	22 55	— 8 45	346.0	—6.2	1.360	0.372	12 01	2.5	—1.4
11	0 04	+ 0 00	36.8	—1.4	1.235	0.321	12 30	2.7	1.2
21	1 03	+ 8 35	98.6	+5.4	0.998	0.311	12 49	3.4	—0.4
Венера									
1	23 22	— 5 35	1.7	—3.3	1.689	0.726	12 27	5.0	—3.4
11	0 08	— 0 30	17.6	2.9	1.670	0.725	12 33	5.0	3.4
21	0 53	+ 4 37	33.6	—2.3	1.648	0.724	12 39	5.1	—3.4
Марс									
1	7 39	+25 17	138.5	+1.8	0.822	1.658	20 40	5.7	—0.2
11	7 41	24 53	142.9	1.8	0.901	1.662	20 02	5.2	+0.0
21	7 47	+24 19	147.3	+1.8	0.986	1.664	19 30	4.7	+0.3
Јупитер									
1	5 43	+23 18	97.0	—0.1	4.795	5.160	18 45	19.2	—2.0
11	5 45	23 20	97.7	0.1	4.953	5.163	18 07	18 6	1.9
21	5 49	+23 23	98.6	—0.1	5.115	5 167	17 31	18.0	—1.8
Сатурн									
1	9 56	+14 17	147.5	+1.4	8 264	9.228	22 56	9.0	+0.3
11	9 53	14 32	148.0	+1.4	8 319	9.231	22 15	9.0	0.3
21	9 50	+14 45	148.3	+1.4	8.403	9.233	21 32	8.9	+0.4
Уран									
1	14 56	—16 21	223.6	+0.4	18.196	18.618	4 00	1.9	
11	14 56	16 19	223.6	0.4	18.047	18.618	3 20	1.9	
21	14 55	—16 15	223.6	+0.4	17.914	18.619	2 40	1.9	
Нептун									
15	17 10	—21 28	206.2	+1.5	30.120	30.285	5 18	1.2	

Јупитерови сателити



d	h	m		d	h	m	
1	19	16	IShE	16	20	29	IEcR
3	19	37	IIOcD	18	23	24	IIIOcD
4	20	38	IIIEcD	19	19	55	IITrI
	23	45	IIIEcR		22	31	IIShI
5	19	57	IIShE		22	34	IITrE
6	23	14	ITrI	21	19	24	IIEcR
7	20	33	IOcD	22	21	32	ITrI
8	19	55	ITrE		21	36	IIIShE
	21	12	IShE		22	49	IShI
10	22	10	IIOcD		23	45	ITrE
11	19	25	IIIOcD	23	22	25	IEcR
	22	27	IIIOcR	26	22	33	IITrI
12	19	55	IIShI	28	22	01	IIEcR
	19	58	IITrE	29	20	23	IIITrE
	22	34	IIShE		22	30	IIIShI
14	22	28	IOcD		23	28	ITrI
15	19	37	ITrI	30	20	48	IOcD
	20	54	IShI	31	19	13	IShI
	21	50	ITrE		20	11	ITrE
	23	07	IShE		21	27	IShE

Месец

	d	h	m
●	9	02	36
◐	16	18	21
○	24	16	20
◑	31	15	11
P	5	17	
A	17	14	
P	31	05	

Старост у данима у 0^h св. вр.

1. 21.4
15. 5.9
30. 20.9

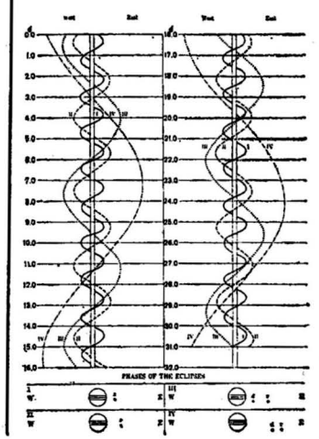
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2443	h m s
1	Су	2472	600	12 36 00
2	Не	2500	601	12 39 56
3	По	2527	602	12 43 53
4	Ут	2554	603	12 47 49
5	Ср	2582	604	12 51 46
6	Че	2609	605	12 55 43
7	Пе	2636	606	12 59 39
8	Су	2664	607	13 03 36
9	Не	2691	608	13 07 32
10	По	2719	609	13 11 29
11	Ут	2746	610	13 15 25
12	Ср	2773	611	13 19 22
13	Че	2801	612	13 23 18
14	Пе	2828	613	13 27 15
15	Су	2856	614	13 31 12
16	Не	2883	615	13 35 08
17	По	2910	616	13 39 05
18	Ут	2938	617	13 43 01
19	Ср	2965	618	13 46 58
20	Че	2992	619	13 50 54
21	Пе	3020	620	13 54 51
22	Су	3047	621	13 58 47
23	Не	3075	622	14 02 44
24	По	3102	623	14 06 41
25	Ут	3129	624	14 10 37
26	Ср	3157	625	14 14 34
27	Че	3184	626	14 18 30
28	Пе	3211	627	14 22 27
29	Су	3239	628	14 26 23
30	Не	3266	629	14 30 20

Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
Меркур									
1	1 31	+13 07	159.1	+6.5	0.722	0.360	12 32	4.6	+1.2
11	1 18	10 48	199.0	+3.4	0.588	0.416	11 37	5.7	3.0
21	0 57	+ 5 57	235.3	—0.3	0.598	0.454	10 39	5.6	+1.7
Венера									
1	1 44	+10 02	51.2	—1.5	1.619	0.722	12 46	5.2	—3.4
11	2 31	14 35	60.7	—0.5	1.587	0.721	12 54	5.3	3.3
21	3 19	+18 31	83.6	+0.4	1.550	0.720	13 03	5.4	—3.3
Марс									
1	7 58	+23 30	152.5	+1.8	1.086	1.666	18 58	4.3	+0.5
11	8 11	22 35	156.4	1.8	1.179	1.666	18 32	4.0	0.7
21	8 27	+21 29	160.9	+1.7	1.272	1.665	18 09	3.7	+0.9
Јупитер									
1	5 54	+23 22	99.4	—0.0	5.291	5.170	16 53	17.4	—1.7
11	5 59	23 26	100.3	+0.0	5.446	5.174	16 20	16.9	1.7
21	6 06	+23 27	101.2	+0.0	5.592	5.178	15 47	16.4	—1.6
Сатурн									
1	9 48	+14 56	148.7	+1.4	8.523	9.236	20 46	8.8	0.5
11	9 47	15 01	149.0	1.4	8.624	9.239	20 06	8.6	0.5
21	9 46	+15 05	149.4	+1.5	8.801	9.241	19 26	8.5	0.6
Уран									
1	14 53	—16 10	223.9	+0.4	17.792	18.621	1 55	1.9	
11	14 52	16 03	223.9	0.4	17.707	18.622	1 14	1.9	
21	14 51	—16 57	224.0	+0.4	17.650	18.623	0 35	1.9	
Нептун									
15	17 09	—21 26	256.5	+1.5	29.678	30.285	3 15	1.2	

Јупитерови сателити



d	h	m		d	h	m	
2	23	07	IVOcD	15	22	39	IEcR
4	19	22	IIOcD	16	19	48	IShE
5	21	28	IIITrI		20	40	IIIEcD
6	19	41	IIShE		23	52	IIIEcR
	22	46	IOcD	19	19	41	IVOcR
7	19	55	ITrI	20	19	58	IITrI
	21	09	IShI		22	14	IIShI
	22	09	ITrE		22	36	IITrE
	23	23	IShE	21	23	52	ITrI
8	20	44	IEcR	22	21	12	IOcE
9	19	50	IIIEcR	23	20	09	IIIOcD
11	21	18	IVShI		20	36	ITrE
	22	05	IIOcD		21	43	IShE
	23	42	IVShI		23	17	IIIOcR
13	19	38	IIShI	27	22	41	IITrI
	19	53	IITrE	29	21	52	IIEcR
	22	17	IIShE		23	11	IOcD
14	21	53	ITrI	30	21	24	IShI
	23	04	IShI		22	36	ITrE

Месец

	d	h	m
●	7	15	15
◐	15	13	56
○	23	04	11
◑	29	21	02
P	26	08	
A	14	10	

Старост у данима у 0h св. вр.

1. 22.9
15. 7.4
30. 22.4

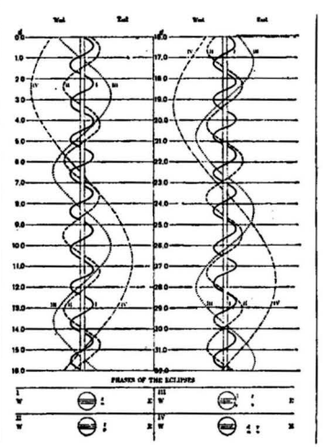
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2443	h m s
1	По	3294	630	14 34 16
2	Ут	3321	631	14 38 13
3	Ср	3348	632	14 42 10
4	Че	3376	633	14 46 06
5	Пе	3403	634	14 50 03
6	Су	3430	635	14 53 59
7	Не	3458	636	14 57 56
8	По	3485	637	15 01 52
9	Ут	3513	638	15 05 49
10	Ср	3540	639	15 09 45
11	Че	3567	640	15 13 42
12	Пе	3595	641	15 17 39
13	Су	3622	642	15 21 30
14	Не	3650	643	15 25 32
15	По	3677	644	15 29 28
16	Ут	3704	645	15 33 25
17	Ср	3732	646	15 37 21
18	Че	3759	647	15 41 18
19	Пе	3786	648	15 45 14
20	Су	3814	649	15 49 11
21	Не	3841	650	15 53 08
22	По	3869	651	15 57 04
23	Ут	3896	652	16 01 01
23	Ср	3923	653	16 04 57
25	Че	3951	654	16 08 54
26	Пе	3978	655	16 12 50
27	Су	4005	656	16 16 47
28	Не	4033	657	16 20 43
29	По	4060	658	16 24 40
30	Ут	4088	659	16 28 37
31	Ср	4115	660	16 32 33

Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
Меркур									
1	1 03	+ 4 12	258.2	—3.5	0.702	0.467	10 06	4.8	+1.0
11	1 33	6 17	286.4	6.0	0.850	0.452	9 59	3.9	0.6
21	2 20	+10 59	318.7	—7.0	1.018	0.411	10 06	3.3	+0.1
Венера									
1	4 10	+21 40	99.6	+1.3	1.507	0.719	13 14	5.6	—3.4
11	5 01	23 49	115.8	2.1	1.460	0.718	13 26	5.8	—3.4
21	5 54	+24 52	132.0	+2.8	1.407	0.718	13 40	6.0	—3.4
Марс									
1	8 44	+20 14	165.2	+1.7	1.364	1.661	17 46	3.4	+1.0
11	9 02	18 48	169.6	1.6	1.456	1.664	17 25	3.2	1.2
21	9 21	+17 11	174.0	+1.5	1.544	1.657	17 05	3.0	+1.3
Јупитер									
1	6 13	+23 26	102.0	+0.0	5.728	5.181	15 15	16.0	—1.6
11	6 21	23 24	102.8	0.1	5.850	5.185	14 44	15.7	—1.5
21	6 30	+23 20	103.6	+0.1	5.958	5.188	14 13	15.4	—1.5
Сатурн									
1	9 46	+15 04	149.8	+1.5	8.958	9.244	18 47	8.3	+0.6
11	9 47	14 59	150.2	1.5	9.123	9.247	18 08	8.2	0.7
21	9 48	+14 51	150.5	+1.5	9.289	9.249	17 30	8.0	+0.7
Уран									
1	14 49	—15 49	224.5	+0.4	17.621	18.626	23 53	2.0	
11	14 47	15 42	224.3	+0.4	17.623	18.628	23 08	2.0	
21	14 46	—15 35	224.6	+0.4	17.654	18.630	22 27	1.9	
Нептун									
15	17 07	—21 22	256.8	+1.4	29.357	30.285	1 15	1.2	

Јупитерови сателити



d	h	m		d	h	m	
1	20	58	IEcR	22	23	42	IOcD
4	21	34	IIIShE	23	20	53	ITrI
6	22	45	IVEcD		21	39	IShI
7	22	22	ITrI		23	09	ITrE
	23	19	IShI		23	55	IShE
8	22	53	IEcR	24	21	11	IEcR
9	20	04	IShE	29	23	08	IITrI
11	21	59	IIITrE		23	55	IIIEcR
	22	32	IIIShI	30	22	55	ITri
13	22	33	IIOcD		23	34	IShI
15	20	14	IITrE	31	20	13	IOcD
	21	41	IOcD		21	29	IVTrI
	21	57	IIShE		21	43	IIEcR
16	21	08	ITrE		23	05	IEcR
	21	59	IShE				
18	23	13	IIITrI				
22	20	21	IITrI				
	21	52	IIShI				
	23	01	IITrE				

Месец

	d	h	m
●	7	04	47
◐	15	07	39
○	22	13	17
◑	29	03	30
P	24	05	
A	12	04	

Старост у данима у 0h св. вр.

1. 23.4
15. 7,8
30. 22.8

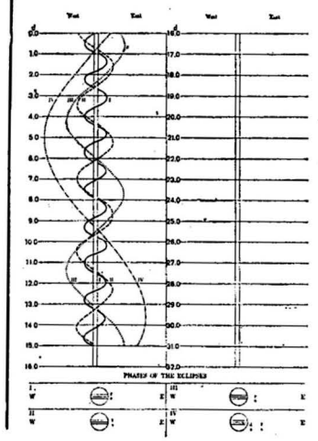
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2443	h m s
1	Че	4142	661	16 36 30
2	Пе	4170	662	16 40 26
3	Су	4197	663	16 44 23
4	Не	4224	664	16 48 19
5	По	4252	665	16 52 16
6	Ут	4279	666	16 56 12
7	Ср	4307	667	17 00 09
8	Че	4334	668	17 04 06
9	Пе	4361	669	17 08 02
10	Су	4389	670	17 11 59
11	Не	4416	671	17 15 55
12	По	4443	672	17 19 52
13	Ут	4471	673	17 23 48
14	Ср	4498	674	17 27 45
15	Че	4526	675	17 31 41
16	Пе	4553	676	17 35 38
17	Су	4580	677	17 39 35
18	Не	4680	678	17 43 31
19	По	4635	679	17 47 28
20	Ут	4663	680	17 51 24
21	Ср	4690	681	17 55 21
22	Че	4717	682	17 59 17
23	Пе	4745	683	18 03 14
24	Су	4772	684	18 07 10
25	Не	4799	685	18 11 07
26	По	4827	686	18 15 04
27	Ут	4854	687	18 19 00
28	Ср	4882	688	18 22 57
29	Че	4909	689	18 26 53
30	Пе	4936	690	18 30 53

Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
Меркур									
1	3 32	+17 38	4.8	—4.8	1.202	0.349	10 35	2.8	—0.7
11	4 56	23 01	61.1	+1.6	1.312	0.310	11 21	2.6	1.7
21	6 32	+24 56	122.8	+6.8	1.297	0.324	12 17	2.6	—1.4
Венера									
1	6 52	+24 13	149.0	+3.3	1.343	0.719	13 55	6.3	—3.4
11	7 44	23 45	166.1	3.4	1.280	0.719	14 07	6.6	—3.4
21	8 34	+20 38	182.4	+3.3	1.214	0.720	14 17	6.9	—3.5
Марс									
1	9 34	+15 13	158.8	+1.4	1.638	1.652	16 43	2.9	—1.4
11	10 04	13 16	133.9	1.3	1.719	1.647	16 24	2.7	1·5
21	10 25	+11 09	117.6	+1.2	1.796	1.640	16 06	2.6	—1.6
Јупитер									
1	6 40	+23 13	104.6	+0.1	6.056	5.192	13 39	15.2	—1.4
11	6 49	23 04	105.4	0.1	6.127	5.196	13 09	15.0	1.4
21	6 59	+22 52	106.2	+0.1	6.179	5.200	12 40	14.9	—1.4
Сатурн									
1	9 50	+14 39	150.9	+1.5	9.469	9.252	16 49	7.9	0.8
11	9 53	14 24	151.2	1.5	9.625	9.255	16 13	7.8	0.8
21	9 56	+14 07	151.6	+1.5	9.771	9.258	15 36	7.6	0.8
Уран									
1	14 44	—15 27	224.7	+0.4	17.721	18.631	21 42	1.9	
11	14 43	15 22	224.8	+0.4	17.809	18.632	21 01	1.9	
21	14 41	—15 17	225.0	+0.4	17.921	18.634	20 21	1.9	
Нептун									
15	17 03	—21 18	257.0	+1.4	29.276	30.285	23 00	1.2	

Јупитерови сателити



d	h	m	
1	20	19	IShE
5	22	23	IIIOcD
7	20	29	IIOcD
	22	14	IOcE
8	21	43	ITrE
	22	14	IShE
14	23	20	IIOcD
15	21	28	ITrI
	21	58	IShI
	23	45	ITrE

Месец

	d	h	m
●	5	19	01
◐	13	22	44
○	20	20	30
◑	27	11	44
P	21	12	
A	8	18	

Старост у данима у 0h св. вр.

1. 24.8
15. 9.2
30. 24.2

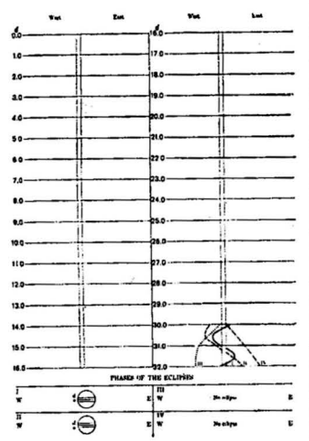
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2443	h m s
1	Су	4964	691	18 34 46
2	Не	4991	692	18 38 43
3	По	5018	693	18 42 39
4	Ут	5046	694	18 46 36
5	Ср	5073	695	18 50 33
6	Че	5101	696	18 54 29
7	Пе	5128	697	18 58 26
8	Су	5155	698	19 02 22
9	Не	5183	699	19 06 19
10	По	5210	700	19 10 15
11	Ут	5237	701	19 14 12
12	Ср	5265	702	19 18 08
13	Че	5292	703	19 22 05
14	Пе	5320	704	19 26 02
15	Су	5347	705	19 29 58
16	Не	5374	706	19 33 55
17	По	5402	707	19 37 51
18	Ут	5429	708	19 41 48
19	Ср	5457	709	19 45 44
20	Че	5484	710	19 49 41
21	Пе	5511	711	19 53 37
22	Су	5539	712	19 57 34
23	Не	5566	713	20 01 31
24	По	5593	714	20 05 27
25	Ут	5621	715	20 09 24
26	Ср	5648	716	20 13 20
27	Че	5676	717	20 17 17
28	Пе	5703	718	20 21 13
29	Су	5730	719	20 25 10
30	Не	5758	720	20 29 06
31	По	5785	721	20 33 03

Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
Меркур									
1	7 56	+22 39	172.5	+5.8	1.179	0.378	13 01	2.8	—0.4
11	9 01	17 56	209.2	+2.3	1.027	0.430	13 26	3.2	+0.2
21	9 47	+12 36	239.0	—1.3	0.873	0.461	13 31	3.8	+0.6
Венера									
1	9 21	+17 24	198.5	+2.9	1.143	0.721	14 25	7.4	—3.5
11	10 06	13 21	214.6	2.3	1.070	0.723	14 30	7.9	3.6
21	10 48	+08 47	230.6	+1.5	0.994	0.724	14 33	8.5	—3.6
Марс									
1	10 46	+08 55	192.4	+1.1	1.869	1.633	15 48	2.5	1.6
11	11 07	6 34	196.9	1.0	1.938	1.624	15 30	2.4	1.7
21	11 29	+04 07	201.5	+0.9	2.001	1.615	15 12	2.3	1.7
Јупитер									
1	7 08	+22 39	107.0	+0.1	6.211	5.203	12 10	14.8	—1.4
11	7 18	22 23	107.9	0.2	6.223	5.207	11 40	14.8	1.4
21	7 27	+22 05	108.7	+0.2	6.216	5.210	11 10	14.8	—1.4
Сатурн									
1	10 00	+13 48	151.9	+1.5	9.904	9.260	15 01	7.5	+0.9
11	10 04	13 26	151.2	1.5	10.020	9.263	14 25	7.4	0.9
21	10 08	+13 03	152.6	+1.6	10.117	9.266	13 50	7.4	+0.9
Уран									
1	14 41	—15 13	225.1	+0.4	18.053	18.636	19 41	1.9	
11	14 40	15 11	225.2	+0.4	18.201	18.637	19 01	1.9	
21	14 40	—15 11	225.3	+0.4	18.360	18.639	18 21	1.9	
Нептун									
15	17 00	—21 14	257.1	+1.4	29.458	30.284	21 04	1.2	

Јупитерови сателити



d	h	m	
31	22	18	IShI
	22	40	ITrI

Месец

	d	h	m
●	5	09	50
◐	13	10	49
○	20	03	05
◑	26	22	31
P	19	21	
A	6	00	

Старост у данима у 0h св. вр.

1. 25.2
15. 9.6
30. 24.6

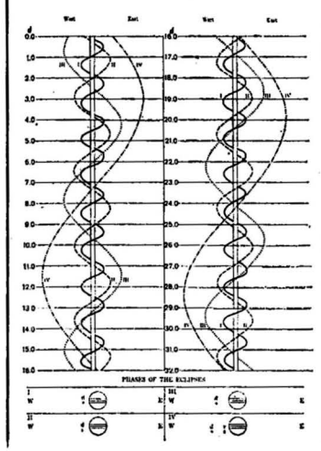
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2443	h m s
1	Ут	5812	722	20 37 00
2	Ср	5840	723	20 40 56
3	Че	5867	724	20 44 53
4	Пе	5895	725	20 48 49
5	Су	5922	726	20 52 46
6	Не	5949	727	20 56 42
7	По	5977	728	21 00 39
8	Ут	6004	729	21 04 35
9	Ср	6031	730	21 08 32
10	Че	6059	731	21 12 29
11	Пе	6086	732	21 16 25
12	Су	6114	733	21 20 22
13	Не	6141	734	21 24 18
14	По	6168	735	21 28 15
15	Ут	6196	736	21 32 11
16	Ср	6223	737	21 36 08
17	Че	6251	738	21 40 04
18	Пе	6278	739	21 44 01
19	Су	6305	740	21 47 58
20	Не	6333	741	21 51 54
21	По	6360	742	21 55 51
22	Ут	6387	743	21 59 47
23	Ср	6415	744	22 03 44
24	Че	6442	745	22 07 40
25	Пе	6470	746	22 11 37
26	Су	6497	747	22 15 33
27	Не	6524	748	22 19 30
28	По	6552	749	22 23 27
29	Ут	6579	750	22 27 23
30	Ср	6606	751	22 31 20
31	Че	6634	752	22 35 16

Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
Меркур									
1	10 13	+ 7 51	269.4	—4.6	0.719	0.464	13 12	4.6	+1.2
11	10 07	6 37	298.7	6.6	0.622	0.438	12 25	5.4	2.0
21	9 39	+ 9 41	333.9	—6.7	0.631	0.389	11 18	5.3	+2.7
Венера									
1	11 32	+ 3 26	248.1	+0.5	0.909	0.726	14 33	9.2	—3.7
11	12 11	— 1 34	264.0	—0.4	0.830	0.727	14 32	10.1	3.8
21	12 47	— 6 31	279.8	—1.3	0.751	0.728	14 29	11.2	—3.9
Марс									
1	11 53	+ 1 20	206.7	+0.7	2.066	1.605	14 53	2.3	+1.7
11	12 16	— 1 15	211.4	0.6	2.119	1.594	14 36	2.2	1.8
21	12 39	— 3 51	216.2	+0.4	2.167	1.583	14 20	2.2	+1.8
Јупитер									
1	7 38	+21 43	109.6	+0.2	6.184	5.214	10 38	14.9	—1.4
11	7 47	21 22	110.4	0.2	6.135	5.218	10 07	15.0	1.4
21	7 56	+20 59	111.3	+0.3	6.066	5.222	9 37	15.2	—1.4
Сатурн									
1	10 13	+12 35	153.0	+1.6	10.200	9.269	13 12	7.3	+0.9
11	10 18	12 09	153.4	1.6	10.252	9.271	12 37	7.3	0.9
21	10 22	+11 42	153.7	+1.6	10.280	9.274	12 03	7.2	+0.9
Уран									
1	14 40	—15 12	225.5	+0.4	18.543	18.641	17 38	1.8	5.8
11	14 41	15 14	225.6	0.4	18.712	18.643	16 59	1.8	5.9
21	14 42	—15 19	225.7	+0.4	18.878	18.944	16 21	1.8	5.9
Нептун									
15	16 58	—21 13	257.3	+1.4	29.862	30.285	19 01	1.2	+7.7

Јупитерови сателити



d	h	м		d	h	m	
1	22	07	IOcR	19	22	03	IITrE
	23	36	IIShI	23	20	26	IIIEcD
3	22	09	IIOcR		21	16	IVShI
5	22	27	IIIShI		22	30	IShI
8	21	23	IEcD		23	12	ITrI
9	20	58	IShE	24	22	38	IOcR
	21	28	ITrE	26	20	36	IIShI
10	21	08	IIEcD		22	05	IITrI
15	20	19	IVOcR		23	20	IIShE
	23	17	IEcD	28	20	03	IIOcR
16	20	36	IShI	31	21	32	IEcD
	21	12	ITrI				
	22	21	IIIOcR				
	22	52	IShE				
	23	29	ITrE				
17	20	38	IOcR				
	23	45	IIEcD				
19	20	45	IIShE				

Месец

	d	h	m
●	4	01	01
◐	11	20	06
○	18	10	14
◑	25	12	18
P	17	06	
A	2	03	
P	29	13	

Старост у данима у 0h св. вр.

1, 26.6
15. 11.0
30. 26.1

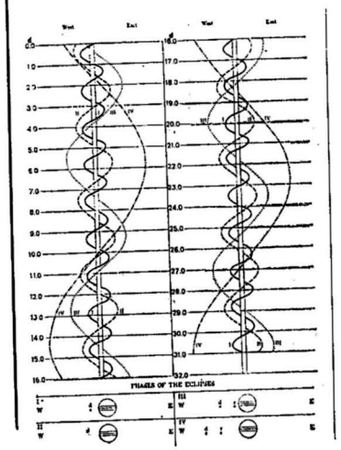
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2443	h m s
1	Пе	6661	753	22 39 13
2	Су	6689	754	22 43 09
3	Не	6716	755	22 47 06
4	По	6743	756	22 51 02
5	Ут	6771	757	22 54 59
6	Ср	6798	758	22 58 56
7	Че	6825	759	23 02 52
8	Пе	6853	760	23 06 49
9	Су	6880	761	23 10 45
10	Не	6908	762	23 14 42
11	По	6935	763	23 18 38
12	Ут	6962	764	23 22 35
13	Ср	6990	765	23 26 31
14	Че	7017	766	23 30 28
15	Пе	7045	767	23 34 25
16	Су	7072	768	23 38 21
17	Не	7099	769	23 42 18
18	По	7127	770	23 46 14
19	Ут	7154	771	23 50 11
20	Ср	7181	772	23 54 07
21	Че	7209	773	23 58 04
22	Пе	7236	774	0 02 00
23	Су	7264	775	0 05 57
24	Не	7291	776	0 09 54
25	По	7318	777	0 13 50
26	Ут	7346	778	0 17 47
27	Ср	7373	779	0 21 43
28	Че	7400	780	0 25 40
29	Пе	7428	781	0 29 36
30	Су	7455	782	0 33 33

Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
Меркур									
1	9 33	+13 27	25.8	—2.7	0.825	0.329	10 31	4.0	+0.6
11	10 17	11 59	86.5	+4.4	1.096	0.308	10 37	3.0	—0.8
21	11 24	+05 51	144.7	+7.0	1.304	0.344	11 06	2.6	—1.2
Венера									
1	13 26	—11 40	297.2	—2.2	0.664	0.728	14 25	12.7	—4.0
11	13 59	15 56	313.0	2.8	0.585	0.728	14 18	14.4	4.1
21	14 29	—19 37	328.9	—3.2	0.509	0.728	14 09	16.5	—4.2
Марс									
1	13 05	— 6 43	221.6	+0.3	2.215	1.570	14 03	2.1	+1.8
11	13 29	9 17	226.5	+0.1	2.253	1.558	13 48	2.1	1.8
21	13 54	—11 47	231.5	—0.1	2.286	1.546	13 34	2.0	+1.7
Јупитер									
1	8 05	+20 34	112.2	+0.3	5.970	5.225	9 03	15.4	—1.5
11	8 13	20 10	113.0	0.3	5.866	5.229	8 32	15.7	1.5
21	8 21	+19 48	113.8	+0.3	5.746	5.233	8 00	16.0	—1.5
Сатурн									
1	10 28	+11 13	154.1	+1.6	10.284	9.277	11 25	7.2	+0.9
11	10 33	10 46	154.5	1.6	10.261	9.280	10 50	7.3	1.0
21	10 37	+10 19	154.8	+1.6	10.215	9.283	10 16	7.3	+1.0
Уран									
1	14 43	—14 25	225.9	+0.4	19.052	18.645	15 39	1.8	+5.9
11	14 44	14 32	226.0	0.4	19.198	18.647	15 01	1.8	5.9
21	14 46	—14 40	226.1	+0.4	19.329	18.648	14 24	1.8	+5.9
Нептун									
15	16 58	—21 15	257.5	+1.4	30.375	30.284	16 59	1.2	+7.8

Јупитерови сателити



d	h	m		d	h	m	
1	21	09	IShE	17	22	20	IIIShI
	21	59	ITrE		22	52	IVEcD
2	23	10	IIShI	18	23	26	IIEcD
3	21	18	IIITrE	20	20	22	IIShE
4	22	50	IIOcR		22	30	IITrE
7	23	26	IEcD	21	20	10	IIIOcR
8	20	47	IShI	23	21	41	IEcD
	21	42	ITrI	24	20	08	ITrI
	23	03	IShE		21	19	IShE
	23	58	ITrE		22	24	ITrE
9	21	07	IOcR	26	23	50	IVTrE
	23	52	IVTrI	27	22	25	IITrI
10	21	47	IIIShE		22	57	IIShE
	22	10	IIITrI	28	20	53	IIIOcD
11	20	51	IIEcD	29	20	26	IIOcR
15	22	41	IShI	30	23	35	IEcD
	23	40	ITrI				
16	23	06	IOcR				
17	20	26	ITrE				

Месец

	d	h	m
●	2	16	09
◐	10	03	20
○	16	19	01
◑	24	05	18
P	14	10	
A	26	06	

Старост у данима у 0h св. вр.

1. 28.0
15. 12.3
30. 27.3

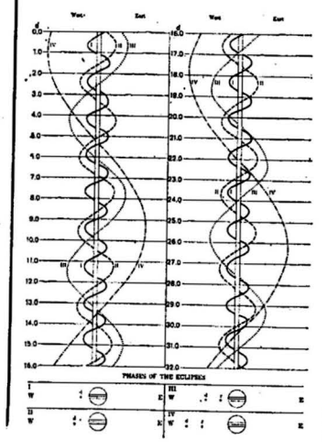
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2443	h m s
1	Не	7483	783	0 37 29
2	По	7510	784	0 41 26
3	Ут	7537	785	0 45 23
4	Ср	7565	786	0 49 19
5	Че	7592	787	0 53 16
6	Пе	7619	788	0 57 12
7	Су	7647	789	1 01 09
8	Не	7674	790	1 05 05
9	По	7702	791	1 09 02
10	Ут	7729	792	1 12 58
11	Ср	7756	793	1 16 55
12	Че	7784	794	1 20 52
13	Пе	7811	795	1 24 48
14	Су	7839	796	1 28 45
15	Не	7866	797	1 32 41
16	По	7893	798	1 36 38
17	Ут	7921	799	1 40 34
18	Ср	7948	800	1 44 31
19	Че	7975	801	1 48 27
20	Пе	8003	802	1 52 24
21	Су	8030	803	1 56 21
22	Не	8058	804	2 00 17
23	По	8085	805	2 04 14
24	Ут	8112	806	2 08 10
25	Ср	8140	807	2 12 07
26	Че	8167	808	2 16 03
27	Пе	8194	800	2 20 00
28	Су	8222	819	2 23 56
29	Не	8249	811	2 27 53
30	По	8277	812	2 31 50
31	Ут	8304	813	2 35 46

Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
Меркур									
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
1	12 30	— 1 54	188.5	+4.5	1.401	0.400	11 32	2.4	—1.2
11	13 32	9 22	221.7	+0.8	1.416	0.445	11 54	2.4	0.8
21	14 31	—15 51	250.2	—2.9	1.374	0.466	12 14	2.4	—0.4
Венера									
1	14 54	—22 33	344.7	—3.4	0.437	0.727	13 54	19.3	—4.3
11	15 10	24 27	0.6	3.3	0.371	0.727	13 30	22.7	4.3
21	15 13	—24 57	16.5	—2.9	0.316	0.725	12 53	26.6	—4.1
Марс									
1	14 28	—14 10	236.7	—0.2	2.315	1.533	13 20	2.0	+1.7
11	14 41	16 25	241.9	0.4	2.339	1.520	13 08	2.0	1.7
21	15 16	—18 28	247.1	—0.6	2.358	1.507	12 57	2.0	+1.7
Јупитер									
1	8 27	+19 27	114.6	+0.3	5.614	5.236	7 27	16.4	—1.6
11	8 33	19 08	115.5	0.3	5.471	5.240	6 53	16.8	1.6
21	8 38	+18 51	116.3	+0.4	5.320	5.243	6 19	17.3	—1.7
Сатурн									
1	10 42	+ 9 54	155.2	+1.7	10.146	9.285	9 41	7.4	+1.1
11	10 46	9 30	155.6	1.7	10.055	9.288	9 06	7.4	1.1
21	10 50	+ 9 07	155.9	+1.7	9.943	9.291	8 30	7.5	+1.1
Уран									
1	14 48	—15 50	226.2	+0.4	19.441	18.649	13 46	1.8	+5.9
11	14 50	15 59	226.4	0.4	19.531	18.652	13 09	1.8	6.0
21	14 53	—16 10	226.5	+0.4	19.596	18.654	12 32	1.8	+6.0
Нептун									
15	17 00	—21 19	257.7	+1.4	30.846	30.283	15 03	1.2	+7.8

Јупитерови сателити



d	h	m		d	h	m	
1	20	56	IShI	17	20	26	ITrI
	22	05	ITrI		21	27	IShE
	23	12	IShE		22	42	ITrE
2	21	30	IOcR	18	19	52	IOcR
4	20	54	IVEcR	20	23	03	IIEcD
	22	46	IIShI	21	22	53	IVOcD
5	20	17	IIIEcD	22	20	00	IIShE
	23	45	IIIEcR		22	35	IITrE
6	23	07	IIOcR	23	21	39	IIIShE
8	22	50	IShI		23	18	IIITrI
9	19	56	IEcD	24	21	05	IShI
	23	27	IOcR		22	21	ITrI
10	19	34	IShE		23	21	IShE
	20	46	ITrE	25	21	46	IOcR
13	20	29	IIEcD	29	21	08	IVShI
15	19	56	IITrE		22	22	IITrI
16	19	15	IIITrI		22	32	IIShE
	21	50	IEcD	30	22	10	IIIShI
	22	46	IIITrE	31	20	16	IIOcR
17	19	12	IShI		22	59	IShI

Месец

	d	h	m
●	2	06	41
◐	9	09	38
○	16	09	09
◑	24	00	34
●	31	20	06
P	11	16	
A	24	01	

Старост у данима у 0^h св. вр,

1. 28.3
15. 12.7
30. 27.7

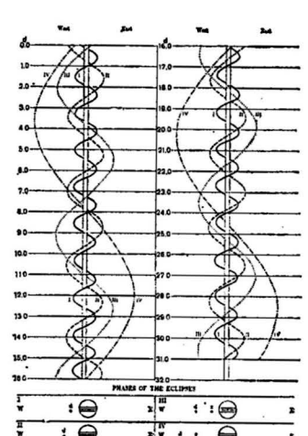
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2443	h m s
1	Ср	8331	814	2 39 43
2	Че	8359	815	2 43 39
3	Пе	8386	816	2 47 36
4	Су	8413	817	2 51 32
5	Не	8441	818	2 55 29
6	По	8468	819	2 59 25
7	Ут	8490	820	3 04 22
8	Ср	8523	821	3 07 19
9	Че	8550	822	3 11 15
10	Пе	8578	823	3 15 12
11	Су	8605	824	3 19 08
12	Не	8632	825	3 23 05
13	По	8660	826	3 27 01
14	Ут	8687	827	3 30 58
15	Ср	8715	828	3 34 54
16	Че	8742	829	3 38 51
17	Пе	8769	830	3 42 48
18	Су	8797	831	3 46 44
19	Не	8824	832	3 50 41
20	По	8852	833	3 54 37
21	Ут	8879	834	3 58 34
22	Ср	8906	835	4 02 30
23	Че	8934	836	4 00 27
24	Пе	8961	837	4 10 23
25	Су	8988	838	4 14 20
26	Не	9016	839	4 18 17
27	По	9043	840	4 22 13
28	Ут	9071	841	4 26 10
29	Ср	9098	842	4 30 06
30	Че	9125	843	4 34 03

Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
Меркур									
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
1	15 36	—21 23	280.8	—5.6	1.269	0.457	12 35	2.6	—0.2
11	16 32	24 33	311.9	7.0	1.117	0.421	12 52	3.0	0.1
21	17 15	—25 25	351.0	—5.9	0.913	0.366	12 54	3.7	+0.1
Венера									
1	14 59	—23 14	34.1	—2.3	0.278	0.724	11 55	30.3	—3.5
11	14 38	19 40	50.1	1.5	0.270	0.723	10 54	31.2	3.2
21	14 23	—15 46	66.1	—0.6	0.291	0.721	10 00	29.0	—3.9
Марс									
1	15 48	—20 27	253.1	—0.7	2.375	1.492	12 45	2.0	+1.7
11	16 18	21 56	258.4	0.9	2.387	1.479	12 36	2.0	1.6
21	16 49	—23 06	264.1	—1.1	2.395	1.467	12 28	2.0	+1.6
Јупитер									
1	8 42	+18 37	117.2	+0.4	5.150	5.247	5 40	17.8	—1.8
11	8 45	18 29	118.0	0.4	4.995	5.251	5 03	18.4	1.8
21	8 46	+18 26	118.8	+0.4	4.844	5.254	4 25	19.0	—1.9
Сатурн									
1	10 54	+ 8 46	156.3	+1.7	9.800	9.294	7 51	7.6	+1.1
11	10 57	8 29	156.6	1.7	9.655	9.297	7 15	7.7	1.1
21	11 00	+ 8 16	157.0	+1.7	9.499	9.300	6 38	7.8	+1.1
Уран									
1	14 55	—16 22	226.6	+0.4	19.638	18.655	11 52	1.8	+6.0
11	14 58	16 32	226.7	0.4	19.647	18.615	11 15	1.7	6.0
21	15 00	—16 43	226.9	+0.4	19.628	18.638	10 38	1.8	+6.0
Нептун									
15	17 04	—21 26	257.9	+1.4	31.178	30.283	13 05	1.2	+7.8

Јупитерови сателити



d	h	m		d	h	m	
1	20	05	IEcD	16	22	26	ITrI
	23	40	IOcR		23	29	IShE
2	19	42	IShE	17	20	06	IIIEcD
	20	58	ITrE		21	53	IOcR
3	20	54	IIIOcR		23	37	IIIEcR
5	22	23	IIShI	18	19	09	ITrE
7	21	28	IVOcR	21	22	37	IIEcD
	22	49	IIOcR	23	19	13	IITrI
8	21	59	IEcD		19	41	IIShE
9	19	20	IShI		22	05	IITrE
	20	34	ITrI		22	50	IVEcD
	21	35	IShE		23	07	IShI
	22	50	ITrE	24	20	14	IEcD
10	19	38	IIIEcR		23	43	IOcR
	20	01	IOcR	25	19	50	IShE
	21	12	IIIOcD		20	58	ITrE
14	20	03	IIEcD	28	22	07	IIITrE
15	19	22	IVShE	30	19	27	IIShI
	23	52	IEcD		21	40	IITrI
16	19	35	IITrE		22	17	IIShE
	21	13	IShI				

Месец

	d	h	m
●	30	08	19
◐	7	16	18
○	14	20	00
◑	22	21	24
P	5	12	
A	20	22	

Старост у данима у 0^h св. вр.

1. 0.2
15. 14.2
30. 29.2

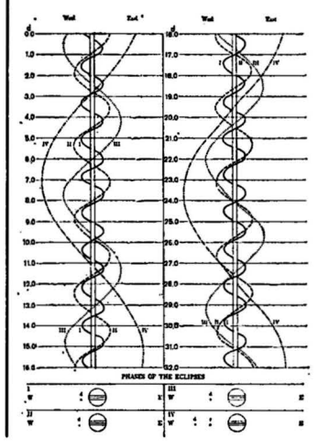
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2443	h m s
1	Пе	9153	844	4 37 59
2	Су	9180	845	4 41 56
3	Не	9207	846	4 45 52
4	По	9235	847	4 49 49
5	Ут	9262	848	4 53 46
6	Ср	9290	859	4 57 42
7	Че	9317	850	5 01 39
8	Пе	9344	851	5 05 35
9	Су	9372	852	5 09 32
10	Не	9399	853	5 13 28
11	По	9426	854	5 17 25
12	Ут	9454	855	5 21 21
13	Ср	9481	856	5 25 18
14	Че	9509	857	5 29 15
15	Пе	9536	858	5 33 11
16	Су	9563	869	5 37 08
17	Не	9591	860	5 41 04
18	По	9618	861	5 45 01
19	Ут	9646	862	5 48 57
20	Ср	9673	863	5 52 54
21	Че	9700	864	5 56 50
22	Пе	9728	865	6 00 47
23	Су	9755	866	6 04 44
24	Не	9782	867	6 08 40
25	По	9810	868	6 12 37
26	Ут	9837	879	6 16 33
27	Ср	9865	870	6 20 30
28	Че	9892	871	6 24 26
29	Пе	9919	872	6 28 23
30	Су	9947	873	6 32 19
31	Не	9974	874	6 36 16

Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
Меркур									
1	17 14	—23 17	43.2	—0.6	0.713	0.317	12 09	4.7	+1.6
11	16 24	—19 00	105.4	+5.9	0.721	0.314	10 41	4.6	1.5
21	16 24	—19 03	159.5	+6.5	0.930	0.361	10 05	3.6	+0.0
Венера									
1	14 21	—13 18	82.3	+0.3	0.335	0.720	9 20	25.1	—4.2
11	14 34	12 41	90.4	+1.3	0.394	0.790	8 54	21.4	4.4
21	14 58	—13 28	114.6	+2.1	0.462	0.719	8 38	18.2	—4.3
Марс									
1	17 21	—23 52	269.8	—1.2	2.400	1.455	12 21	2.0	+1.5
11	17 54	24 14	275.6	1.3	2.402	1.443	12 14	2.0	1.5
21	18 28	—24 10	281.5	—1.5	2.401	1.432	12 08	2.0	+1.5
Јупитер									
1	8 46	+18 28	119.6	+0.4	4.703	5.258	3 46	19.5	—2.0
11	8 45	18 35	120.4	0.4	4.575	5.261	3 05	20.1	2.0
21	8 42	+18 48	121.2	+0.5	4.466	5.265	2 23	20.6	—2.1
Сатурн									
1	11 02	+ 8 06	157.4	+1.7	9.336	9.303	6 01	8.0	+1.1
11	11 03	8 01	158.7	1.7	9.171	9.305	5 23	8.1	1.0
21	11 04	+ 7 59	158.1	+1.7	9.008	9.308	4 44	8.3	+1.0
Уран									
1	15 03	—16 53	227.0	+0.3	19.581	18.660	10 01	1.8	+6.0
11	15 05	17 03	227.1	0.3	19.508	18.662	9 24	1.8	6.0
21	15 07	—17 12	227.3	+0.3	19.411	18.664	8 47	1.8	+5.9
Нептун									
15	17 09	—21 32	258.1	+1.4	31.264	30.283	11 12	1.2	+7.8

Јупитерови сателити



d	h	m		d	h	m	
1	22	08	IEcD	16	23	14	IShI
2	19	01	IVTrI	17	20	24	IEcD
	19	24	IIOcR		23	34	IOcR
	19	28	IShI	18	19	58	IShE
	20	32	ITrI		20	48	ITrE
	21	43	IShE	23	22	08	IIEcD
	22	47	ITrE		22	33	IIIOcR
	23	39	IVTrE	24	22	18	IEcD
3	19	59	IOcR	25	19	36	IShI
5	21	30	IIIShE		20	17	ITrI
	22	10	IIITrI		20	51	IITrE
7	22	02	IIShI		21	52	IShe
9	21	21	IShI		22	33	ITrE
	21	46	IIOcR	26	19	46	IOcR
	22	19	ITrI	27	21	45	IVOcR
	23	37	IShE	30	19	56	IIIEcD
10	21	14	IVEcR				
	21	47	IOcR				
11	19	02	ITrE				
12	21	57	IIIShI				

Месец

	d	h	m
●	29	19	36
◐	7	00	34
○	14	12	31
◑	22	17	41
P	2	16	
A	18	16	
P	30	22	

Старост у данима у 0^h св. вр.

1.	0.7
15.	14.7
30.	0.2

Датум		T	Београд		Физичке координате Сунца					
			излаз	залаз	α	δ	P	B_0	L_0	ρ	Δ
		h m s	h m	h m	h m	° ′	°	°	°	″ ′	A.J.
Јан.	0	12 03 02	7 16	16 06	18 40	—23 07	+ 2.7	—2.9	233.5	16 17	0.983
	8	12 06 14	7 15	16 14	19 15	22 18	— 1.2	3.8	128.1	16 17	0.983
	16	12 09 45	7 12	16 24	19 50	21 02	5.0	4.7	22.8	16 16	0.984
	24	12 12 05	7 06	16 35	20 24	19 20	8.7	5.4	277.4	16 16	0.984
Феб.	1	12 13 36	6 58	16 46	20 57	17 16	12.1	6.0	172.1	16 15	0.985
	9	12 14 15	6 48	16 57	21 29	14 51	15.2	6.5	66.8	16 14	0.987
	17	12 14 04	6 36	17 09	22 01	12 11	18.0	6.9	321.4	16 13	0.988
	25	12 13 08	6 23	17 20	22 31	9 18	20.4	7.2	216.1	16 11	0.990
Март	5	12 11 35	6 09	17 30	23 01	6 16	22.4	7.2	110.7	16 09	0.992
	13	12 09 35	5 55	17 41	23 31	— 3 09	24.1	7.2	5.3	16 07	0.994
	21	12 07 17	5 40	17 51	0 00	0 00	25.3	7.0	259.8	16 05	0.996
	29	12 04 33	5 26	18 01	0 29	+ 3 09	26.0	6.7	154.3	16 03	0.998
Апр.	6	12 02 29	5 10	18 11	0 58	6 14	26.3	6.2	48.8	16 00	1.001
	14	12 00 20	4 56	18 21	1 28	9 12	26.2	5.7	303.2	15 58	1.003
	22	11 58 32	4 42	18 31	1 57	12 00	25.5	5.0	197.6	15 56	1.005
	30	11 57 12	4 30	18 41	2 28	14 35	24.4	4.3	92.0	15 54	1.007
Мај	8	11 56 26	4 18	18 51	2 58	16 56	22.8	3.4	346.1	15 52	1.009
	16	11 56 17	4 08	19 00	3 30	18 58	20.8	2.6	240.3	15 51	1.011
	24	11 56 42	4 01	19 09	4 02	20 39	18.4	1.6	134.5	15 49	1.013
Јун	1	11 57 41	3 55	19 16	4 34	21 58	15.6	—0.7	28.6	15 48	1.014
	9	11 59 05	3 52	19 22	5 07	22 52	12.5	+0.3	282.8	15 47	1.015
	17	12 00 45	3 51	19 26	5 40	23 22	9.1	1.3	176.9	15 46	1.016
	25	12 02 28	3 53	19 28	6 13	23 24	5.6	2.2	71.0	15 46	1.016
Јул	3	12 04 05	3 57	19 27	6 47	23 00	— 2.0	3.0	325.1	15 45	1.017
	11	12 05 23	4 02	19 24	7 20	22 11	+ 1.7	3.9	219.2	15 45	1.017
	19	12 06 12	4 09	19 19	7 52	20 57	5.2	4.7	113.3	15 46	1.016
	27	12 06 27	4 18	19 10	8 24	19 21	8.6	5.4	7.5	15 46	1.015
Авг.	4	12 06 04	4 26	19 01	8 55	17 24	11.9	6.0	261.7	15 47	1.015
	12	12 05 02	4 36	18 50	9 25	15 09	14.8	6.5	155.9	15 49	1.013
	20	12 03 25	4 45	18 37	9 55	12 38	17.6	6.9	50.2	15 50	1.012
	28	12 01 17	4 55	18 23	10 25	9 55	19.9	7.1	304.5	15 52	1.010
Септ.	5	11 58 47	5 04	18 09	10 54	7 02	22.0	7.2	198.8	15 53	1.008
	13	11 56 01	5 14	17 53	11 23	4 01	23.7	7.2	93.2	15 55	1.006
	21	11 53 10	5 23	17 38	11 51	+ 0 56	25.0	7.1	347.5	15 57	1.004
	29	11 50 25	5 33	17 23	12 20	— 2 11	25.8	6.8	242.0	15 59	1.002
Окт.	7	11 47 56	5 43	17 08	12 49	5 17	26.3	6.4	136.4	16 02	1.000
	15	11 45 52	5 53	16 54	13 19	8 18	26.3	5.9	30.8	16 04	0.997
	23	11 44 24	6 03	16 41	13 49	11 12	25.8	5.2	285.3	16 06	0.995
	31	11 43 40	6 14	16 28	14 19	13 55	24.8	4.5	179.8	16 08	0.993
Нов.	8	11 43 46	6 25	16 18	14 51	16 24	23.2	3.6	74.4	16 10	0.991
	16	11 44 45	6 36	16 09	15 24	18 35	21.2	2.7	328.9	16 12	0.989
	24	11 46 38	6 46	16 03	15 57	20 26	18.8	1.8	223.4	16 14	0.987
Дец.	2	11 49 21	6 56	15 58	16 31	21 52	15.9	+0.8	118.0	16 15	0.986
	10	11 52 42	7 04	15 57	17 06	22 51	12.6	—0.3	12.6	16 16	0.985
	18	11 56 30	7 11	15 58	17 41	23 22	9.0	1.3	267.2	16 17	0.984
	26	12 00 28	7 15	16 02	18 17	—23 23	+ 5.2	—2.3	161.8	16 17	0,984

ИЗЛАЗ И ЗАЛАЗ МЕСЕЦА У БЕОГРАДУ 1978

Датум	Јануар		Фебруар		Март		Април		Мај		Јуи		Датум
	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	
	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	23 17	10 44	0 28	10 59	— —	9 42	1 22	11 22	1 30	12 38	1 41	14 54	1
2	— —	11 14	1 35	11 43	0 32	10 30	2 09	12 29	2 04	13 46	2 12	15 56	2
3	0 23	11 46	2 41	12 34	1 35	11 24	2 50	13 38	2 35	14 52	2 44	16 57	3
4	1 31	12 21	3 45	13 32	2 33	12 24	3 28	14 47	3 06	15 57	3 20	17 55	4
5	2 42	13 02	4 43	14 39	3 26	13 31	4 01	15 56	3 37	17 02	3 58	18 50	5
6	3 52	13 51	5 35	15 50	4 12	14 40	4 33	17 03	4 09	18 04	4 40	19 41	6
7	5 00	14 48	6 19	17 02	4 53	15 52	5 04	18 09	4 43	19 05	5 27	20 28	7
8	6 03	15 53	6 59	18 15	5 29	17 03	5 36	19 14	5 20	20 02	6 17	21 09	8
9	7 00	17 04	7 35	19 27	6 03	18 13	6 10	20 16	6 00	21 00	7 10	21 47	9
10	7 48	18 17	8 07	20 35	6 35	19 21	6 46	21 16	6 44	21 46	8 06	22 21	10
11	8 30	19 30	8 40	21 41	7 07	20 27	7 24	22 12	7 33	22 31	9 03	22 52	11
12	9 06	20 41	9 10	22 45	7 40	21 30	8 05	23 04	8 24	23 10	10 02	23 21	12
13	9 38	21 49	9 42	23 46	8 14	22 31	8 51	23 52	9 18	23 46	11 03	23 51	13
14	10 09	22 55	10 16	— —	8 50	23 28	9 41	— —	10 15	— —	12 05	— —	14
15	10 40	23 59	10 53	0 44	9 29	— —	10 34	0 33	11 14	0 19	13 09	0 20	15
16	11 10	— —	11 33	1 40	10 12	0 22	11 29	1 12	12 14	0 50	14 16	0 50	16
17	11 42	0 59	12 18	2 31	10 59	1 12	12 27	1 47	13 17	1 19	15 25	1 24	17
18	12 17	1 58	13 07	3 18	11 50	1 56	13 28	2 19	14 21	1 48	16 35	2 01	18
19	12 54	2 54	13 59	4 02	12 44	2 37	14 30	2 50	15 28	2 20	17 45	2 46	19
20	13 36	3 48	14 55	4 42	13 42	3 15	15 34	3 20	16 40	2 52	18 52	3 39	20
21	14 22	4 38	15 54	5 18	14 42	3 49	16 41	3 50	17 49	3 29	19 51	4 39	21
22	15 13	5 23	16 55	5 50	15 44	4 21	17 50	4 22	18 59	4 11	20 44	5 48	22
23	16 08	6 05	17 58	6 21	16 48	4 51	19 01	4 57	20 08	5 00	21 29	7 00	23
24	17 04	6 43	19 01	6 51	17 53	5 21	20 11	5 37	21 09	5 56	22 08	8 12	24
25	18 03	7 18	20 06	7 21	19 00	5 52	21 19	6 22	22 04	7 00	22 43	9 24	25
26	19 04	7 49	21 12	7 53	20 08	6 26	22 22	7 13	22 51	8 09	23 14	10 34	26
27	20 07	8 14	22 19	8 26	21 17	7 01	23 18	8 10	23 32	9 18	23 45	11 41	27
28	21 10	8 48	23 26	9 02	22 24	7 42	23 20	9 14	— —	10 28	— —	12 46	28
29	22 13	9 18			23 29	8 28	— —	10 21	0 08	11 37	0 16	13 49	29
30	23 20	9 49			— —	9 20	0 51	11 30	0 40	12 44	0 48	14 50	30
31	— —	10 22			0 29	10 18			1 10	13 50			31

Датум	Јул		Август		Септембар		Октобар		Новембар		Децембар		Датум
	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залас	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	
	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	1 22	15 49	2 09	17 08	3 41	17 32	4 32	17 02	6 37	17 12	7 40	17 28	1
2	1 58	16 45	3 00	17 48	4 40	18 02	5 34	17 32	7 45	17 55	8 41	18 30	2
3	2 39	17 38	3 54	18 26	5 41	18 30	6 39	18 03	8 51	18 45	9 36	19 38	3
4	3 24	18 26	4 50	18 59	6 42	19 00	7 44	18 38	9 53	19 41	10 24	20 48	4
5	4 13	19 09	5 48	19 29	7 44	19 30	8 50	19 15	10 49	20 43	11 06	21 59	5
6	5 05	19 48	6 48	19 58	8 48	20 02	9 56	20 00	11 40	21 50	11 42	23 09	6
7	6 00	20 24	7 48	20 26	9 53	20 36	10 59	20 51	12 24	22 59	12 15	— —	7
8	6 56	20 56	8 49	20 56	10 58	21 16	11 58	21 47	13 03	— —	12 46	0 17	8
9	7 55	21 25	9 51	21 26	12 02	22 02	12 53	22 51	13 38	0 07	13 18	1 25	9
10	8 54	21 54	10 55	21 58	13 05	22 55	13 40	23 58	14 10	1 17	13 49	2 31	10
11	9 55	22 22	12 00	22 34	14 03	23 53	14 22	— —	14 42	2 26	14 23	3 36	11
12	10 56	22 52	13 07	23 17	14 57	— —	15 01	1 08	15 14	3 34	14 59	4 38	12
13	12 00	23 23	14 12	— —	15 44	1 01	15 36	2 19	15 48	4 41	15 39	5 38	13
14	13 06	23 56	15 15	0 06	16 26	2 12	16 09	3 30	16 23	5 46	16 24	6 34	14
15	14 14	— —	16 13	1 04	17 04	3 25	16 42	4 40	17 01	6 49	17 12	7 27	15
16	15 23	0 37	17 07	2 10	17 39	4 38	17 16	5 49	17 44	7 48	18 04	8 13	16
17	16 30	1 24	17 52	3 21	18 12	5 51	17 50	6 57	18 30	8 43	18 58	8 54	17
18	17 33	2 20	18 34	4 35	18 46	7 01	18 27	8 01	19 20	9 33	19 54	9 32	18
19	18 30	3 23	19 10	5 50	19 20	8 10	19 08	9 02	20 13	10 17	20 51	10 05	19
20	19 19	4 34	19 44	7 03	19 56	9 15	19 52	9 59	21 08	10 56	21 49	10 35	20
21	20 02	5 47	20 17	8 14	20 33	10 18	20 39	10 52	22 04	11 31	22 48	11 03	21
22	20 41	7 02	20 50	9 23	21 15	11 16	21 30	11 38	23 02	12 03	23 47	11 32	22
23	21 15	8 15	21 24	10 29	22 00	12 11	22 24	12 20	23 59	12 32	— —	12 00	23
24	21 47	9 26	22 00	11 31	22 48	12 59	23 19	12 58	— —	13 01	0 50	12 29	24
25	22 18	10 34	22 38	12 31	23 40	13 43	— —	13 32	1 02	13 30	1 55	13 01	25
26	22 51	11 40	23 20	13 26	— —	14 23	0 16	14 02	2 04	13 59	3 01	13 37	26
27	23 24	12 42	— —	14 18	0 34	14 59	1 16	14 32	3 09	14 31	4 09	14 20	27
28	24 00	13 42	0 05	15 05	1 31	15 32	2 15	15 02	4 16	15 06	5 17	15 11	28
29	— —	14 39	0 55	15 47	2 30	16 03	3 19	15 31	5 25	15 46	6 22	16 09	29
30	0 39	15 34	1 48	16 26	3 20	16 32	4 23	16 02	6 34	16 34	7 22	17 16	30
31	1 22	16 23	2 43	17 00			5 29	16 34			8 16	18 28	31

ПОЈАВЕ, 1978

	d	h	
Јан.	1	23	Земља у перихелу
	4	22	Уран 3°S од Месеца
	7	02	Нептун 3°S од Месеца
		13	Меркур 3°S од Месеца
	11	09	Меркур у највећој елонгацији 23°W
	19	03	Марс најближе Земљи
		19	Алдебаран 1°S од Месеца
	20	12	Сатурн 1°N од Регулуса
		07	Јупитер 5° N од Месеца
	22	00	Марс у опозицији
		05	Венера у гор. коњукцији
	24	06	Марс 9°N од Месеца
	26	12	Сатурн 5°N од Месеца
Феб.	1	06	Уран 3°S од Месеца
	3	12	Нептун 3°S од Месеца
	16	02	Алдебаран 0°9S од Месеца
		04	Сатурн у опозицији
	17	06	Марс 3°S од Полукса
		11	Јупитер 5°N од Месеца
	19	17	Уран у застоју
		20	Марс 9°N од Месеца
	20	02	Јупитер у застоју
	22	14	Сатурн 5°N од Месеца
	27	03	Меркур у горњој коњукцији
	28	12	Уран 3°S од Месеца
Март	2	20	Нептун 4°S од Месеца
		21	Марс у застоју
	10	01	Венера 2°S од Месеца
	12	22	Меркур 1°3N од Венере
	15	10	Алдебаран 0°8S од Месеца
	16	21	Јупитер 5°N од Месеца
	17	05	Марс 4°S од Полукса
	19	06	Марс 8°N од Месеца
	20	22	Нептун у застоју
	21	00	Еквинокциј
		19	Сатурн 5°N од Месеца
	24	16	Помрачење Месеца
		17	Меркур у нај. елон. 19°E
	27	17	Уран 3°S од Месеца
	28	19	Меркур 4°N од Венере
	30	01	Нептун 4°S од Месеца
Апр.	1	14	Меркур у застоју
	7	15	Помрачење Месеца
	9	03	Венера 3°N од Месеца
	11	17	Меркур у доњој коњукцији
		18	Алдебаран 0°8S од Месеца
	13	11	Јупитер 5°N од Месеца
	16	07	Марс 7°N од Месеца
	18	02	Сатурн 5°N од Месеца
	23	23	Уран 3°S од Месеца
	24	02	Меркур у застоју
	25	19	Сатурн у застоју
	26	07	Нептун 3°S од Месеца
Мај	5	02	Меркур 2°S од Месеца
		06	Уран у опозицији
		21	Венера 6°N од Алдебарана
	9	02	Алдебаран 0°9S од Месеца
		11	Венера 6°N од Месеца
		15	Меркур у најв. елон. 26°W
	11	05	Јупитер 5°N од Месеца
	14	15	Марс 6°N од Месецеца
	15	11	Сатурн 5°N од Месца
	21	07	Уран 3°S од Месеа
	23	15	Нептун 3°S од Месеца
	29	02	Венера 1°.6N од Јупитера
Јун	5	00	Марс 0°.1S од Сатурна
	8	00	Јупитер 5°N од Месеца
		02	Нептун у опозицији
		23	Венера 7°N од Месеца
	11	00	Венера 5°N од Полукса
		21	Сатурн 5S од Месеца
	12	03	Марс 4°.N од Месеца
		17	Марс 0°.8N од Регулуса
	14	12	Меркур у горњој коњукцији
	17	16	Уран 3°S од Месеца
	20	00	Нептун 3°S од Месеца
	21	18	Солстициј
	24	08	Меркур 1°.8N од Јупитера
	29	10	Меркур 5°S од Полукса
Јул	2	15	Алдебаран 0°.8 од Месеца
	5	00	Земља у афелу
	7	14	Меркур 5°N од Месеца
	9	05	Венера 4°N од Месеца
		08	Сатурн 4°N од Месеца
	10	11	Јупитер у коњукцији са Сунцем

	d	h	
	10	12	Венера 0°.1N од Сатурна
		16	Марс 2°N од Месеца
	11	08	Венера 1°.1 од Регулуса
	15	00	Уран 3°S од Месеца
	17	10	Нептун 3°S од Месеца
	19	06	Сатурн 1°.0N од Регулуса
	21	14	Уран у застоју
	22	00	Меркур у најв. елонг 27°E
	28	02	Меркур 3°S од Регулуса
	29	20	Алдебаран 0°.7 од Месеца
	31	22	Меркур 5°S од Сатурна
Авг.	2	14	Јупитер 5°N од Месеца
	4	03	Меркур у застоју
		05	Меркур 5°S од Сатурна
	5	19	Меркур 2°S од Месеца
		20	Сатурн 4°N од Месеца
	7	14	Јупитер 7°S од Полукса
	8	01	Венера 0°.S од Месеца
		06	Марс 0°.004N од Месеца
	10	22	Меркур 5°S од Регулуса
	11	07	Уран 3°S од Месеца
	13	18	Нептун 4°S од Месеца
	14	15	Венера 1°.2S од Марса
	18	20	Меркур у доњој коњук.
Авг.	26	0	Алдебаран 0°.5S од Месеца
	27	15	Сатурн у коњукцији са Сунцем
		21	Меркур у застоју
	28	05	Нептун у застоју
	29	20	Венера у највећој елонгацији 46°E
	30	08	Јупитер 5°N од Месеца
	31	09	Венера 0°.3S од Спике
Септ.	1	05	Меркур 2°N од Месеца
	4	21	Меркур у највећој елонгацији 18°W
	5	21	Марс 2°S од Месеца
	6	10	Венера 6°S од Месеца
	7	14	Уран 4°S од Месеца
	8	21	Марс 2°N од Спике
	9	08	Меркур 0°.5N од Регулуса
	10	00	Нептун 4°S од Месеца
	13	15	Меркур 0°.1N од Сатурна
	16	19	Помрачење Месеца
	22	11	Алдебаран 0°.4S од Месеца
	23	09	Еквинокциј
	27	02	Јупитер 5°N од Месеца
	28	00	Венера 6°S од Урана
	29	23	Сатурн 3°N од Месеца
	30	15	Меркур у горњој коњук.
Окт.	2	07	Помрачење ~~Месеца~~ Сунца
	3	22	Венера у максимуму сјаја
	4	14	Марс 4°S од Месеца
		22	Уран 4°S од Месеца
	5	04	Венера 10°S од Месеца
	7	06	Нептун 4°S од Месеца
	12	02	Марс 0°.6S од Урана
	18	01	Венера у застоју
	19	20	Алдебаран 0°.5S од Месеца
	20	08	Венера 7°S од Марса
	24	17	Јупитер 4°N од Месеца
		18	Меркур 1°.7S од Урана
	27	04	Меркур 5°N од Венере
		13	Сатурн 3°N од Месеца
Нов.	2	05	Меркур 7°S од Месеца
		09	Марс 5°S од Месеца
	3	14	Нептун 4°S од Месеца
	5	08	Меркур 1°.9S од Марса
	7	21	Венера у доњој коњукцији
	9	12	Уран у коњукцији са Сунцем
	10	06	Меркур 2°N од Антареса
	14	06	Марс 4°N од Антареса
	16	02	Меркур у највејој елонгацији 23°E
		05	Алдебаран 0°.6S од Месеца
	17	23	Меркур 4°S од Нептуна
	21	05	Јупитер 4°N од Месеца
	24	01	Сатурн 3°N од Месеца
	26	00	Меркур у застоју
		03	Јупитер у застоју
		07	Марс 2°S од Нептуна
		16	Венера у застоју
	28	03	Венера 3°S од Месеца
		21	Уран 4°S од Месеца
	29	19	Меркур 0°.1N од Марса
Дец.	5	21	Меркур у доњој коњук.
	10	11	Нептун у коњукцији са Сунцем

d	h	
13	12	Алдебаран 0°.6S од Месеца
14	05	Венера у максимуму сјаја
15	16	Меркур у застоју
18	10	Јупитер 4°N од Месеца
21	11	Сатурн 3°N од Месеца
22	05	Солстиције
	06	Меркур 7°N од Антареса
24	15	Венера 3°N од Урана
21		Меркур у највећој елонг. 22°W
25	21	Сатурн у застоју
26	10	Уран 4°S од Месеца
	13	Венера 0°.8S од Месеца
28	06	Меркур 3°S од Месеца
	13	Нептун 4°S од Месеца
31	19	Меркур 0°.3S од Нептуна

ПОТПУНО ПОМРАЧЕЊЕ МЕСЕЦА 16. IX 1978.

Подаци о помрачењу:

Улаз Месеца у полусенку	$17^h21^m.5$
Почетак делимичног помрачења . . .	$18^h21^m.0$
Почетак потпуног помрачења	$19^h25^m.2$
Тренутак највеће фазе	$20^h05^m.0$
Крај потпуног помрачења	$20^h44^m.7$
Крај делимичног помрачења	$21^h48^m.9$
Излаз Месеца из полусенке	$22^h48^m.4$
Положајни угао првог контакта . . .	89°08′.7
Положајни угао последњег контакта .	235°33′.8

Временски подаци су дати у СЕВ-у.

ОБАВЕШТЕЊЕ

Обавештавамо читаоце да поседујемо:

— Комплете часописа „Васиона“ од 1971. године на даље по цени 3 до 5 дин. по броју, као и поједине бројеве из предходних година, и то: 1, 2/1953, 1/1954, све бројеве из 1959, 4/1961, 2, 4/1964, све бројеве из 1967., 2, 3—4/1968, и 2, 3—4/1970 по цени од 3 дин. Уз часописе се бесплатно добијају књижице: Ели Картана „Улога Француске у развоју математике“ (издање 1941.) и „Астрономске науке“ (издање Катедре за астрономију — 1964.).

— „Сатурн“ 1/1936 по цени од 3 динара.

— Карте северног неба (до деклинације — 30°) ,димензија 60×60 cm по цени од 10 дин.

— Књигу А. С. Едингтона: „Звезде и атоми (издање 1938), која се може набавити за 20 дин.

Наруџбине примамо на адресу:
Астрономско друштво „Руђер Бошковић“ — Београд, Калемегдан.
Уплате се могу вршити на жиро рачун: 60806-678-6639.



Андромедина маглина (M 31, NGC 224) снимљена највећом Шмитовом камером на свету која је монтирана тако да користи двометарски рефлектор опсерваторије „Карл Шварцшилд“. Ближи пратилац је маглина M 32 (NGC 221), даљи NGC 205. Оба пратиоца су класификовани као елиптичне галаксије, E2 и E5, док је M 31 типа Sb. Угаона величина M 31 је 160′ × 40′ а далина 670 kpc. Север је на слици горе а запад лево. Мерења радијалних брзина показују да се североисточни крај Андромедине маглине удаљава док се југозападни крај приближава, пошто се од укупне мерене радијалне брзине одбије брзина кретања средишта Андромедине маглине у односу на нас. Брзина кретања средишта нам даје брзину Андромедине маглине као целине у односу на нас. По изучавању око 15 погодних галаксија, укључујући и M 31, донет је закључак да се галаксије обрћу тако да језгро вуче гране. Галаксије не ротирају гранама напред. Смер у коме се обрћу одговара завртању спирала. Спиралне гране, се међутим, не заврћу јер се спирални распоред креће као круто тело око осе ротације галаксије.

VASIONA



ČASOPIS ZA ASTRONOMIJU I ASTRONAUTIK

ВАСИОНА



ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИК

YU ISSN 0506-4295

НОВИ ЧЛАН СУНЧЕВОГ СИСТЕМА

ДЕСЕТ ГОДИНА ДВОМЕТАРСКОГ ТЕЛЕСКОПА У ОНДЖЕЈОВУ

СТРУКТУРА НАШЕ ГАЛАКСИЈЕ

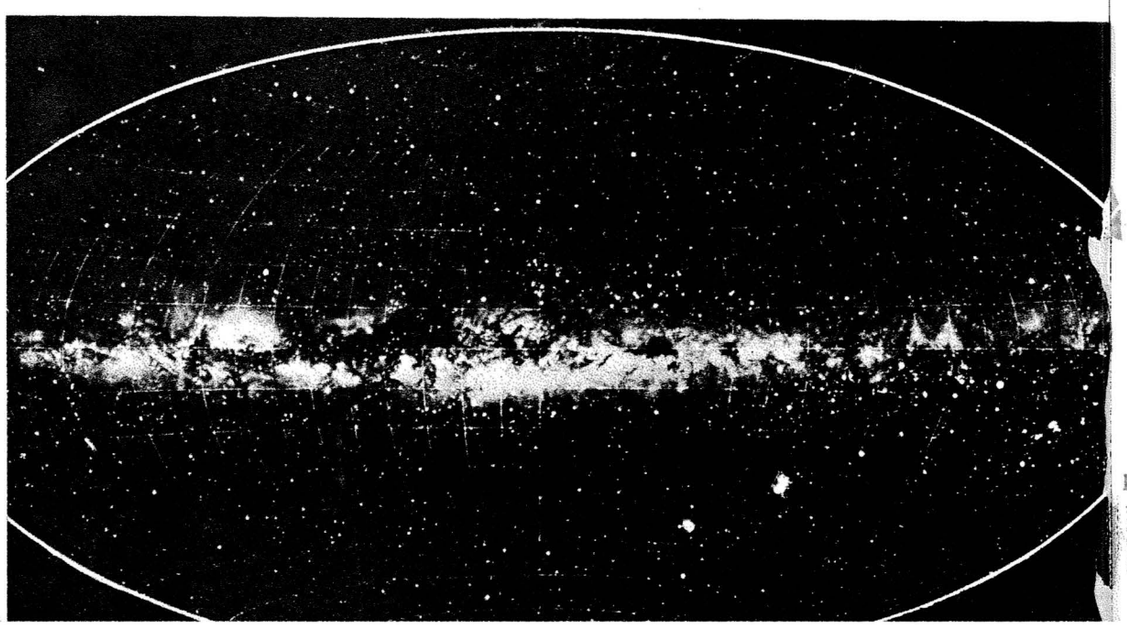
КАКО НАСТАЈЕ ЗРАЧЕЊЕ

IAYC—77

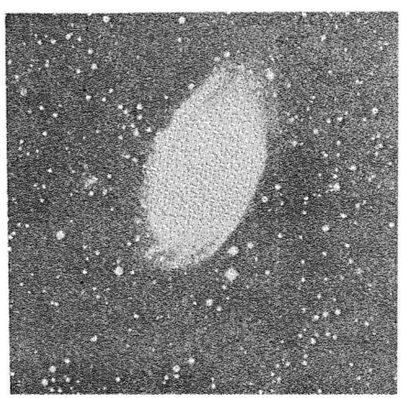
ПИТАЊА ИЗ ТЕСТОВА

1978 - 1

Спирална галаксија — наш Млечни Пут виђен изнутра. Ова карта је начињена од снимака неба сарадника шведске опсерваторије Лунд.



Галаксија M 81 (NGC 3031) се налази у сазвежђу Велики Медвед и класификована је као Sb. Уїловна величина јој је око 16′ x 10′, визуална йривидна величина 6,9 а дальина 3,2 Мрс. Види се скоро ,,с лица''. Слика лево је снимак їалаксије M 81 у оййичком йодручју док је слика десно карта расйоделе водоника у тој истој їалаксији. Неутрални водоник је уйадљиво скойцентрисан у спиралним їранама. Максимум расйоделе неутралної водоника (HI) се налази у областима їде се оййичке спиралне їране не моїу више назреши. У средишшу їалаксије неутралної водоника йрактично нема. Такође на дальини већој од критичне дальине (у овом случају на око 11 Крс) їустина неутралної водоника наїло йада. Овакав расйоред се йоказао као шийичан код свих йосматраних спиралних їалаксија.





VASIONA

REVUE D'ASTRONOMIE ET D'ASTRONAUTIQUE

ANNÉE XXVI 1978 № 1 BEOGRAD

Bulletin de la Société Astronomique „R. Bošković". Adresse: VASIONA, Narodna opservatorija, Kalemegdan, Gornji Grad, Beograd, Yougoslavie

САДРЖАЈ

Мр Ј. Милорадов-Турин: *Нови члан Сунчевог система* 1

Др Јиржи Григар: *Десет година двометарског телескопа опсерваторије Ондржејов* 2

Др Б. Балаж: *Спирална структура наше Галаксије* 4

Јован Загајац: *IAYC–77* 16

Нинослав М. Чабрић: *Како настаје зрачење* 18

А. Томић: *Питања из тестова за основне школе* 23

Новости и белешке 24

МОЛИМО ЧЛАНОВЕ АСТРОНОМСКОГ ДРУШТВА „РУЂЕР БОШКОВИЋ" И ПРЕТПЛАТНИКЕ „ВАСИОНЕ" ДА ОБНОВЕ ПРЕТПЛАТУ ЗА 1978. ГОДИНУ

Издавачки савет

Академик Проф Др ТАТОМИР АНЂЕЛИЋ, НЕНАД ЈАНКОВИЋ, Др АЛЕКСАНДАР КУБИЧЕЛА, Мр ЈЕЛЕНА МИЛОРАДОВ-ТУРИН, Инж АЛЕКСАНДАР ПОПОВИЋ, Мр МАРИЈА ПОТКОЊАК, Др СОФИЈА САЦАКОВ, АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ, НИНОСЛАВ ЧАБРИЋ. Проф Др БРАНИСЛАВ ШЕВАРЛИЋ

Уређивачки одбор

Др РАДОВАН ДАНИЋ, Мр МИЛАН ДИМИТРИЈЕВИЋ, НЕНАД ЈАНКОВИЋ, Др АЛЕКСАНДАР КУБИЧЕЛА, Мр ЈЕЛЕНА МИЛОРАДОВ-ТУРИН, Инж. АЛЕКСАНДАР ПОПОВИЋ, АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ, НИНОСЛАВ ЧАБРИЋ, Проф Др БРАНИСЛАВ ШЕВАРЛИЋ

Главни одговорни уредник

Мр ЈЕЛЕНА МИЛОРАДОВ-ТУРИН

Помоћник уредника АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ

Насловну страну израдио ПЕТАР КУБИЧЕЛА

ВАСИОНА, часопис за астрономију и астронаутику. Издаје Астрономско друштво „Руђер Бошковић", уз учешће Републичке заједнице за научни рад СР Србије. Годишња претплата НД 32, за ученике свих школа ако поруче одједном најмање десет примерака по НД 20, а за иностранство НД 64. Појединн број НД 8. Власник и издавач Астрономско друштво „Руђер Бошковић", Београд. Уредништво и администрација: Београд, Народна опсерваторија, Калемегдан, Горњи Град. Тел. 624-605. Рукописи се не враћају. Претплате слати у корист рачуна број 60806-678-6639

На основу мишљења Републичког секретаријата за културу број 413-665/74-02 од 27. XII 1974. ово издање је ослобођено пореза на промет

Штампа: ШИРО „Србија", Београд, Мије Ковачевић 5

ВАСИОНА

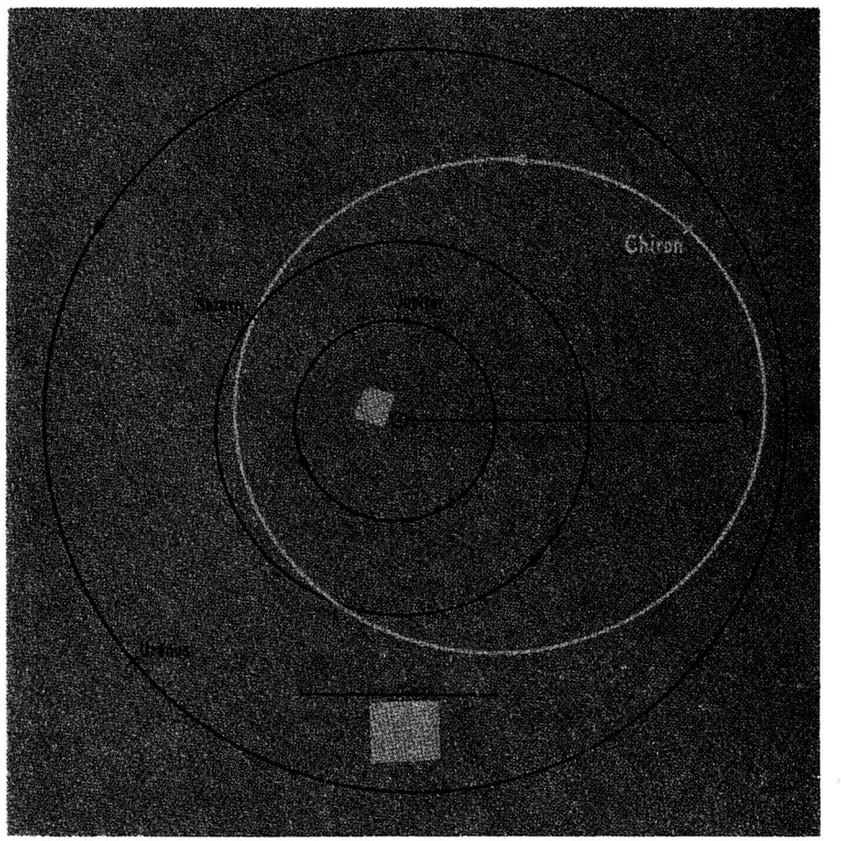
ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИКУ

ГОДИНА XXII 1978 БРОЈ 1 БЕОГРАД

NOVI ČLAN SUNČEVOG SISTEMA

Poznati američki planetarni astronom Čarls Koval (Charles Kowal) je otkrio 1. novembra 1977. godine novog člana Sunčevog sistema kome je dato ime Hiron. Na grčkom Χιρον je bio mitološki kentaur, sin boga Krona (latinski Saturna), koji je Argonautima napravio nebesku sferu sa sazvežđima, kada su plovili za Kolhidu. Za Hirona se još uvek ne zna pouzdano da li je to mala planeta neobične putanje ili kometa. Prividna veličina mu je sada svega oko osamnaeste.

Koval je otkrio Hiron na snimcima koje je načinio na velikom Šmitovom teleskopu od 48 inča Palomarske opservatorije, u okviru programa sistematskog traganja za Trojancima. Kada je analizirao, na blink mikroskopu, ploče snimljene 18. i 19. oktobra 1977, Koval je zapazio trag koji je bio znatno kraći no trag asteroida iz pojasa unutar Jupiterove putanje.



Sl. 1.
Skica putanje Hirona.

Pregledom fotografija koje je načinio pre otkrića Hirona, Koval je uspeo da ga nađe i na snimku načinjenom septembra 1977. Ti podaci, zajedno sa snimcima koji su načinjeni novembra na mnogim drugim opservatorijama, omogućili su preliminarno izračunavanje Hironove putanje.

Veoma bledi lik Hirona je nađen na fotografiji Harvardske opservatorije iz 1895. godine, kada je Hiron bio u perihelu, na snimcima iz 1941. i 1943. načinjenih istim teleskopom koji je u međuvremenu premešten u Južnu Afriku. Hiron je nađen i na snimku načinjenom Šmitovim teleskopom od 48 inča iz 1952, i na 2 snimka Harvardske opservatorije iz 1976.

Na osnovi svih tih posmatranja izračunati su elementi putanje Hirona.

Prema računu Marsdena, čuvenog američkog teorijskog astronoma, uobičajenih 7 parametara putanje su:

T = 1996 Feb. 19,5345 (datum narednog prolaska kroz perihel)
Ω = 339°, 1051 (argument latitude perihela)
ω = 208°, 7141 (longituda uzlaznog čvora) 1950.0
i = 6°, 9229 (nagib putanje prema ekliptici)
e = 0,378623 (ekscentricitet putanje)
a = 13,695195 AJ (velika poluosa u jedinicama daljine)
p = 50,681835 godina

Odatle sledi da se daljina Hirona od Sunca menja u rasponu od 8,5 do 18,9 AJ. U perihelu je on bliži Suncu no Saturn mada nikad nije dalji od Sunca nego Uran. Na slici 1. date su skice putanja Hirona i obližnjih mu planeta sa njihovim latinskim nazivima.

Reference:
IAU Circular No 3151,
Sky and Telescope, 1978, januar i februar.

Mr J. Milogradov-Turin

DESET GODINA DVOMETARSKOG TELESKOPA OPSERVATORIJE ONDŽEJOV (ONDŘEJOV)

U avgustu 1967. godine, povodom XIII kongresa Međunarodne astronomske unije u Pragu, svečano je pušten u rad dvometarski teleskop na opservatoriji Ondžejov (Ondřejov) Astronomskog instituta ČSAN u Ondžejovu (Ondřejovu). U doba izgradnje spadao je među deset najvećih teleskopa na svetu. Danas, posle deset godina rada, teleskop je po veličini na 19. mestu u svetu i na 5. mestu u Evropi.

Do kraja 1976. godine teleskop je bio u pogonu u toku 799 vedrih noći, tokom kojih je dobijeno 2889 snimaka za 3392 časa čiste ekspozicije. Teleskop je ukupno bio u pogonu 4234 časa. U proseku se teleskop koristi 104 noći godišnje, pri čemu su po desetogodišnjoj statistici godine 1968, 1975. i 1976. bile najpogodnije. Raspodela vedrih noći tokom godine je vrlo neravnomerna — najpovoljniji meseci su redom: avgust, septembar, april i juli. Najnepogodniji su za noćna posmatranja novembar, januar i decembar.

Teleskop se pretežno upotrebljava za dobijanje spektrograma srednje i visoke disperzije. U 11 glavnih istraživačkih programa bili su postignuti najinteresantniji rezultati pri posmatranjima ranih zvezda sa omotačem, dalje, pri izučavanju novih zvezda, eklipsnih i nekih drugih tipova promenljivih zvezda. Teleskopom je dobijeno i nekoliko kvalitetnih

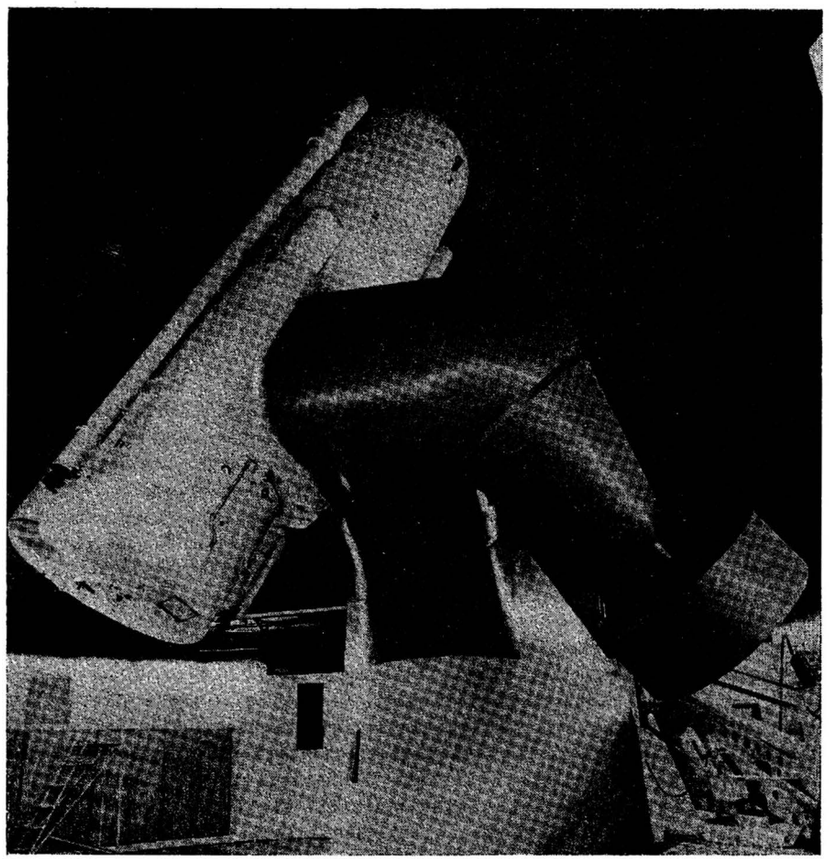
spektara kometa i planeta Sunčevog sistema. Pored toga dobijeni su i detaljni snimci centralnih oblasti loptastih zvezdanih jata i snimci na kojima su otkrivene nove komete pri prolazu kroz perihel.

Mereni su takođe sjajevi kometa i planetarnih maglina šestokanalnim fotoelektričnim fotometrom.

Pomoću dvometarskog teleskopa dobijeni su značajni rezultati za razvoj optičke heterodine spektroskopije.

Naučni rezultati zasnovani na obradi posmatračkog materijala dobijenog dvometarskim teleskopom bili su objavljeni u desetinama radova čehoslovačkih i inostranih naučnih časopisa i na nizu međunarodnih kolokvijuma i simpozijuma.

O pogonu teleskopa brinu saradnici stelarnog odeljenja Astronomskog instituta ČSAN. Tokom eksploatacije teleskopa izveli su niz manjih tehničkih poboljšanja. što je poboljšalo mogućnosti i domet teleskopa. Dalja obimnija modernizacija instrumentarija se upravo priprema u saradnji sa konstruktorom VEB Karl Zeiss iz Jene, NDR.



Sl. 1.
Dvometarski teleskop opservatorije Ondžejov.

Pored radnika AI ČSAN teleskop upotrebljavaju za vlastita posmatranja gosti iz ostalih astronomskih instituta u ČSSR kao i inostrani stručnjaci. Za 10 godina je bilo 29 astronoma iz pet čehoslovačkih i 30 gostiju iz 14 inostranih naučnih instituta iz 11 zemalja. Deo istraživačkih kapaciteta dvometarskog teleskopa je u poslednjim godinama namenjen učešću na međunarodnim koordiniranim posmatranjima a u okviru mnogostrane saradnje Akademija nauka socijalističkih zemalja „Fizika i razvoj zvezda".

Izgradnja ondžejovskog dvometarskog teleskopa je bila prekretnica u razvoju stelarne astrofizike u ČSSR. Nivo i namena astrofizičkih istraživanja se u ČSSR po završetku ovog velikog teleskopa kvalitativno izmenila. Generacija mladih astronoma stekla je jedinstvenu priliku da radi sa vrhunskim instrumentarijem i ove mogućnosti uspešno koristi.

O tome svedoči ne samo svetski značaj rezultata dobijenih na dvometarskom teleskopu već i stalno rastuće interesovanje svetskih i stručnjaka ČSSR za rad na tom teleskopu. Za taj uspeh takođe treba zahvaliti tehničkom osoblju i noćnim asistentima čijom zaslugom teleskop radi bez zastoja i o čijem su se radu veoma pohvalno izrazili inostrani gosti koji su radili ma dvometarskom teleskopu.

Ondžejovski teleskop je za deset godina svoga postojanja stekao međunarodni ugled u oštroj međunarodnoj konkurenciji i spada danas bez sumnje u sam vrh evropskih instrumenata. Broj i nivo radova obavljenih na dvometarskom teleskopu, u astronomski kratkom roku od deset godina, premašili su i najoptimističkije prognoze iz 1959. godine kada je odobrena gradnja ovog teleskopa.

Dr Jirži Grigar (Jiři Grýgar)
Astronomski Institut ČSAN, Ondžejov

preveo *Z. Ivanović*

СПИРАЛНА СТРУКТУРА НАШЕ ГАЛАКСИЈЕ (I)

УВОД

Још од времена Хершела знамо да наше Сунце, заједно са око 5000 слободним оком видљивих звезда, као и са осталих 100—200 милијарди звезда, припада једној огромној, веома спљоштеној галаксији, Млечном Путу. Бертил Линдблад и Орт, још 1927, показали су да наша Галаксија ротира око центра који се налази у правцу сазвежђа Стрелац, а нешто касније је Трумплер констатовао да и у нашем звезданом систему постоји међузвездана апсорпција светлосних зракова, тј. да постоји међузвездана материја која се непосредно не види. Јански је 1932. године открио радио-зрачење нашег звезданог система, и захваљујући његовом проналаску створене су веома ефектне радио-астрономске методе за истраживање структуре овог система. Ипак је пре 30—40 година изгледало потпуно безнадежним поуздано картирање структуре тог система.

Продор је учињен крајем четрдесетих година овог века, када су Баде и Мајал, при истраживању спиралне структуре Андромедине маглине, показали да спиралне кракове необично лепо оцртавају емисионе маглине и звезде типа О, односно млађег типа В. Такође се показало да су отворена јата и асоцијације, који садрже младе звезде, корисни индикатори за спиралне краке.

Баде је још тада скренуо пажњу астрономима, да би било веома важно картирање ових објеката и у систему Млечног Пута. 1951. Морган и његови ученици завршили су први такав премер. У близини Сунчева система нашли су три посебна прамена спиралних грана, који су глобално узевши међусобно паралелни. Наше

Сунце налази се на унутрашњем боку тзв. Орионовог крака (гране). Персејев крак се налази 2500 парсека даље, док је крак Стрелца нешто ближи, а лежи у правцу ка галактичком центру, око 2000 парсека далеко од нас.

Проналазак Моргана и сарадника био је веома важан догађај у том интензивном процесу, који је трајао скоро четврт века и који је водио до формирања наше садашње слике о структури Млечног Пута. Главне етапе тог процеса биле су следеће:

1. Шепли је између 1915. и 1918. показао да се Сунчев систем налази веома близу главне равни Галаксије, чији је пречник 30 килопарсека, и да му је растојање од центра 12 килопарсека.

2. Орт и Б. Линдблад су 1927. доказали да систем Млечног Пута ротира око једног центра, који се налази у правцу сазвежђа Стрелац, да је ротациона брзина на растојању Сунца 250 km/s, а трајање једног обиласка 250 милиона година.

3. Трумплер је 1930. пронашао да међузвездане материје има првенствено у равни Млечног Пута. Она апсорбује светлосне зраке и проузрокује смањење сјаја од око 1 магнитуде у просеку на 1500 парсека. Ова апсорпција истовремено чини боју звезда црвенијом.

4. Јански је 1932. случајно приметио да систем Млечног Пута емитује и радио-зрачење. Он оправдано тражи извор овог зрачења у међузвезданим облацима гасова.

5. Баде је 1944. указао да звезде наше Галаксије, према њиховој старости, хемијском саставу, просторном распореду и особинама кретања, могу бити распоређене у две главне звездане популације.

6. Ивен и Парсел су 1951. детектовали „забрањену" линију међузвезданог неутралног гаса водоника на 21 cm, коју је раније теоријски предсказао ван де Хулст.

7. Морган и његови сарадници 1951. из оптичких посматрања су потврдили постојање спиралне структуре у близини Сунчева система.

8. Почев од 1952. у Лајдену и Сиднеју, на таласној дужини од 21 cm, систематски откривају слику Млечног Пута.

9. Хол и Хилтнер су 1953. пронашли међузвездану поларизацију и скренули пажњу на магнетна поља великих размера у спиралним крацима.

10. Радио-истраживање (у Сиднеју, Лајдену, Гринбенку и Пулкову) централних делова Млечног Пута показало је његову комплексну структуру.

11. Проналазак радио-зрачења на 18 cm молекула хидроксил радикала (Паркс, Беркли, Гринбенк, МИТ), а затим и других међузвезданих молекула.

12. Рихтмајер и Тедер су 1949. констатовали да највећи део корпускуда космичког зрачења настаје у Галаксији, да их магнетна поља дуго времена држе у систему и на тај начин повећавају енергетску густину зрачења.

13. Захваљујући првенствено Амбарцумјану, пажња је усмерена ка основном космогонијском значају експлозивних астрофизичких појава (супернове, квазари, активна галактичка језгра, итд.)

14. Све већи значај добијају она комплексна фотометријска, кинематичка и динамичка истраживања, која имају за циљ проналажење места настанка звезда разних типова.

15. Лин са сарадницима, почев од 1964. израдио је теорију таласа густине спиралне структуре.

16. Бел и Хјуиш су 1967. пронашли пулсаре, који су према теоријским истраживањима неутронске звезде крајње малих димензија и велике густине. Они представљају једну фазу развоја неких звезда.

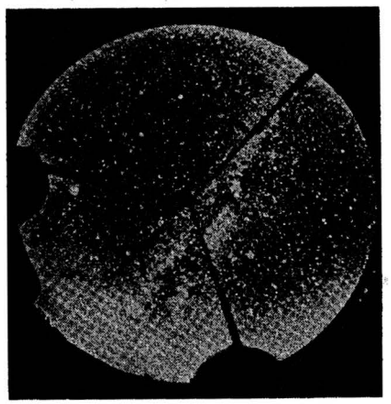
АНАЛОГИЈА СА АНДРОМЕДИНОМ МАГЛИНОМ

Како Сунчев систем лежи скоро у самој равни симетрије Галаксије, на оптичким таласним дужинама, због значајне међузвездане апсорпције светлости, структуру Млечног Пута можемо да пратимо свега на неколико килопарсека. Иако нема таквих јаких апсорпционих препрека радио-таласима, истраживања чији је циљ да се систем картира радио-астрономским методама, из добијених радијалних брзина, сјаја и праваца који се мере на линији од 21 cm неутралних облака водоника, нису без тешкоћа. Просторна структура се може добити само ако знамо ротациону криву $\omega\,(R)$ (где су ω—угловна брзина ротације, а R-растојање од центра) система Млечног Пута и пекуларне брзине облака, тј. морају бити познати распоред густине у систему и дисперзија брзине, да би добили уверљиву слику о положају спиралних кракова.

Зато је разумљиво да су се астрономи, преко истраживања структуре спиралних галаксија сличних нашој, желеди приближити циљу тражећи аналогије. Андромедина маглина је нама најближа велика спирална галаксија (која уз то из више аспеката веома личи на наш звездани систем), и зато је разумљиво да су напори били концентрисани на овог блиског суседа.

Андромедина маглина спада у групу правилно грађених галаксија, али се њена спирална структура ипак не може једноставно представити као склоп двају спиралних кракова, који су постављени дијаметрално супротно. Арп је 1964. године поново обрадио дотад сакупљене податке и утврдио облик кракова. Он је том приликом, претпостављајући да између равни симетрије галаксије и наше визирне линије постоји нагибни угао i, испробао разне вредности i од 11° до 16°. Мада положај емисионих облака, које је још Баде истраживао, може да се упореди са спиралним крацима логаритамског тока, распоред осталих објеката ипак указује на кружно-прстенасту структуру. (Супротно томе, спирална структура галаксије M 81 се изврсно показује и њену правилну слику кваре једино неки бочни праменови).

Робертс је упоредио распоред области H I (неутралног водоника) и H II (јонизованог водоника) у Андромединој маглини и нашао је добро међусобно слагање. Сличне резултате су добили Бурке, Тарнер и Тјуве. Горње резултате још више поткрепљује чињеница да и у случају M 101 постоји веома велика коинциденција између спиралних кракова картираних на основи радио-линије од 21 cm и оптичким путем.



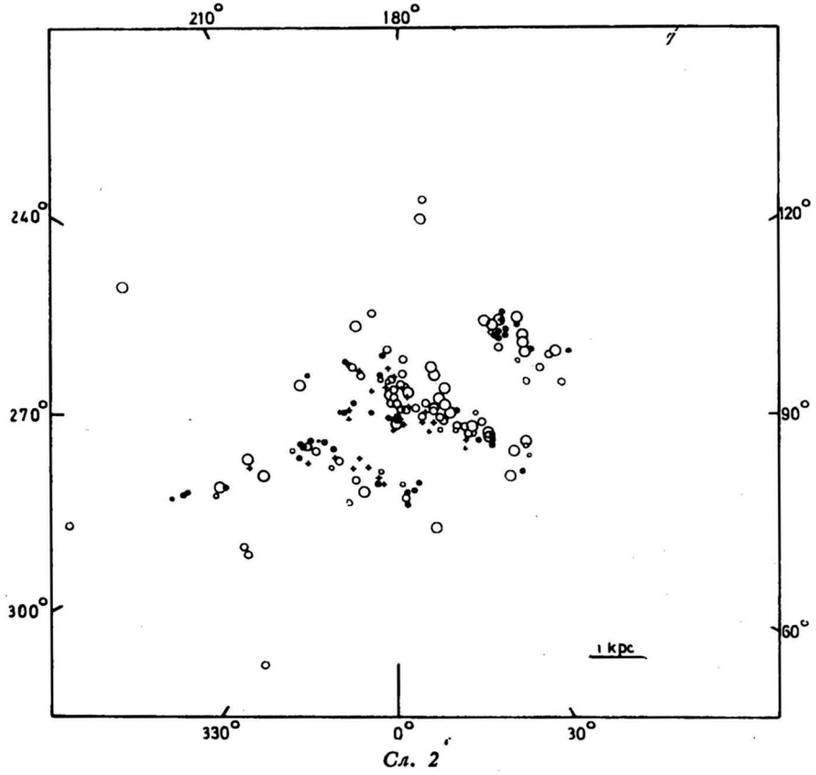
Сл. 1.

Млечни Пут од Стрелца до Персеја.

ОСНОВНИ ПРОБЛЕМИ У ВЕЗИ СА СПИРАЛНОМ СТРУКТУРОМ НАШЕ ГАЛАКСИЈЕ

Као што су на Конгресу Међународне астрономске уније у Брајтону, 1970. године обично наводили, нажалост и даље су ограничена наша знања о димензијама и структури нашег звезданог система. Према закључку комисије која се бави структуром и динамиком Галаксије и у скали даљина треба рачунати са несигурношћу од 10 — 20%. Такође је недовољно тачно позната вредност Сунчеве кружне брзине око галактичког центра и брзина $V\,(R)$ као функција растојања од средишта. Уствари тек сада почињемо да истински картирамо локална одступања од кружне брзине, која могу достићи чак 10—30 km/s. Без задовољавајућег познавања ових одступања немогуће је извршити поуздан премер спиралних кракова радио-астрономским методама.

Из истраживања на 21 cm произлази да је у краковима густина гасова три пута већа него у области између кракова ако се ради о унутрашњим деловима Галаксије, а десет пута већа ако је реч о спољним деловима. Између кракова гасови су осетно топлији него у краковима.

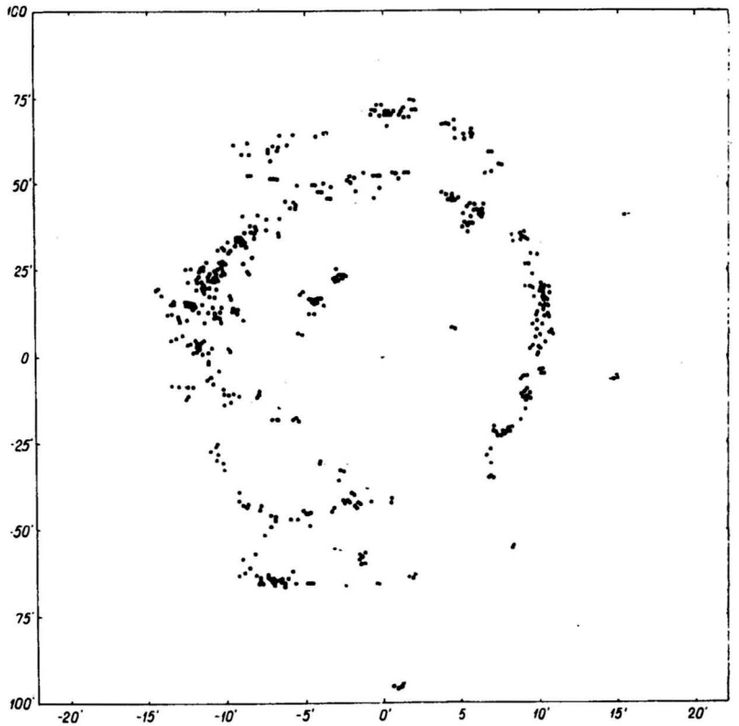


Сл. 2

Расподела изабраних оптичких објеката у галактичкој равни (Шмит-Калер). Крупним кружићима су представљене O-B асоцијације, мањим кружићима H I области, сасвим малим кружићима Вре звезде, испуњеним кружићима O-B2 јата, испуњеним мањим кружићима цефеиде ($M < -5{,}0$) а крстићима тамне маглине.

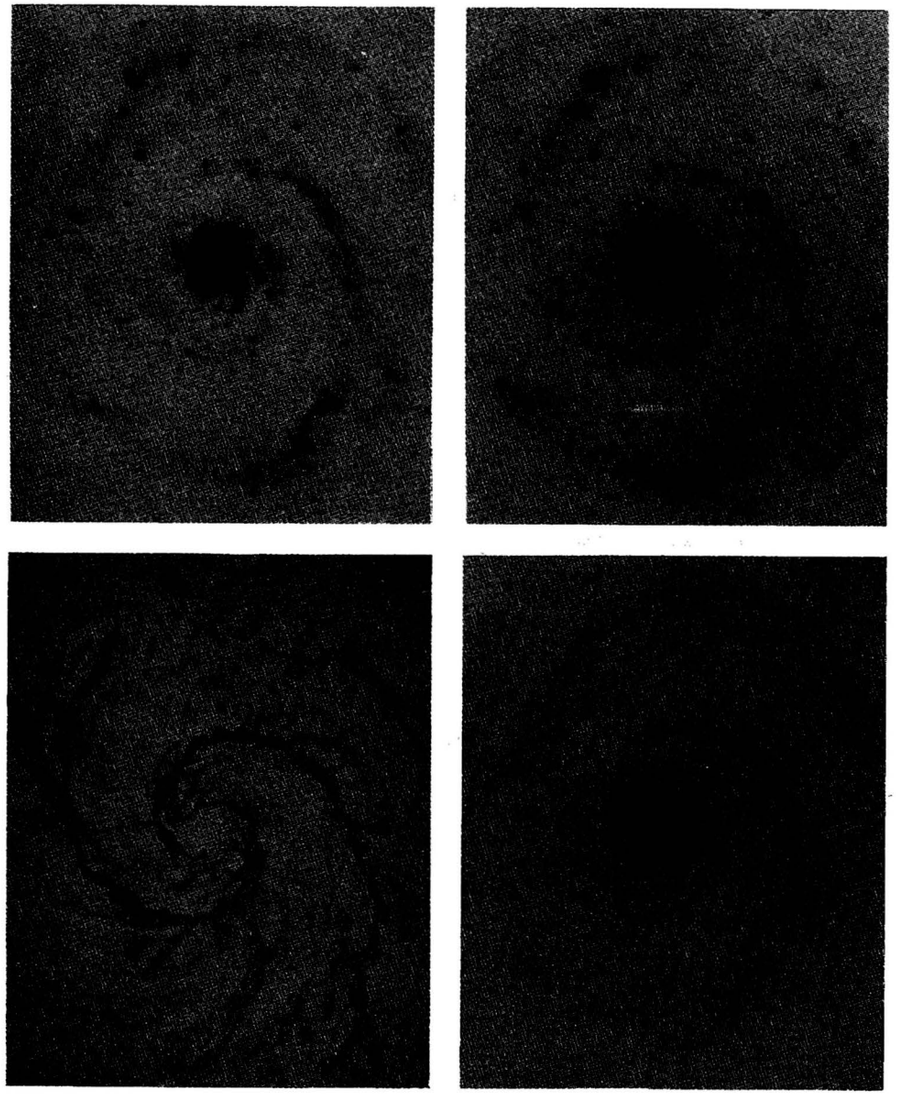
Знамо да разни типови оптичких објеката дефинишу исту спиралну структуру, али међусобно мало померену. Радио-слика, например, се не поклапа у потпуности са оптичком. Једанаест следећих особина спиралних маглина мора бити објашњено:

1. Спирални облик који се простире на целокупну главну раван (grand design) галаксије.
2. Моћ супротстављања увртању под утицајем диференцијалне ротације.
3. Постојање међугалактичких мостова.
4. У већини случајева два крака и то увек тако оријентисана да смер ротације. одговара смеру „увртања спирале".
5. Често примећено раздвајање у више кракова у бочним деловима система (напр. у случају добро познате М 101).
6. Настанак кружног прстена у близини центра.
7. Области Н II су обично поређане као низ перли.



Сл. 3.

Расподела облака јонизованог водоника у Андромединој маглини према Бадеу и Арпу Дуж вертикалне осе нанесене су угловне мере у правцу велике осе пројекције Андромедине маглине на небеску сферу. Дуж хоризонталне осе дате су лучне мере у правцу који одговара малој оси пројекције. За најбољи угао маглине у односу на визирну линију узета је вредност 12°, 8, што значи да је при „исправљању" маглине било потребно димензије дуж мале осе повећати 1,5 пута.



Сл. 4.

Цртеж (доле лево) М 51 који је Беверли Линдс начинила уносећи распоред тамних маглина у тој галаксији. Засенчењем је дата мера њихове непрозрачности. Н II области су дате црним тачкама. Снимак горе лево је начињен широкопојасним плавим филтером, снимак горе десно са H_α филтером а снимак доле десно ускопојасним црвеним филтером (ван H_α линије) центрираним на 6650 Å.

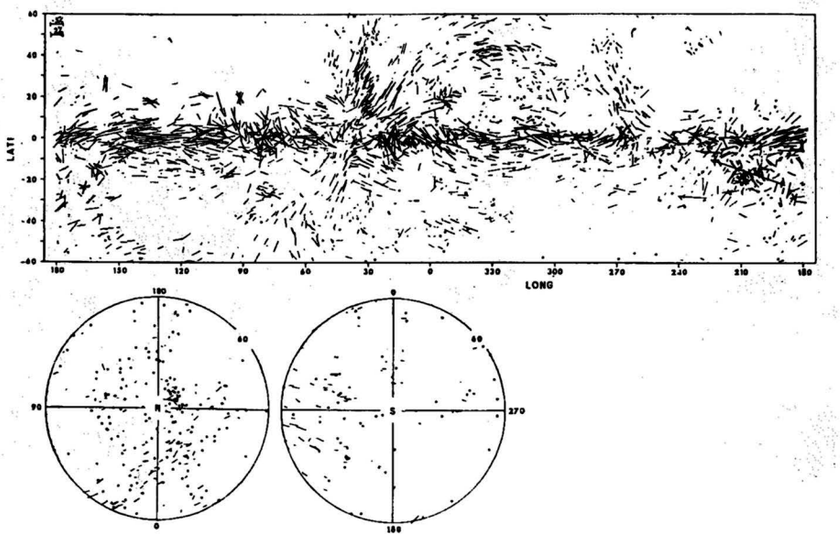
8. Распоред међузвездане прашине такође показује спиралну структуру. Прашина се увек концентрише на унутрашњим странама спиралних кракова. Често је случај да распоред прашине боље показује спиралну структуру, него области H II.

9. Распоред густине јонизованог водоника такође указује на спиралну структуру. Из анализе рекомбинационих линија, коју су извршили Бурке и Мезгер, следи да унутар круга од 3 килопарсека у централним деловима наше галаксије нема H II. Даље од центра учестаност области H II се брзо повећава, затим споро смањује и на растојању од 12 килопарсека од центра постаје занемарљива. Слична је ситуација у NGC 5364.

10. Према Мортону, Робертсу и другима, максимум густине неутралног водоника налази се у многим спољним галаксијама далеко изван оптички видљиве структуре. Такво је стање и у нашем звезданом систему. Из ове чињенице можемо закључити, да је за стварање звезда обично потребно више од обичног присуства водоника. Важну улогу мора да игра неки иницирајући (trigger) механизам.

11. У спиралним крацима магнетне линије сила мање-више су паралелне осама кракова, док јачина магнетног поља достиже до неколико микрогауса. Уочени интензитет поља је прелаб за очување спиралне структуре.

Астрономији је потребна теорија која ће горње карактеристичне особине објаснити на задовољавајући начин.



Сл. 5.

Расйоред йоларизационих вектора за 7000 звезда у галактичком координатном систему. Слике су дате дуж Млечної Пуша и у областима северної и јужної галактичкої йола, ресйективно. Малим кружићима су йредсшављене оне звезде код којих се йоларизација може мерити али износи мање од 0,08%.

ИНДИКАТОРИ СПИРАЛНИХ КРАКОВА

Обично не посматрамо непосредно горе наведене особине, јер смо до њих дошли апстракцијама разних степена, Као тзв. индикатори спиралних кракова служе низови оптичких и радио-објеката?

Какве фундаменталне особине треба да имају добри индикатори спиралних кракова?

а) Објекти треба да буду тако млади да могу бити посматрани у близини места рођења. Дакле, свакако треба да припадају I популацији. Просечна дисперзија брзина објеката I популације је 10 km/s, што за 10^8 година (време приближно једнако половини ротационе периоде) даје померање од око једног килопарсека. Према томе индикатори не могу бити старији од овога.

б) Њихова просторна густина треба да буде довољно велика да би они били погодни за морфолошка истраживања, тј. треба да стварно оцртају облик кракова.

в) Са средствима која се у астрономији сматрају стандардним морају бити посматрани до великих даљина.

г) Грешка одређивања њихових даљина треба да буде мала.

Таблица I даје сада познате оптичке и радио-индикаторе, док Таблица II показује за њих везану посматрачку технику.

Таблица I

Индикатори спиралних кракова

Оптички	Радио
1. O-B звезде, јата, асоцијације	1. Профили линија тал. дужине 21 cm
2. Области H II	2. Рекомбинационе линије (H 109-α и друге)
3. Међузвездане апсорпционе линије	3. Синхротронско и топлотно континуирано зрачење
4. Цефеиде ($P > 13$ d; $M_v < -4{,}5$)	4. Линија на 21 cm виђена у апсорпцији, молекуларне апсорпционе и емисионе линије и траке
5. Суперцинови класе M (од -5^m до -7^m)	
6. Звезде класа Be и WR	
7. Тамне маглине	
8. Међузвездани поларизациони вектори	

Таблица II

Посматрачке технике

Фотометријска	Кинематичка — оптичка	Кинематичка — радио
1. Спектрална класификација	1. Радијалне брзине далеких звезда	1. Емисиони профили од 21 cm
2. Широкопојасне фотометрије	2. Области H II	2. Рекомбинационе линије (H 109-α и друге)
3. Средњепојасне фотометрије	3. Радијалне брзине мерене из међузвезданих апсорпционих линија	3. Апсорпционе линије на 21 cm. Молекуларне емисионе и апсорпционе траке

Најважније су области H II и звезде O-B (у јатима, у асоцијацијама, или појединачне). Према фотометријским даљинама коригованим за међузвездану апсорпцију могу се мерити у појединим правцима чак до даљине од 8—10 килопарсека. У последње време дошла су до изражаја и мерења радијалних брзина. Сада се већ у областима H II могу одредити комбиноване радијалне брзине из оптичких и радио-мерења.

Минх је пре више од 15 година указао на важност истраживања радијалних брзина међузвезданих апсорпционих линија при картирању спиралне структуре. Сада се за те потребе употребљава све већи број куде спектрографа. На овом пољу нарочито су значајни радови сарадника марсејске опсерваторије. који су вршени на куде телескопу у Чилеу (Ла Сила).

У радио-подручју познајемо већи број молекуларних линија. Њихово Доплерово померање даје важне кинематичке податке, који се могу користити код проучавања спиралне структуре. Апсорпције, које су нађене у линијским профилима зрачења од 21 cm, већ су биле корисне при одређивању растојања области H II.

Црвени суперцинови су исто веома важни индикатори спиралних кракова, јер се због њиховог интензивног инфрацрвеног зрачења могу картирати до великих одстојања. Цефеиде са периодом од око 13 дана старе су 2×10^7 година, па су према томе ближе него 200 парсека местима свог настанка. Највећим делом њихово кретање ће за то време бити дуж спиралних кракова, те ће оне дуже него претходно описани објекти оцртавати спиралну структуру.

Супротно овима, цефеиде са краћом периодом и нормални црвени џинови ($t > 5 \times 10^7$ година) већ су за око 500 парсека удаљени од места настанка и зато они могу мање користити као индикатори спиралних кракова.

Улога цефеида са дугом периодом је такође веома важна, јер се оне могу посматрати на већим даљинама него O-B звезде. Осим тога за сваку од њих данас имамо фотометријску даљину кориговану за поцрвењење. Овакве цефеиде можемо посматрати при апсорпцији од 5—7 звезданих величина, тј. са даљине чак од 10 килопарсека. Насупрот њима, суперцинови класе M могу бити коришћени само до 6—8 килопарсека.

Беверли Линдс је прва указала да и тамне маглине изврсно прате спиралну структуру. На унутрашњим рубовима спиралних кракова области H II су обично окружене међузвезданом прашином. У унутрашњим деловима Галаксије делове појединих спиралних кракова у потпуности оивичава међузвездана прашина.

Још два друга типа звезда дају корисне податке о облику спиралних кракова. Као што је указао Шмит-Калер, галактичка густина звезда типа Be показује карактеристичне максимуме сјаја у спиралним крацима. Према Л. Ф. Смиту исто попоказују и звезде типа WR.

Мада старе звезде типа B, као и звезде типова A и F, већ нису концентрисане у садашњим спиралним крацима, тачно познавање њихове старости и стања кретања даје нам могућност за одређивање места њиховог рођења и на тај начин омогућује картирање фосилне спиралне структуре.

Последњих година се показало да магнетно поље нема тако важну улогу у стварању спиралне структуре, како је то замишљано пре 15—20 година. Према истраживањима Хола, Хилтнера, Серковског и у новије време Метјусона, линије силе галактичког магнетног поља углавном иду паралелно осама спиралних кракова. Међутим, јачина поља од неколико микрогауса није довољна за стварање и одржавање спиралне структуре. Метјусон је успео да повеже у једну целину податке оптичке поларизације са мерењима у радио-подручју следећих величина: распореда интензитета синхротронског зрачења, Фарадејеве ротације радио-зрачења удаљених

галаксија, посматраног Земановог раздвајања линија и мерења пулсара. Добијену слику приказао је Вершур на кримском симпозијуму 1970. године. Према њему, јачина магнетног поља у спиралним крацима је 2—3 микрогауса и поље настаје као нузпродукт кретања јонизованих гасова. Поларизационе векторе, који су међусобно паралелни, можемо посматрати на таквим галактичким лонгитудама где можемо гледати кроз спирални крак. У правцима у којима наша визирна линија иде дуж оса спиралног крака, вектори показују случајан распоред. Подаци о поларизацији су, неоспорно, од фундаменталне важности при упознавању спиралне структуре наше Галаксије.

Пулсаре и рендгенске изворе засад сматрамо само као потенцијалне индикаторе спиралних кракова, јер још не знамо довољно о њима.

ОПТИЧКА СПИРАЛНА СТРУКТУРА

Оптички подаци са којима располажемо обично не потичу из области даљих од 4 килопарсека, док без података до најмање 10 килопарсека нисмо у могућности да дамо слику спиралне структуре Галаксије. Зато су потребни и радио-подаци. (За сада не би било плодоносно саставити чисто оптичку карту и поред тога што неки оптички индикатори кракова могу бити посматрани и на осетно већим даљинама од 4 килопарсека.)

Иако тешкоће постоје, неколико већих делова спиралних кракова измерено је оптичким путем. Таблица III садржи најважније податке о њима.

Таблица III

Назив крака	Галактичка лонгитуда	Мин. растој. од Сунца
Персејев крак	103°—190°	3 крс, $l = 120°$
Орионов крак	59°—254°	0,3 крс, $l = 180°$
Прамац-Стрелац	274°— 32°	1,5 крс, $l = 330°$
Угломер-Штит	305°—333°	3,5 крс, $l = 330°$

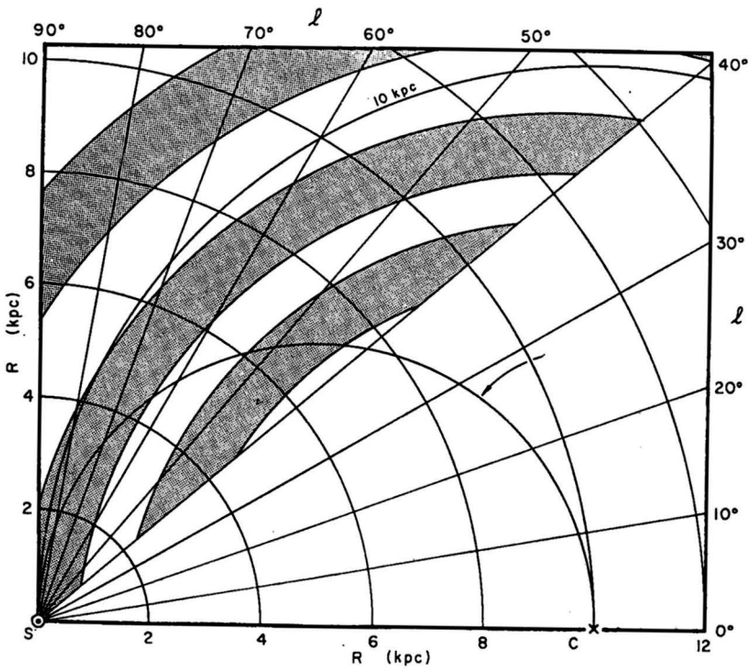
Ако смо једну спиралну формацију одредили, тада можемо почети изучавање њене „анатомије". Пример за то је испитивање „прстенова старости" спиралних формација Персеја, Ориона, Стрелца и Штита. Прво се одређује ширина формације H I, а затим у оквиру тога одређују се они ужи појасеви где се могу наћи звезде типа O, млађе звезде типа B и области H II. Као што смо већ видели, распоред међузвездане прашине и структуре магнетног поља такође се може изучавати оптичким фотометријским и поларимеријским средствима. Кинематичким као и космогонијским истраживањима са све већом тачношћу се могу одредити места рођења звезда и могу се разјаснити оне околности које су изазвале формирање звезда. Тако се показало да се у спиралним крацима звезде не стварају равномерно, дуж једног континуираног фронта, него се појављују, слично перлама, у низу, на местима где је густина гасова већа од просечне. Ову чињеницу можда најбоље показује рад Грема, који је истраживао распоред звезда типова B и O у краку и нашао да се ови објекти налазе дуж спољњег руба крака, у једном данцу чија густина наизменично расте и опада, тако да стварају ошпру „кичму".

АСТРОНОМСКО ДРУШТВО "РУЂЕР БОШКОВИЋ" * БЕОГРАД *

МЕЂУЗВЕЗДАДИ ГАС И КИНЕМАТИКА ЗВЕЗДА

Последњих година све већи значај добијају истраживања кинематике звезда и међузвезданих облака гаса у спиралним крацима. На струјања већих размера, чија су поља брзине различита од локалне кружне брзине, први је указао Кер , који је желео да одстрани привидне супротности између спиралних радио-структура северне и јужне хемисфере. У почетку Кер је сумњао на експанзију Галаксије, али експанзиона хипотеза није довела до жељеног резултата, него се показало да се супротности могу одстранити претпостављајући постојање струјања са пекуларним брзинама од око 15 km/s. Од тог времена Бартон и Шејн су конкретно нашли струјања већих размера у Штиту, П. Линдблад у близини антицентра и Рикард у Персеју. Даља истраживања на овом пољу, и оптичком и радио-техником, су од фундаменталне важности, јер само на тај начин можемо судити о правилности и неправилности Линове слике (видети други део чланка) о струјањима која обухватају целу спиралну структуру Галаксије.

Веома је интересантно анализирати у ком степену се поклапају стања кретања звезда и међузвезданог гаса. Диксон информише о одступањима радијалних брзина од око 15 km/s у појединим областима, док је Фист у краку Прамца помоћу променљивих типа цефеида нашао да се младе звезде крећу заједно са гасом. Овај последњи резултат поткрепљују истраживања Хефриза, који је обрадио радијалне брзине суперцинова класе M. Истраживања оваквe врсте од великог су значаја и због тога, јер би стања кретања гасова била очито различита од звезданих, ако би међузвездано магнетно поље имало одлучујући утицај на кретање гасова.



Сл. 6

Дијаграм који је Бартон добио за спиралну структуру наше Галаксије у Сунчевој околини. Види се део крака Стрелца, крака Лабуда и Персејевог крака

Као што је познато, нађена је корелација између интензитета апсорпционих и емисионих радио-линија и густине међузвездане прашине. Ова чињеница је веома важна због тога што помоћу радио-зрачења гасовитог водоника, који је сједињен са облацима космичке прашине, односно других молекула, могуће је измерити радијалну брзину облака. Тиме се добијају нови веома важни подаци за истраживање кинематике спиралних кракова.

ИСТРАЖИВАЊЕ СПИРАЛНЕ СТРУКТУРЕ У РАДИО-ПОДРУЧЈУ

Правилна интерпретација радио-слике, коју даје међузвездани неутрални водоник на 21 cm, показује се знатно компликованијом него што се замишљало пре једне деценије. Суштина проблема је у томе што радијалне брзине мерене радиотелескопима могу бити коришћене за картирање просторног распореда облака неутралног водоника само у оквиру конкретног ротационог модела. Осим тога, за формирање коректне карте потребно је знати и могуће пекуларне брзине облака водоника. Сада истраживачи обично поступају тако да прво израчунају линијске профиле од 21 cm, узимајући у обзир разне реалне претпоставке о распореду густине, односно брзине неутралног водоника, а затим врше упоређивање са посматрачким подацима. Например, Бартон, у свом раду предпоставља поље брзина које има и нециркуларну компоненту (као у теорији таласа густине Лина и Шуа) и одређује распоред H I у координатном систему у ком се дуж оса наносе радијалне брзине и галактичке лонгитуде. Његови резултати су компатибилни са посматрањима и дају вероватноћу постојања три спирална крака (Стрелац, Лабуд, Персеј) у подручју $0° < l < 90°$ (Слика 6). Најважнији закључак његовог рада је да мале локалне промене поља брзине јаче утичу на линијске профиле од 21 cm него могуће флуктуације густине неутралног гаса водоника.

Осим мерења на 21 cm, која су већ готово традиционална, за истраживање галактичке „основне слике" (grand design) користе се још распоред интензитета радио-континуума, информације које дају радио-зрачења из области H II, рекомбинационо зрачење и напослетку континуирано и линијско зрачење настало при прелазима са главним квантним бројевима изнад стотине. (Интензитет радио-континуума, који се ствара синхротронским механизмом, показује наглу промену на рубовима спиралних кракова).

Милс је још 1968. скренуо пажњу да распоред интензитета синхротронског зрачења указује на присуство скоро кружних спиралних кракова. Недавно су Френк и Морин Кер истраживали кракове Прамца и Стрелца сличном техником.

Континуирано радио-зрачење (у близини 20 cm) из области H II први је искористио Вестерхаут, а затим Метјусон, Хили и Ром, за истраживање спиралне структуре. Како се облаци јонизованог водоника концентришу у спиралним крацима, било је разумљиво њихово коришћење као индикатора спиралних кракова. Од почетка се очекивало да распоред области H I и H II нису идентични, а мерења су то доказала; густина неутралног водоника највећа је на растојању од 12—15 килопарсека од центра, док се јонизовани водоник најчешће налази на даљинама од 4—6 килопарсека. Овај резултат су потврдила и посматрања на радио-рекомбинационим линијама H 109-α и другим.

Интересантно је напоменути да је Мезгер у свом предавању на базелском симпозијуму 1970. изразио сумњу, на основу својих мерења, да се области H II могу

користити као индикатори спиралних кракова. Према његовом мишљењу, распоред јонизованог водоника не показује убедљиву спиралну структуру. Касније се показало да се облаци H II уствари крећу у односу на суседне области H I и из њихових радијалних брзина, занемарујући њихово сопствено кретање, добијамо неправилан просторни распоред.

На овом месту нагласимо поново важност комплексних оптичких и радиопосматрања. Утврђивање неправилности Мезгеровог распореда постало је могуће на основи веома тачних мерења радијалних брзина, мерених интерферометријском техником на оптичким рекомбинационим линијама (Куртс и др., М. Г. Смит и др.), као и мерења растојања О и В звезда повезаних са областима H II, затим растојања суперцинова класа M,N и S, и дугопериодичних цефеида, одређених фотоелектричним, односно фотографско-фотометријским методама. Из оптичких података показало се у сектору Прамац — Кентаур, да се Мезгерове области H II добро уклапају у спиралну структуру добијену из динијских профила од 21 cm и других индикатора спиралне структуре. Корекциони рад је и на другим подручјима довео до позитивних резултата.

Вероватно ће оптичка мерења одговорити и на питање каква је стварна локална спирална структура у близини Сунчева система. Према Харолду Виверу, Лабуд-Орионов крак у коме се налази Сунце одваја се од крака Стрелца. Међутим, према Френку Керу, Лабудов крак је продужетак крака Угломера, док формација Орион која садржи Сунце представља само редативно кратак огранак. Према последњој анализи Ролфса, Орионов огранак се не може на одговарајући начин уградити у слику Линовог таласа густине. Вероватно је он настао под утицајем диференцијалне ротације из међузвезданог облака који је у почетку био компактнији. Његова унутрашња структура се вероватно због тога разликује од „регуларних" спиралних кракова. Одређивање карактеристичних особина ове разлике је важан заједнички задатак оптичке и радио-астрономије.

Др Б. Балаж
Катедра за астрономију
Универзитета у Будимпешти

Превео *Др Ђ. Телеки*

IAYC—77

Од 25. јула до 12. августа ове године у СР Немачкој, у градићу Кенигсвинтер, на неких осам километара југозападно од Бона, одржан је десети јубиларни Међународни омладински астрономски камп. (IAYC—The International Astronomical Youth Camp). Већ десет година заредом (сваке године у другој земљи) окупља се омладина из целог света са циљем да успостави што је могуће присније међусобне контакте, не само на астрономском плану, већ и у свему осталом што заокупља омладину на свим меридијанима.

Овогодишњи камп био је интересантан и за астрономе - аматере из наше земље јер је Југославија по први пут била укључена у овај покрет, отпочевши на тај начин корисну традицију која ће се сигурно наставити. За југословенске астрономе - аматере сигурно ће бити занимљив податак да ће се IAYC - 80 одржати у нашој земљи. Представници Југославије били су изабрани на XIII савезном такмичењу покрета „Науку младима" (Сарајево - 77). Међу 75 учесника кампа из целог света, налазили су се и Славица Димитровска (СР Македонија), Роберт Логожар (СР Хрватска), Милан Вељковић (СР БиХ) и Јован Загајац (СР Србија).

Мада временски услови нису били наклоњени (од 19 дана колико је трајало камповање само су две ноћи биле употребљиво ведре) ипак је основна преокупација у кампу била астрономија. Обрађен је прилично велики део посматрачког материјала, сакупљеног на претходним камповањима или сопственим посматрањима, тако да је један од основних задатака — ближе упознавање са аматерском астрономијом — био испуњен.

Да би астрономски рад у кампу био упрошћен сваки од учесника се опредедио за једну од секција: Сунце, Метеори, Планетарни систем, Променљиве звезде, Спектроскопија, Историја астрономије и Вештачки сателити. На тај начин свако је могао да ради у оној области за коју се највише интересовао. Свака од ових секција имала је једну или више тема коју је најпажљивије обрађивала: група за Сунце је поред посматрања Сунчевих пега покушавала да уз помоћ фотометра дође до криве опадања интензитета Сунчеве светлости у функцији удаљења од средишта Сунчевог котура; метеорска група је углавном вршила посматрања метеора добијених на вештачки начин (помоћу два дијапројектора), тако да су опонашајући ову природну појаву дознали нешто више о физиолошким особинама ока, особинама које се често користе у метеорској астрономији; планетарна група је радила на израчунавањима паралакси планета, на обради посматрања Галилејевих Јупитерових сателита као и на обради посматрања детаља у Јупитеровој атмосфери; група задужена за променљиве звезде је уз помоћ неколико десетина дијапозитива успела да дође до криве промене сјаја променљиве звезде RZ Cas; група спектрографије је, поред проучавања апсорпционих својстава UBV филтера, успела да, уз помоћ неколико веома успешних снимака спектара Сунца, идентификује неколико елемената у Сунчевој атмосфери; група историје астрономије се углавном задржавала на прављењу модела астрономских инструмената старих народа и модела Стоунхенца; чланови групе вештачких сателита упознавали су се са методама израчунавања орбиталних параметара вештачких сателита као и са начинима њиховог праћења.

Иако је ово само мањи део из прилично обимног астрономског програма спроведеног на овогодишњем камповању, одмах се стиче утисак о предметима и начину рада у групама који је био заиста доступан сваком аматеру.

Неастрономске делатности су биле исто тако бројне и занимљиве као и астрономски програм. Радни дан је почињао у девет часова изјутра да би се завршио око два сата идућег јутра. Како временски услови нису дозвољавали вечерња посматрања, време је омладина проводила уз логорске ватре, у спортским и научним дискусијама, уз песме и гитаре. Спортски сусрети су били на свој начин занимљиви. Скоро сваког поподнева одржана је по нека фудбалска или кошаркашка утакмица, а увече, пре и после генералног скупа, и такмичења за куп кампа у стоном тенису. У близини кампа се налазио и базен, па су ретка делимично сунчана поподнева коришћена за купање. Посебно су били занимљиви излети до старих средњевековних немачких замкова, пловидбе Рајном, обиласци Бона и екскурзије до стометарског радио-телескопа у Ефелсбургу и до оптичке опсерваторије у Хефер-Листу, које су биле образовно-стручног карактера.

Јединствено мишљење свих учесника камповања у Кенигсвинтеру било је да је камп одлично успео, а опште расположење је изражено поздравом „До скорог виђења!" на енглеском, француском, немачком, шведском, арапском, турском и српскохрватском језику.

Јован Загајац
сарадник Народне опсерваторије—Београд

ЗА НАШЕ ПОЧЕТНИКЕ

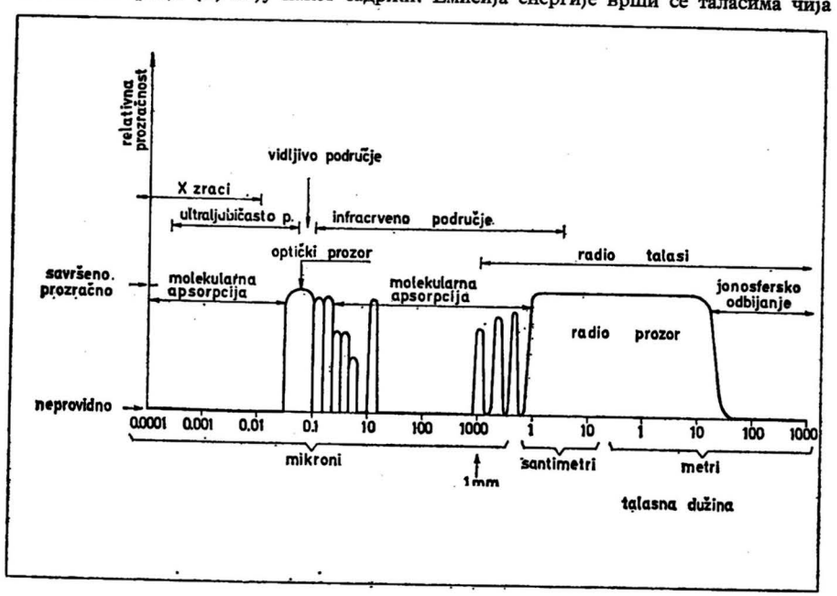
КАКО НАСТАЈЕ ЗРАЧЕЊЕ

Шта је носилац астрономске информације? Шта то тако свестрано открива физичке и хемијске особине и јарког Сунца и сићушних, бескрајно далеких светлих тачака које, када Сунце зађе, загосподаре небом?

Већ летимичан поглед открива мноштво светлијих тачака на ноћном небу. Пажљивом посматрачу ће брзо пасти у очи да све тачке, осим што нису истог сјаја, нису ни исте боје. Дакле, светлост коју емитују није иста. Шта је уствари светлост?

Пређимо из света џиновских небеских тела и бескрајно великих растојања у свет где се растојања мере милионитим делом милиметра, а димензије тела се чак и у односу на тако сићушне величине могу занемарити. Пређимо у свет атома.

Сваки атом се састоји од језгра и електрона који га окружују. Језгро атома састоји се од одређеног броја неутрона и протона карактеристичног за сваки елемент. Електрони који окружују језгро непрестано се налазе у покрету: ротирају око језгра, удаљују се од њега и приближавају — прескачу са путање на путању. Узмимо водоников атом за пример, јер је он најједноставније структуре: састоји се од језгра у коме се налазе по један протон и неутрон и једног електрона који кружи око језгра. Сваки пут када електрон пређе са неке спољне орбите на орбиту ближе језгру емитује се пакет енергије — један фотон. Величина пакета зависи од величине скока електрона (ако је скок већи — већи је и пакет и обратно) и изражава се количином енергије (E) коју пакет садржи. Емисија енергије врши се таласима чија



Сл. 1.

Спектар електромагнетног зрачења и опсези пропустљивости Земљине атмосфере.

је фреквенција (ν) повезана са величином пакета релацијом $E = h\nu$, где је h — Планкова константа.

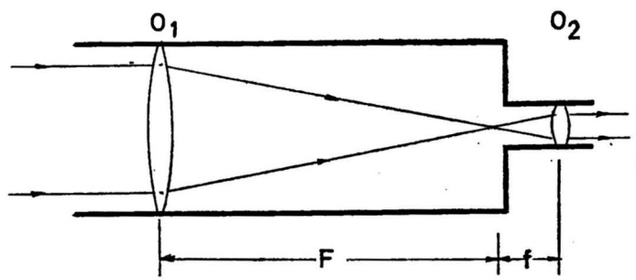
Пошто је веза између фреквенције зрачења и његове таласне дужине (λ) $\nu = c/\lambda$, где је c — брзина светлости, долазимо до релације $E = h\ c/\lambda$ која показује да што је пакет већи (веће енергије) то је таласна дужина емитованог таласа краћа, а што је пакет мањи (мање енергије) — талас је дужи. Таласи чије су таласне дужине у интервалу од 400 — 800 mμ приближно, у оку се манифестују као светлост. Таласна дужина од 400 mμ одговара светлости плаве боје, а 800 mμ — црвене. Наравно, таласне дужине емитованог зрачења могу бити и ван ових граница. Зрачење у тим случајевима не можемо регистровати оком, али постоје други уређаји којима се оно може детектовати. На сл. 1 приказан је спектар електромагнетног зрачења са одговарајућим називима за поједине врсте зрачења. Види се да је интервал таласних дужина које одговарају видљивом зрачењу готово занемарљив у поређењу са другим областима спектра.

У звездама се налази огромна количина атома, углавном водоника, али и других елемената (који око језгра имају више електрона, па је шареноликост пакета које могу емитовати још већа). Све зрачење, настало различитим преласцима електрона, у атомима различитих елемената, слаже се у веома хармоничну целину. Код нашег Сунца, иако се сваког тренутка избаце фотони различите енергије, а тиме и зраче таласне дужине, слагање је такво да око региструје само веома интензивну жућкастобелу светлост. Слично је и код свих осталих звезда, мада су због разлика у зрачењу боје звезда различите.

Да бисмо могли да проучавамо зрачење које потиче са далеких небеских тела и тиме покушамо да дамо одговор на бројна питања о њиховим физичким и хемијским особинама, постанку и развоју, сличности и разликама, кретању и другим особинама, неопходно је да начинимо инструменте који ће моћи да ухвате што више електромагнетских таласа који се са тих тела емитују. Баш то је она особина која је заједничка за разне инструменте којима се астрономи служе.

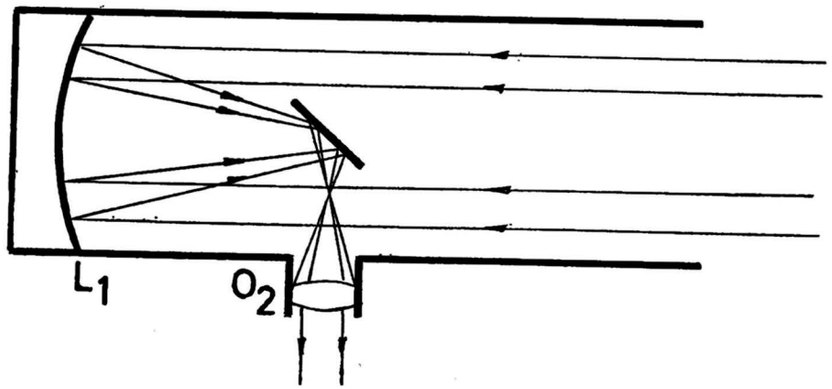
Иако ће о астрономским инструментима бити детаљно речи у једном од следећих чланака, овде ћемо дати неколико елементарних разматрања која ће помоћи да схватимо њихову основну намену.

Комбинацијом два сочива како је приказано на сл. 2 добићемо оптички систем који се назива рефракторски телескоп или просто рефрактор. Сочиво O_1 је објектив телескопа. Основни задатак објектива је да сакупи што је могуће више енергије



Сл. 2.

Шема рефрактора.



Сл. 3.

Шема рефлектора Њутнове конструкције.

коју далеки извор зрачи. Количина енергије која падне на неку површину сразмерна је величини те површине. Око региструје енергију која доспе на његову зеницу (у условима тоталног мрака максимални пречник зенице је око 6 mm) чија је површина $\pi \cdot (d)^2$, где је d — пречник зенице. Телескоп, чији објектив има пречник D, примаће онолико више енергије колико је површина објектива већа од површине ока, тј.

$$\pi \cdot (D)^2/\pi \cdot (d)^2 = (D/d)^2.$$

Дакле, већ сасвим мали школски телескоп пречника објектива $D = 6$ cm примаће око 100 пута више енергије него око, док се највећим телескопом чији је отвор $D = 600$ cm (у СССР, на западном Кавказу) могу посматрати и објекти милион пута слабијег сјаја од оних које видимо слободним оком.

Окулар O_2 има основни задатак да формира што је могуће већи лик предмета. Увећање U које се постиже телескопом одређено је односом жижних даљина објектива F и окулара f тј.

$$U = F/f$$

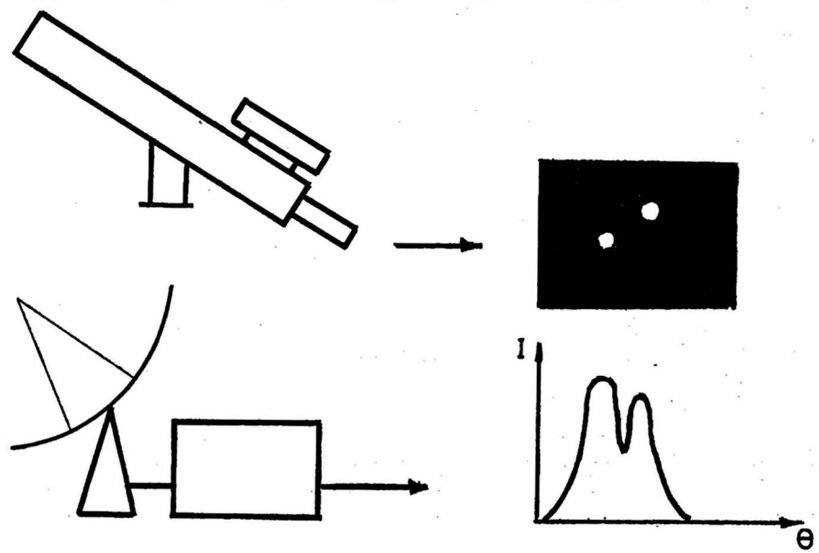
Дакле, увећање можемо да бирамо и утолико је веће уколико је жижна даљина окулара мања. Иако највећи телескопи могу повећати лик предмета и неколико хиљада пута, ретко се користи повећање веће од 500 пута (због турбулентности у атмосфери Земље и ограничења техничке природе).

Све што је речено важи и ако уместо сочива O_1, као објектив користимо огледало сферног или параболичног облика (L_1) у систему као на сл. 3. Овакви телескопи се називају — рефлекторски или просто рефлектори, јер рефлектују светлосне зраке од сабирне површине што доприноси мањим губицима енергије. И рефрактори и рефлектори имају извесне предности и мане што условљава њихову примену.

Већ смо видели да се сразмерно мали део енергије емитује у области коју човечије око може регистровати. Зато постоје инструменти који су подешени да региструју зрачење других таласних дужина. Телескопи који се користе за електромагнетно зрачење таласне дужине веће од око 1 cm (радио-таласи) називају се радио-телескопи. Улогу објектива преузима велико метално огледало, а улогу окулара — електронски систем за детекцију и појачање прикупљене енергије. Радио-телескоп не показује лик објекта онако како то чини оптички телескоп, већ даје интензитет примљене енергије на оној таласној дужини за коју је телескоп подешен На сл. 4 шематски је приказано како лик „виде" телескоп рефрактор и радио-телескоп. Објект је, у првом случају, двојна звезда коју оком видимо као једну сјајну тачку, а тек телескоп показује да се ради о два блиска извора зрачења. У другом случају реч је о два блиска радио-извора.

Овде смо дошли до још једне значајне особине телескопа: он је у стању да „раздвоји" блиске тачке више него што је око у стању да то уради. Ова особина се назива раздвојна моћ. Карактерише је однос D/λ, што показује да је раздвојна моћ утолико већа, тј. да се могу „раздвојити" утолико ближи објекти, уколико је пречник објектива телескопа већи. Али радио-телескопи детектују зрачења чија је таласна дужина бар 10 000 пута већа него таласна дужина видљиве светлости. Да би радио-телескоп имао исту раздвојну моћ као и оптички телескоп он мора имати бар десетак хиљада пута већи пречник од оптичког. Исту раздвојну моћ као кавкаски телескоп имао би радио-телескоп пречника око 60 km, када би посматрао на таласној дужини од око 1/2 cm.

За таласе чија је таласна дужина око 100 m биле би потребне антене пречника скоро једнаког пречнику Земље. Овакви се телескопи заиста технички не могу извести, па се користе специјалне методе посматрања и обраде посматрања.



Сл. 4.

Лик двојне звезде како га види оптички телескоп и запис интензитета I *двојног радио-извора како га зајажа радио-телескоп. Угао* θ *се мери дуж изабраног лука на небу.*

Проблеми са детекцијом зрачења из других области електромагнетних таласа још су већи, јер је Земљина атмосфера одличан апсорбер за ова подручја. Ипак данас се већ успело да се телескопи осетљиви на пример на X-зраке, инфрацрвене и микроталасе, као и дуже радио-таласе избаце ван Земљине атмосфере, и да ту мере зрачења недоступна са Земљине површине.

Хиљадама година једини оптички инструмент који је стајао човеку на располагању било је његово око. Коришћењем телескопа настаје права револуција у знању о простору и телима која нас окружују.

Али колико тек значајних појава не бисмо приметили да се стало на оптичким телескопима!

Основно у астрономском посматрању је начинити документ о појави која се десила: снимити криву промене сјаја промењиве звезде, или екдипсно двојне, снимити спектар објекта који зрачи, фотографисати одређени део неба и анализирањем снимка уочити промене неких особина (промену сјаја, положаја и слично). Многе од ових појава човечије око не би могло регистровати, или би то учинило изузетно тешко и нетачно пре свега зато што се појаве релативно споро дешавају, али и због тога што око није подједнако способно да реагује на зрачења из различитих области електромагнетних таласа.

Дакле, да бисмо сазнали стварни изглед Васионе није довољно да је истражујемо само у областима неких таласних дужина, већ у целом спектру електромагнетног зрачења. Изглед неба ће се битно изменити у зависности од тога у којим таласима „гледамо". Тако на пример на „радио-небу" нестала би позната сазвежђа, а истовремено би се појавили неки нови објекти чије је зрачење у овој области таласних дужина изузетно богато (пре свега радио-извори у Касиопеји и Лабуду). Ту би био и веома сјајни Млечни Пут и Сунце. Ако бисмо регистровали још дуже радио-таласе (преко 30 m) радио-Сунце би се видело као таман објекат на сјајној позадини Млечног Пута.

Ултраљубичасти таласи би такође дали својеврсну слику Васионе ($\lambda < 400 m\mu$): Сунце би и даље било најсјајније тело на небу, али би његов сјај био много мањи него што то видимо у визуелном делу електромагнетних таласа. Месец и планете не би били сјајни како смо навикли, већ би се појавила друга сјајна тела (на пример једна звезда у Ориону).

И на „рентгенском" небу се не бисмо лако снашли. Чак Сунце не бисмо лако препознали. У сазвежђу Скорпија, запазили бисмо блистав рентгенски извор.

Ни једна од ових слика Васионе, сама за себе не може да пружи одговоре на сва питања. Тек њено проучавање у најширем спектру зрачења може допринети бољем и тачнијем схватању простора и тела која нас окружују.

И на крају још једна веома важна напомена: сви процеси су склони промени — ништа у бескрајно великом простору око нас не остаје вечно, сваког тренутка свет постаје другачији. Зато, да би ма какво посматрање, фотографија или цртеж имали било какав научни, астрономски значај неопходно је да се тачно зна тренутак када је посматрање обављено, фотографија или цртеж начињени, да се са што је могуће већом тачношћу познаје тренутак када се одређени процес догодио. Тек тада посматрање постаје документ који може утицати да се део загонетке зване ВАСИОНА реши.

Чабрић М. Нинослав

ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

ПИТАЊА ИЗ ТЕСТОВА ЗА ОСНОВНЕ ШКОЛЕ

У оквиру покрета „Наука младима" такмиче се и млади астрономи. Сваке године такмичење да некодико радова високог аматерског домета. Из тог разлога и великог интереса за астрономију код ученика основних школа изазваног развојем астронаутике и човековим посетама Месецу, од 1975. године у Србији је активност покрета из астрономије проширена и на основне школе. Број такмичара брзо расте из године у годину, мада астрономија као предмет у основној школи не постоји. Да бисмо помогли ученицима и наставницима, најчешће географима, који воде астрономске секције, објављиваћемо питања и задатке са тестова. У овој рубрици наћи ће се и типични задаци из збирки и уџбеника, као и кратка објашњења појединих појмова. Дајемо избор питања из тестова за ученике основних школа у СР Србији 1975. године.

1. Који су основни делови телескопа? (Објектив и окулар)
2. Како се назива сјајни метеор? (Болид)
3. Која сјајна звезда је најближа северном небеском полу? (Северњача)
4. Који је угао већи: 20° или 1^h20^m? (Једнаки су)
5. Како се назива најсјајнија звезда на нашем небу и у ком сазвежђу се налази? (Сиријус, Велики Пас)
6. Како се назива велики круг на небеској сфери по коме се Сунце привидно креће око Земље? (Еклиптика)
7. Има ли Месец атмосферу? (Нема)
8. Како се назива телескоп са огледалима? (Рефлектор)
9. Да ли су Влашићи сазвежђе? (Нису)
10. Утиче ли Сунце на појаву поларне светлости? (Да)
11. Колико увећање даје телескоп жижне даљине 800 mm ако се користи окулар од 20 mm? (40 пута)
12. У ком сазвежђу се надази Ригел, а у ком Регул? (Орион, Лав)
13. Како се назива растојање које светлост пређе за годину дана? (Светлосна година)
14. Да ли се поклапају северна тачка на хоризонту места у СФРЈ и небески пол? (Не)
15. Може ли се Меркур видети ујутро на западном хоризонту? (Не може)
16. Са које стране Сунчевог диска почиње помрачење Сунца? (Са западне)
17. Како се назива време између два узастопна горња пролаза исте звезде кроз меридијан? (Звездани дан)
18. Постоји ли на Месецу кратер са именом Руђер Бошковић? (Постоји)
19. Како се назива растојање са ког се полупречник Земљине путање око Сунца види под углом од једне лучне секунде? (Парсек)
20. Како се називају сазвежђа која видимо целе године? (Циркумполарна)
21. Које звезде имају вишу температуру: плаве или црвене? (плаве)
22. Како се називају Марсови сателити? (Фобос, Деимос)
23. Колико приближно износи циклус Сунчеве активности? (11 година)
24. Колика је хоризонтска висина у тренутку излаза звезде? (0°)
25. Може ли се са Земље посматрати опозиција Венере? (Не може)

Томић Александар

НОВОСТИ И БЕЛЕШКЕ

Тачније астрономске константе. — Генерална скупштина Међународне астрономске уније усвојила је 1976. године у Гренобл нове вредности за астрономске константе, од којих дајемо следеће:

брзина светлости у вакууму
$c = 299\ 792\ 458\ \mathrm{m\ s^{-1}}$,
Јединица дужине (раније звана астрономска јединица)
A J = 1,495 97870 x 10^{11} m,
време за које светлост пређе јединицу дужине Та = 499, 004 782 s,
екваторијални пречник Земље
$a_e = 6\ 378\ 140$ m,
спљоштеност Земљиног елипсоида $f = 1/298,257$,

пречници:		
	Меркура	2439 km
	Венере	6052 km
	Марса	3397,2 km
	Јупитера	71 398 km
	Сатурна	60 000 km
	Урана	25 400 km
	Нептуна	24 300 km
	Плутона	2 500 km.

У новом систему маса Месеца је 0,012 300 02 или 1/81,300 68 маса Земље. Маса Сунца је 328 900,5 пута већа од масе система Земља-Месец. Однос Сунчеве масе ка маси других планета (заједно са сателитима уколико их имају) је за:

Меркур	6 023 600
Венеру	408 523,5
Марс	3 098 710
Јупитер	1 047,355
Сатурн	3 498,5
Уран	22 869
Нептун	19 314
Плутон	3 000 000.

Последња величина је условна јер маса Плутона није позната са довољном тачношћу.

Дате су и тачније вредности маса Галилејевих сателита Јупитера. У јединицама од 10^{-5} масе Јупитера, маса Ио је 4.70, маса Европе 2.56, Ганимеда 7,84, Калиста 5,6. Маса Сатурновог сателита Титана је 0,000241 маса Сатурна, а Нептуновог сателита Тритона 0,002 масе ове планете.

Подробније о систему астрономских јединица се може наћи у „Transactions of IAU, XVI B".

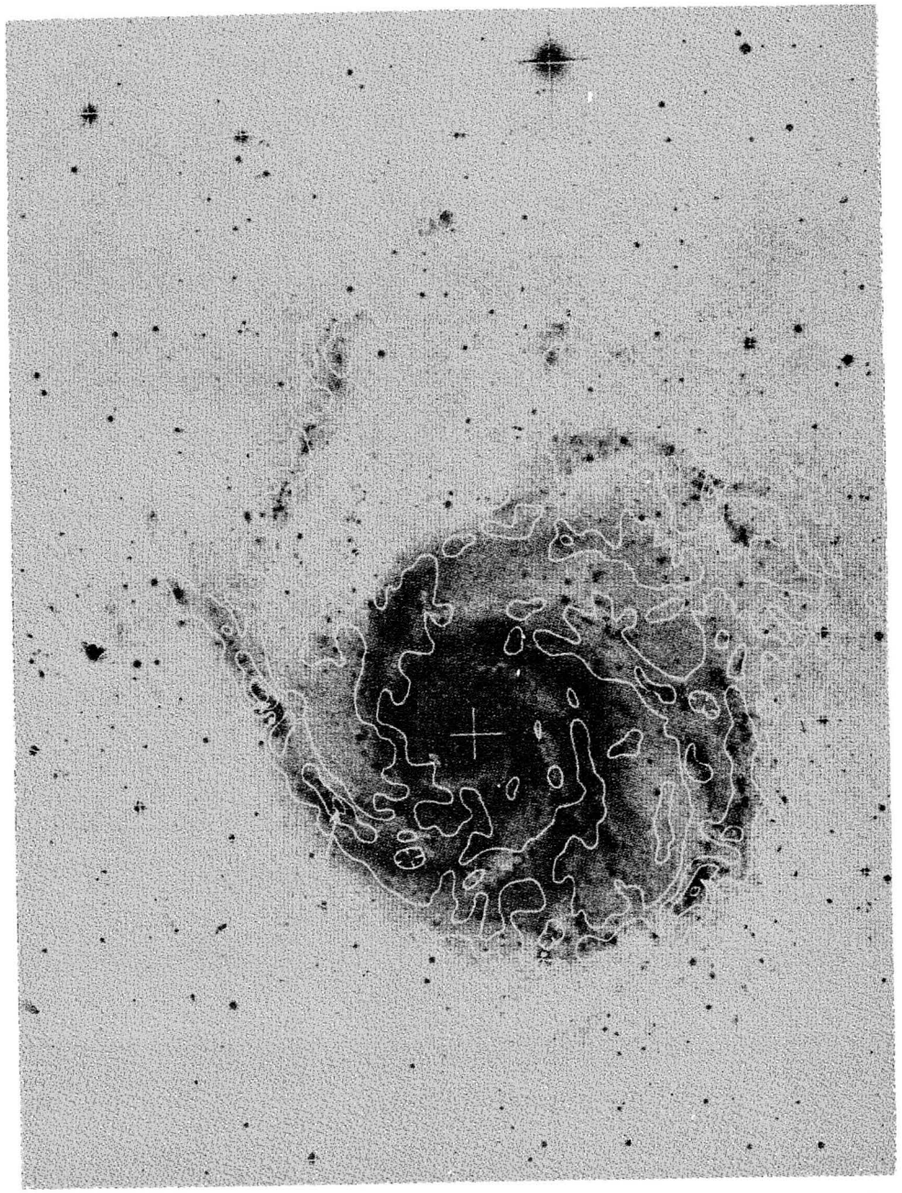
Мр Милан С. Димитријевић и
Мр Ј. Милоградов-Турин

Нова могућност за везу са космичким цивилизацијама. — За евентуални контакт са космичким цивилизацијама, данас су човечанству на располагању два метода — веза помоћу електромагнетских таласа (ту спадају и радио-таласи), и лансирање космичких апарата. Д. Џонс предлаже трећи метод, који се заснива на убрзавању елементарних честица до субсветлосних брзина. По његовом прорачунима за то је потребна енергија 10^{10} — 10^{15} електрон волта. Да би се избегао утицај магнетног поља Земље, акцелератор за стварање управљених снопова електрона или протона требало би изградити на Месецу који нема атмосферу и магнетосферу.

Ако флукс високоенергетских честица желимо да управимо на планету чији је радијус орбите 1 милијарда километара и која се налази на растојању од 10 светлосних година, потребан нам је генератор снаге 10^{11} W. (Снага постојећих генератора не превазилази 10^{9}W) Да би ванземаљске цивилизације посумњале у вештачко порекло сигнала, предлажу се три начина њихове модулације: по садржају (убрзавати сукцесивно протоне и електроне), по енергији и импулсна модулација. Џонс такође предлаже истраживачима космичких зрака, да приликом регистрације високоенергетских честица узму у обзир могућност њиховог вештачког порекла.

Spaceflight, 1977, **19**, 3
Земля и Вселенная, 1977, 6, 55.

Мр Милан С. Димитријевић



Суперпозиција контура расподеле H I и снимка галаксије M 101 начињене у плавој светлости. Важно је уочити добро слагање радио и оптичких објеката. Три историјске супернове су дате белим тачкама. Крст у средини одговара једној H II области, једном слабом радио-извору и средишту галаксије како би се извело из расподеле сјаја на снимку. Треба запазити и то да се систем, у унутрашњој области двокрак, претвара у спољној области у вишекрак.

VASIONA



ČASOPIS ZA ASTRONOMIJU I ASTRONAUTI

Спирална галаксија M 51 (NGC 5195) звана Вртлог у сазвежђу Ловачки Пси. Уочена величина јој је око 9' x 9', пр величина 8,2, а даљина око 3,8 Мрс. Класификована је као Sc. С обзиром да је великог угловног пречника, да има занимљ пратиоца NGC 5195 и да се види површинице, M 51 је била предмет интензивног изучавања од стране радио-астро са жељом да се нађе веза између радио-зрачења и оптичког зрачења галаксија. На снимку су представљене линије једн радио-температура нацртане преко снимка ове маглине са Моунт Паломарским телескопом. Већи бројеви одгов већим температурама односно већем радио-зрачењу. Области унутар којих су уцртане цртице управне на пра линију су области где је радио-јачачење слабије но у околини. Као што се може запазити области највећих температ леже са унутрашње стране спиралних грана. Пошто је то мерење вршено на 1415 MHz, то значи да највећи део зрачења потиче од релативистичких електрона који се крећу у магнетном пољу. То тзв. синхротонско зрачење релат стичких електрона се према овом раду показало повезано просторно са оним областима где има највише прашине низовани водоник лежи ближе спиралним гранама које се виде по сјајним младим плавим звездама, но што лежи прам Прашина и електрони се први сабију када налете на спирални талас густине .

Јасно се види да постоји између M 51 и њеног пратиоца NGC 5195 јако узајамно дејство. Север је десно.



ВАСИОНА



ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИКУ

ДВАДЕСЕТПЕТ ГОДИНА „ВАСИОНЕ“

◐

ЦРНА РУПА

◐

ЛИНОВА ТЕОРИЈА СПИРАЛНЕ СТРУКТУРЕ

◐

ИСТОРИЈСКА ИСТРАЖИВАЊА

◐

МАГНЕТНА ПОЉА ПЛАНЕТА

◐

ПОСМАТРАЊЕ ВЕНЕРЕ

◐

ТЕЛЕСКОПИ

◐

1978 - 2

100. БРОЈ

Globularno jato M 15 u sazvežđu Pegaz je intenzivan izvor X-zrakova. Ovaj snimak je načinjen na opservatoriji Maunt Vilson. Još uvek nije razjašnjeno zašto su slična jata izvori X-zrakova. Ima mišljenja da je u središtu takvog jata masivna crna rupa ili crna rupa kao član dvojnog sistema koji pripada jatu.



VASIONA

REVUE D'ASTRONOMIE ET D'ASTRONAUTIQUE

ANNÉE XXVI
1978 № 2
BEOGRAD

Bulletin de la Société Astronomique „R. Bošković". Adresse: VASIONA, Narodna opservatorija, Kalemegdan, Gornji Grad, Beograd, Yougoslavie

САДРЖАЈ

Академик Т. Анђелић: *Поводом двадесетпетогодишњице „Васионе"* . 25
Др П. Грујић: *Црна Рупа* 27
Др Б. Балаж: *Спирална структура наше Галаксије* (II) 31
Др Б. Шеварлић: *Шта су неастрономи открили у астрономији* (I) . 38
Мр Ј. Милоградов-Турин: *Радио-блескови и магнетна поља планета* . 41
M. Beslić: *Rezultati promatranja Venere 1976/77* 44
А. Томић: *Шта је телескоп* 48
In memoriam: *Георгије Бороцки* 54
Новости и белешке 54

МОЛИМО ЧЛАНОВЕ АСТРОНОМСКОГ ДРУШТВА „РУЂЕР БОШКОВИЋ" И ПРЕТПЛАТНИКЕ „ВАСИОНЕ" ДА ОБНОВЕ ПРЕТПЛАТУ ЗА 1978. ГОДИНУ

Издавачки савет

Академик ТАТОМИР АНЂЕЛИЋ, НЕНАД ЈАНКОВИЋ, Др АЛЕКСАНДАР КУБИЧЕЛА, Мр ЈЕЛЕНА МИЛОГРАДОВ-ТУРИН, Инж АЛЕКСАНДАР ПОПОВИЋ, Мр МАРИЈА ПОТКОЊАК, Др СОФИЈА САЦАКОВ, АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ, НИНОСЛАВ ЧАБРИЋ, Проф Др БРАНИСЛАВ ШЕВАРЛИЋ

Уређивачки одбор

Др РАДОВАН ДАНИЋ, Др МИЛАН ДИМИТРИЈЕВИЋ, НЕНАД ЈАНКОВИЋ, Др АЛЕКСАНДАР КУБИЧЕЛА, Мр ЈЕЛЕНА МИЛОГРАДОВ-ТУРИН, Инж. АЛЕКСАНДАР ПОПОВИЋ, АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ, НИНОСЛАВ ЧАБРИЋ, Проф Др БРАНИСЛАВ ШЕВАРЛИЋ

Главни одговорни уредник
Мр ЈЕЛЕНА МИЛОГРАДОВ-ТУРИН
Помоћник уредника АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ
Насловну страну израдио ПЕТАР КУБИЧЕЛА

ВАСИОНА, часопис за астрономију и астронаутику. Издаје Астрономско друштво „Руђер Бошковић", уз учешће Републичке заједнице за научни рад СР Србије. Годишња претплата НД 32, за ученике свих школа ако поруче одједном најмање десет примерака по НД 20, а за иностранство НД 64. Појединн број НД 8. Власник и издавач Астрономско друштво „Руђер Бошковић", Београд. Уредништво и администрација: Београд, Народна опсерваторија, Калемегдан, Горњи Град. Тел. 624-605. Рукописи се не враћају. Претплате слати у корист рачуна број 60806-678-6639

На основу мишљења Републичког секретаријата за културу број 413-665/74-02 од 27. XII 1974. ово издање је ослобођено пореза на промет

Штампа: ШИРО „Србија", Београд, Мије Ковачевић 5

ВАСИОНА

ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИКУ

ГОДИНА XXVI
1978 БРОЈ 2
БЕОГРАД

ПОВОДОМ ДВАДЕСЕТПЕТОГОДИШЊИЦЕ „ВАСИОНЕ"

По већ устаљеном обичају за сваку активност, и личну и друштвену, после одређених периода времена истиче се оно што је постигнуто и што се могло постићи и указује на вредност обављеног посла. Таквим се осврћемо на протекло време и протекле напоре предочава оно што је учињено и како је учињено и указује на пут за даљу активност.

Тако је наш часопис „Васиона", основан 1953. године, као часопис за астрономију и астронаутику, који издаје Астрономско друштво „Руђер Бошковић", у извесном смислу наставак предратног часописа „Сатурн", који је од 1935—1940. године издавало тадашње Астрономско друштво. И док је „Сатурн" излазио као „популарна и стручна ревија" за астрономију, метеорологију, геофизику и геодезију са циљем „да се користи националној култури" и имао свој популарни и стручни део и највише био посвећен популарној астрономији, дотле је „Васиона", основана у стилу са временом, као *часопис за астрономију и астронаутику*. У својој речи читаоцима Уређивачки одбор „Васионе" 1953. год. каже:

„Код нас се већ доста времена осећа потреба за покретањем једног астрономског часописа, у коме би љубитељи ове науке нашли занимљиве и поучне чланке и преко којега би били обавештени о најновијим достигнућима на њеном све пространијем пољу".

„Са друге стране, убрзаним корацима приближује се своме остварењу давнашњи сан целог чеовечанства, маштање којему се одаваху толики велики умови од најстаријих времена, да се једном раскину окови теже и човек вине у неизмерни звездани простор, међу друге светове".

„Овај часопис, . . . намењен је у првом реду популаризацији астрономије и астронаутике," али „погдекоји чланак можда неће бити сасвим приступачан читаоцу недовољно упућеном у све проблеме ових наука".

Тиме је био јасно постављен циљ часописа и као његови оснивачи су се појавили: Астрономско друштво „Руђер Бошковић" и Астронаутичко друштво из оквира Ваздухопловног савеза Југославије.

Прошло је двадесет пет година од оснивања „Васионе" и оне су непобитно показале да је ова публикација била корисна и потребна нашем друштву, да се рад није одвијао без тешкоћа и да се свакако при бољим условима могло више постићи, али пређени пут је јасно обележен. Постигнути резултати се ни на који начин не могу обезвређивати и ниподаштавати.

Јер, треба бити начисто, да смо ми земља, у којој такорећи није било наставе астрономије ни на универзитету до после Првог светског рата. И прва права астрономска опсерваторија је изграђена у земљи тек после Првог светског рата. Ето, у таквој средини, готово без икакве традиције у вези са астрономијом и са врло, врло ретким школованим

астрономима нашло се довољно побуда и снаге за оснивање предратног „Сатурна" и пре 25 година данашње „Васионе". Ништа није постојало: ни поуздано обезбеђена материјална база, ни штаб сталних сарадника, па чак ни стални читаоци, иако је часопис нужно био упућен на претплату. Постојало је само велико прегалаштво и спремност на жртве оних неколико астронома и што је најважније неколицине великих љубитеља астрономије, који су се, иако нешколовани астрономи и заузети својом основном професијом, толико удубили у астрономију да им је постала скоро стручна радна област а не само неки „*hobby*". Од бројних оваквих посленика сматрам да посебно овом приликом треба поменути једног лекара, Радована Данића и једног правника, Ненада Јанковића. И док су стручњаци из астрономије и понеки из астронаутичких области обављали своју сарадњу у „Васиони" узгред уз свој стручни рад, ови други су то радили, мимо своје редовне радне обавезе, из чисте љубави према астрономији и уверења да јој треба поклањати више пажње. Оваквих љубитеља од изузетног значаја у оној широкој области астронаутике није било.

Часопис „Васиона" је излазио четири пута годишње, нажалост не увек баш редовно и садржавао је чланке, међу којима и оне озбиљног високог стручног садржаја, а затим новости и белешке о збивању у области не само астрономије већ и астронаутике. Од посебног су значаја била текућа обавештења о небеским појавама, о лету сателита, о раду друштва и његових секција. Никако није занемаривано ни питање образложења потребе увођења наставе астрономије у тзв. средње школе и стално је истицан значај астрономије не само у астронаутици већ и друштву уопште као сазнајног и васпитног средства.

Сарадници „Васионе" су од академика до студената. Тако се у часопису налазе прилози и астронома академика пок. Војислава Мишковића, а објављен и један прилог нашег геофизичара и астронома академика пок. Милутина Миланковића, познатог по теорији сукцесије ледених доба: „Математичка теорија топлотних појава проузрокованих Сунчевим зрацима" (Васиона, II год. 1954) који је, по одобрењу аутора прештампан из Миланковићевих „Успомена, доживљаја и сазнања", II део, 1952.

Последњих година часопис издаје само Астрономско друштво „Руђер Бошковић" и осећа се мања сарадња стручњака из области астронаутике, што је за жаљење, али постоји нада да ће се то изменити.

На крају овог двадесетпетогодишњег периода, наш осврт на протекли период излажења „Васионе" показује непобитно да је уложен велики труд и да је у врло скромним условима постигнут запажен резултат. То је свакако успех, јер, не треба заборавити да се радило о тзв. пионирском послу у једној ипак неразвијеној средини, која истина журно граби напред, али јој треба у том њеном напредовању и помоћи да би достигла највиши културни ниво. А то се без звезда не може ни замислити!

Дакле, нека је срећан двадесетпети рођендан „Васиони" и нека још дуго година траје и доживљује нове јубилеје у бољим условима и са још значајнијим успесима.

Академик *Татомир П. Анђелић*

ЦРНА РУПА

Како извештава Плутарх, један индијски мудрац, гимнософист, на питање Александра Великог: која је животиња најлукавија? одговорио је: „Она коју човек још није познао".

Од свих становника небеског „зверињака" црна рупа је без сумње најзагонетнија звер, како астрофизичари често зову неке необичне васионске објекте. Лов на ову „Животињу" траје већ годинама, без икаквог успеха, иако се астрофизичарима више пута чинило да су јој на трагу — црна рупа би увек „у последњем тренутку" измакла њиховом домашају. Ако такви небески објекти стварно постоје, онда су заиста најлукавије звери са којима човек може да се сретне. А како ћемо видети и најпрождрљивије.

Но зашто се уопште трага за тим небеским „канибалима" и откуда уопште идеја о њиховој евентуалној егзистенцији? На прво питање је тешко дати одговор, као што није лако схватити зашто неке животиње уживају да задиркују змију отровницу. Радозналост или нешто више од тога? Но тај проблем, ма како био интересантан, неће бити предмет нашег интересовања овде. Ми ћемо се сада ограничити на други део постављеног питања, који се може формулисати и као: откуда долазе црне рупе?

Одговор на овако питање, буквално схваћено, врло је лак: из глава неких теоријских физичара. Овде ћемо само скицирати развитак идеје о „апсолутној клопци", како црну рупу замишљају многи мада не и сви теоретичари, као и физичке основе теорије на којој почива једна таква идеја. При томе ће нас поглавито интересовати физичка страна проблема, док ће његови астрофизички аспекти бити само дотакнути. Почећемо од дефиниције црне рупе, апстрахујући при томе њену могућу реализацију. Пре свега, зашто „црна"? Овај термин упућује на аналогију са *црним тѣлом*, идеализованом физичком објекту који, по дефиницији, апсорбује свако електромагнетно зрачење које падне на њега. Пошто се наш визуелни контакт било са којим предметом остварује детекцијом зрачења (у оптичком дијапазону спектра) које долази од предмета, било да је у питању емитовано или одбијано зрачење, црно тело би, у принципу било невидљиво. Црно и није, уствари, боја, већ недостатак свих боја. Ниједан материјал нема поменуте особине, па према томе ништа није апсолутно црно. Ни сам проблем црног тела није тако „црн" — физичари су се сетили да направе модел, који веома добро одговара дефиницији црног тела. Тај модел је интересантан за нас овде, јер представља „механичку" реализацију једне битне особине црне рупе, о којој ће бити речи касније. Ради визуализације практичног решења, замислимо термос боцу која уместо отвора има веома малу рупицу кроз коју може светлост да продре унутра. Као што знамо, светлост се може замислити као мноштво „честица" *фотона*, носилаца електромагнетне енергије. Када један такав фотон упадне у боцу он ће се одбијати од њених зидова и остати заувек у њеној унутрашњости. Ако би се то дешавало са фотонима свих енергија E, које су повезане са својим фреквенцама ν Ајнштајновом релацијом:

$$E = h\nu \qquad (1)$$

где је h Планкова константа, имали бисмо идеално црно тело. Управо приказана особина црног тела није једина његова карактеристика, али је она довољна за илустрацију појма „црн". Овде треба нагласити да „црн" није исто што и „невидљив" — прозрачне супстанце (стакло, вода, ваздух . . .) нису црне, јер не абсорбују зрачење. Што се термина „рупа" тиче, треба напоменути да се код нас понегде употреб-

льава и израз *црна јама*. Црна рупа (на енглеском *black hole*, на француском *trou noire*) и није ништа друго до једна ефективно бесконачно дубока *потенцијална јама*, у којој сваки физички објекат као да има бесконачно велику (негативну) потенцијалну енергију.

А сада, после ове мале етимолошке дигресије, вратимо се самој црној рупи, али само у мислима! Који закони физике упућују на могућност егзистенције једног таквог „монструма" који узима све а не враћа ништа, како ћемо ускоро видети? Као и многи други фундаментални проблеми савремене физике и астрофизике и идеја црне рупе води нас до Њутна, овог пута до његовог закона универзалне гравитације:

$$F=G\frac{mM}{r^2},\quad G<O \tag{2}$$

Ако предпоставимо да имамо случај $M\gg m$, према (2) излази да маса M (узмимо да је непокретна) привлачи масу m силом која је обрнуто пропорционална њиховом међусобном растојању, са фактором пропорционалности GMm. Три су особине закона гравитационог привлачења битне за наша даља разматрања. Прве две су одмах уочљиве из самог аналитичког израза (2): 1. гравитациона сила је увек привлачна 2. апсолутна вредност силе F може бити произвољно велика, ако је само r довољно мало. Узгред, прва од наведених особина битно разликује Њутнов од сличног Кулоновог закона (маса не може бити никад негативна величина).

Зашто се, међутим, у природи нисмо, бар до сада, срели са бесконачно великим силама? Одговор постаје јасан чим боље погледамо формулу (2): r не може бити мање од неке доње границе r_0, која је одређена димензијама тела са масама M и m (закон о непробојности). Само код идеализованих тачкастих маса може r бити произвољно мало. 3. Закон универзалног привлачења важи за све физичке објекте, тј. за све реалне ствари које срећемо у природи. За ову последњу особину имамо да захвалимо Ајнштајну и његовој чувеној релацији:

$$E=mc^2 \tag{3}$$

која имплицира да се сваком физичком феномену може приписати маса. Тако фотон са енергијом, датом релацијом (1) има масу:

$$m=h\nu/c^2 \tag{4}$$

како следи из (1) и (2). Како је фотон са своје стране само једна од наших слика електромагнетног зрачења, напред речено може се схватити да важи било за који облик кретања: механичко, таласно итд. Гравитационо привлачење је, дакле, опште својство материјалног света. Нешто апстрактнијим језиком речено гравитација је једна универзална категорија физичког света, таква као што су то простор и време. Зато је природно запитати се да ли су поменути појмови у некој функционалној вези и ако јесу, како се то одражава на нашу слику света. Одговор на ово питање даје Општа теорија релативитета (О.т.р.), коју је Ајнштајн објавио још 1916. г. Теоријски прилаз црној рупи и јесте најприроднији помоћу ове теорије, но како се с једне стране О.т.р. аналитички изражава веома апстрактним математичким апаратом, а с друге стране имамо да се велики део особина црне рупе може извести из веома једноставне Њутнове теорије гравитације (тачније, из (2)), ми ћемо се ограничити на ову последњу.

Почећемо од важног појма *брзине избављења*, термином са којим су се у нашој ери космичких путовања фамилијаризовали и лаици. Но како је он од критичне важности за наш проблем, потсетимо се каква је његова физичка садржина. Замислимо да се налазимо на (такође замишљеној) сфери полупречника R. Поставља се проблем: којом почетном брзином треба избацити масу m да би се ова удаљила бесконачно далеко од масе M? Пошто је потенцијал сваке масе једнак нули у бесконачности, имамо релацију:

$$\frac{1}{2}mv^2(R)+G\frac{Mm}{R}=\frac{1}{2}mv^2(\infty) \tag{5}$$

Најмања вредност брзине $v(R)$ биће очигледно када је $v(\infty)=0$, дакле, имамо за минималну брзину „избављења":

$$v^2_{\min}=\frac{2GM}{R} \tag{6}$$

Како десна страна једначине (6) може бити произвољно велика, за произвољно мало R, излази да и брзина избављења мора бити произвољно велика, такође. Наш закључак се не би променио ни да смо у једначини (6) узели релативистички израз за кинетичку енергију. Но у једној другој ствари Специјална теорија релативитета битно мења ситуацију, својим постулатом да се ниједно тело не може кретати брже од брзине простирања светлости у вакууму (c). Из овога и (6) следи да је најмањи полупречник сфере са које се још увек може побећи (у бесконачност!):

$$R_{\min}=\frac{2GM}{c^2} \tag{7}$$

Овакву једну ситуацију замислио је још Лаплас, констатујући да ако је нека звезда довољно масивна и довољно малог полупречника, са њене површине неће моћи да се спасе чак ни светлост. $R_{\min}$ из (7) обично се зове *гравитациони радиус* (r_g), а одговарајућа сфера *Шварцшилдова сфера*, по немачком физичару. Користећи се једначинама Опште теорије релативности Шварцшилд је показао да се добија баш толика вредност за r_g као што је дато са (7), али и нешто, са астрофизичке тачке гледишта много важније: гравитациона сила за $r=r_g$ постаје бесконачно велика. Другим речима, ниједно (статично) тело, па у том погледу и звезда, не може имати полупречник мањи од r_g. Сваки небески објект има свој гравитациони радијус — за Сунце: $r_g=2{,}96$ km, за Земљу: $r_g=0{,}443$ cm. На тај начин ако бисмо Сунце сабили до његове Шварцшилдове сфере, на његову површину би деловала бесконачно јака гравитациона сила, која би његову целокупну масу сабила до изванредно мале запремине. Колика би била та запремина садашња теорија није у стању да поуздано предвиди, просто зато што ми не знамо како се материја понаша при тако великим густинама. Но овде то за нас није ни важно, битно је да за $r<r_g$ ништа, па ни светлост, не може да се избави. Све што се одиграва унутар Шварцшилдове сфере остаје заувек тајна за спољашњег посматрача. Зато се таква замишљена површина и зове *хоризонт догађаја*. Шварцшилдова сфера понаша се тако као полупропустљива мембрана — информације из спољашњег света пролазе у њену унутрашњост, али обрнуто не важи. Као што се зна, пренос информације значи увек транспорт енергије, енергија значи маса, маса значи гравитациона сила. Уласком било којег физичког објекта унутар хоризонта догађаја губимо сваку информацију о њему (осим, наравно, да је унутра), што са своје стране значи да ентропија материје у црној рупи може само да расте — што је у складу са Другим принципом термодинамике.

Колико су подаци о црној рупи поуздани? Сва наша разматрања била су базирана на најфундаменталнијим законима физике. Истина, како смо већ поменули, Њутнова теорија гравитације није сасвим адекватна за теорију црне рупе, а посебно не за објашњење њеног евентуалног настанка, но и Општа теорија релативности даје квалитативно исте резултате у погледу неких битних особина напег црног „канибала". Но Општа теорија релативности даје осим тога још једну могућност за интерпретацију необичних физичких појава везаних за црну рупу. У оквиру ове теорије могуће је „геометризовати" неке физичке појаве, па и дејство гравитационе силе која са своје стране одређује особине простора. Тако се говори о *закривљености простора*, о *временском току уназад* и сл. Овакви термини, ма колико доприносили елегантности једне физичке теорије, више замагљују праву физичку слику, него што доприносе бољем разумевању њене суштине.

Као пример, узмимо појаву немогућности светлосног зрака да „заувек" напусти хоризонт догађаја. Електромагнетно зрачење значи увек пренос енергије, било да се схвата као сноп фотона са енергијама $h\nu$ (ограничимо се на једну јединствену фреквенцу), или као класични електромагнетни таласи. Удаљавањем од хоризонта напоље потенцијална енергија фотона расте, док његова „кинетичка" енергија мора због тога да опада. Како је h универзална константа, излази да фреквенца ν мора да се смањује како се фотон удаљава од центра црне рупе. На језику теорије фотона свако напуштање хоризонта може се замислити као „кос хитац" — фотон се опет врати на хоризонт, са истом фреквенцом, с тим што му је фреквенца у „највишој" тачки путање имала неку минималну вредност.

Строго говорећи, све досада речено односи се на светлост емитовану из тачке произвољно блиске хоризонту. На самом хоризонту (и ту се Општа теорија релативности битно разликује од Њутнове) гравитациона сила је бесконачна и светлост није у стању уопште да напусти хоризонт.

С друге стране Општа теорија релативности каже да у јаком гравитационом пољу време „тече спорије". То практично значи да, са тачке гледишта оног који добија информације из тог дела простора, док се сам налази у области где је гравитациона сила мала, сви физички процеси одвијају се спорије, у односу на оне у његовој непосредној близини. Тако и електрони у атомима који зраче електромагнетне таласе осцилују са нижом фреквенцом (јер су и временске јединице мање) па ће и фреквенца зрачења бити пропорционално мања.

Имамо, дакле, две алтернативне интерпретације гравитационог „црвеног помака" — стару, Њутнову и релативистичку — Ајнштајнову. Прва је увек мање апстрактна и може да послужи као провера (квалитативна, наравно) неких појава које Општа теорија релативности предвиђа. Ова последња је заснована на другим принципима и методолошки може се овако скицирати: гравитациона сила је та која одређује особине простора и времена (тачније: простора-времена), док је светлост (и уопште електромагнетно зрачење) „инструмент" којим се те особине испитују. Ако светлосни зрак путује по кривој линији, онда кажемо да је простор закривљен. Исто тако ако је брзина светлости на хоризонту догађаја једнака нули за спољашњег посматрача, за њега време на тој површини „стоји". И не само то — унутар неких црних рупа специјалних особина време треба да „тече уназад". То практично значи да је редослед догађаја, како се одвијају у „нормалном свету" у таквој црној рупи обрнут — узрок постаје последица и обрнуто.

Црна рупа се уопште показала као идеалан „полигон" за Општу теорију релативности. И мада је данас познато неколико ефеката који верификују ову последњу, чињеница да се сви ови необични феномени могу констатовати на једном физичком

објекту, ствара утисак научно-фантастичне конструкције пре него озбиљне физичке теорије. То и није толико чудно — основе природних наука и леже далеко од „реалног", тј. свакодневног света, а за померање граница тих основа и потребно је заиста много имагинације — много више од произвољног стварања имагинарних светова научне фантастике. Да ли ће црне рупе остати заувек у овом имагинарном свету, или ћемо се (ми или наши потомци) заиста срести са том свемирском Лорелај, остаје засад отворено питање.

У овом напису свесно смо се ограничавали на чисто физичку страну проблема црне рупе, не зато што су њени астрофизички аспекти мање важни, већ напротив, зато што заслужују посебну пажњу. Овде ћемо само напоменути да историја трагања за црном рупом потсећа умногоме на истраживање *кваркова*, хипотетичних конституената неких елементарних честица, који између осталих невероватних особина имају разломљена наелектрисања. Више пута поверовали су физичари да су их детектовали, али се увек накнадно испостављало да су у питању „ангажоване интерпретације" експерименталних података. Према савременим астрономским подацима постоји више кандидата за црну рупу на небу, али се по правилу за сваки од њих испостави да му се уочене карактеристике могу објаснити и на други начин. Паралела са кварковима иде и даље: у оба случаја теорија предвиђа да се поменути објекти не могу запазити директно. Каква је сврха трагати за таквим „фантомима"? Да парафразирамо познату Помпејеву максиму — живети није неопходно, неопходно је истраживати.

Др *П. Грујић*
Институт за физику

СПИРАЛНА СТРУКТУРА НАШЕ ГАЛАКСИЈЕ (II)

ЛИНОВА ТЕОРИЈА ГРАВИТАЦИОНОГ ТАЛАСА ГУСТИНЕ СПИРАЛНЕ СТРУКТУРЕ

Као и код других спиралних галаксија, ротациона угловна брзина наше Галаксије такође представља функцију растојања од центра. Ако би спирални краци били цеви материје, они би били под утицајем сталне деформације, па би се после неколико обртаја завртнули и расформирали. Последњих година показало се да ово завртање не би могла да спрече ни магнетна поља, јер је интензитет поља свега $B \sim 3\,\mu G$, што су показала мерења Фарадејеве ротације поларизованог зрачења пулсара и других радио-извора, као и мерења Земановог раздвајања линије водоника на 21 cm. Из тих мерења следи да је магнетна густина енергије ($B^2/8\pi$) нешто мања од густине енергије турбулентног кретања међузвезданог гаса ($\rho_{gas}\, v^2_{turb}/2$), а знатно испод густине енергије која се добија од галактичке ротације гаса. Према томе, магнетно поље није у могућности да значајније и систематскије утиче на кретање гаса већих размера.

Проблем завртања, међутим, можемо заобићи, ако предпоставимо да материја у крацима није увек иста него да је крак састављен од локалних максимума једног таласа густине огромних размера, који је стално присутан у спиралној структури. Талас густине утиче и на распоред звезда и на распоред гасова, креће се у односу на материју звезданог система и због тога није обавезно под утицајем диференцијалне

ротације. Кретање и опстанак таласа густине обезбеђује се захваљујући поремећају који је таласне природе и изазван флуктуацијом густине у гравитационом пољу галаксије. Аналогну појаву налазимо у плазми без судара, само што је у њој поремећај електромагнетног поља узрок појаве таласа.

После раних покушаја Линдблада, који су довели до делимичног успеха, на фундаменталан значај галактичких таласа густине поново су указали C. C. Lin и његови сарадници. Према Линовој хипотези, познатој и као QSSS-хипотеза (quasi-stationary spiral structure), карактеристична структура спиралних галаксија настаје услед ротације неутралног таласа густине око језгра звезданог система. Амплитуда неутралног таласа густине не зависи од времена.

Према једначинама динамике гаса које се односе на очување маса, присуство таласа густине повлачи за собом пертурбацију простог кружног, односно елиптичног кретања звезда и међузвезданог гаса. У близини максимума густине кретање маса се успорава. Због тога брзина периодично флуктуира дуж галактоцентричне путање.

Кружна брзина ($v_{rot}(R) = R\,\omega(R)$) се мења са растојањем R мереним од центра. Та зависност се може дати у облику функције за сваку галаксију. Из облика те функције може се извести ротационосиметрични модел за распоред маса галаксије, као што је то учинио нпр. Schmidt 1965. г. Линове таласе густине је најједноставније сматрати за поремећаје са константном амплитудом, у моделу који је сам стационаран.

Космички објекти круже око галактичког центра обично по елиптичким путањама, мањих или већих ексцентрицитета. Према Линдбладу, њихово кретање се такође може описати елиптичним епициклима (Сл. 7). Епициклична фреквенција $\varkappa(R)$ обично се разликује од $\omega(R)$, и са њом се налази у оваквој вези

$$\varkappa^2(R) = (2\,\omega)^2\,(1 + R\,\mathrm{d}\omega/\omega\,\mathrm{d}R) \qquad (1)$$

$\omega(R)$ и $\varkappa(R)$ могу се сматрати сопственим фреквенцијама на галактоцентричном растојању R. Лако се може приметити да између горњих сопствених вредности и кружне брзине Ω_p круто ротирајућег таласа густине могу настати резонанције. Од ових су најважније следеће:

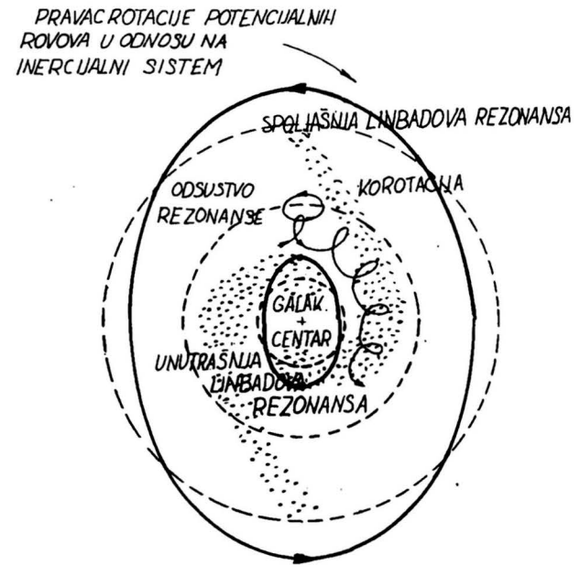
а) коротација: $\omega - \Omega_p = 0$ (2)

б) унутрашња Линдбладова резонанција: $\omega - \Omega_p = \varkappa/2$ (3)

в) спољна Линдбладова резонанција: $\omega - \Omega_p = -\varkappa/2$ (4)

Стални непертурбирани облици путања дати су на Сл. 7 у координатном систему који ротира угловном брзином Ω_p, што значи да су посматране путање у мировању у односу на спиралне краке. Сами резонантни полупречници, који одговарају резонантној кружној брзини, поред Ω_p зависе и од облика функције $\omega(R)$, тј. од распореда маса галаксије. Још је Линдблад у својој оригиналној теорији у великој мери искористио чињеницу да је у нашој Галаксији вредност $(\omega - \varkappa/2)$ у релативно широком подручју растојања независна од галактоцентричног растојања. За повољно изабрану вредност Ω_p, према (3), настаје резонанција у целом подручју. Унутрашње и спољне Линдбладове резонанције добијају значајну улогу и у Линовој теорији, јер одређују границе галактоцентричних даљина у којима се простиру таласи густине.

Наравно, у једној галаксији могу да опстану неутрални таласи густине само онда, када систем није погодан да у њему настану локални гравитациони колапси (Џинсове нестабилности). А. Тумри је још 1964. г. показао да у једном систему



Сл. 7.

Линдбладове епицикличне путање и резонанције у систему референције који се креће заједно са Линовим гравитационим потенцијалним рововима.

звезда, чија се дебљина може математички занемарити, неће се стварати Џинсове нестабилности, ако за локалне дисперзије пекуларних брзина радијалних компонената постојећих објеката важи ова неједнакост:

$$\langle v^2_{rad}\rangle^{1/2} > 3{,}36\,G\,\sigma/\varkappa \qquad (5)$$

Овде је σ површинска густина масе пројектоване на главну раван, $\varkappa$ епициклична фреквенција, G гравитациона константа. У близини Сунца критична вредност, према (5) износи 52 km/s, а ако се узме права дебљина 37 km/s. Последња вредност је скоро подударна са дисперзијом радијалних компонената брзине звезда патуљака старијег типа, које чине главну масу наше Галаксије. Ова подударност није случајна. Наиме, ако је у једној галаксији у почетку дисперсија испод критичне вредности, она ће због наступајућих колапса расти све дотле док је не стигне и док се не елиминише нестабилност. Нестанком Џинсових нестабилности престаје пораст и дисперзија брзине, што је по Линовом мишљењу веома значајно. У случају да дисперзија у знатној мери премаши критичну вредност, услови за простирање неутралних таласа густине постаће неповољни.

Пошто је спирална структура највећег дела галаксије стационарна појава у току дужег временског периода (а реч је о системима који су у великој мери изоловани од околине), за присуство спиралних кракова може да пружи задовољавајуће објашњење једино „самоподржавајући" неутрални талас густине. Параметре таласа можемо добити на следећи начин. Претпоставићемо да у распореду густине, који је обично ротационо-симетричан, наступа мањи поремећај:

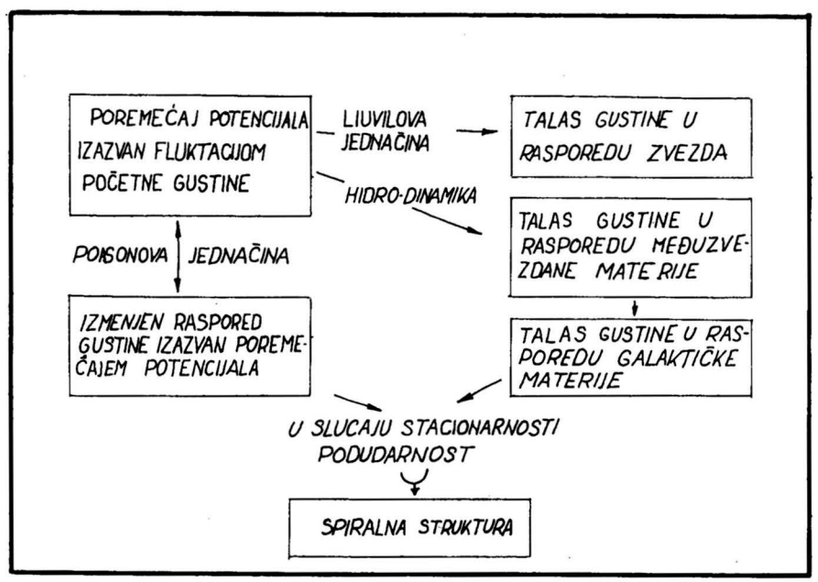
$$\sigma\,(\text{пертурбиран}) = \sigma_0\,(\text{мирујући}) + \sigma_1\,(\text{поремећај}),\ (\sigma_1 \gg \sigma)$$

Диференцијалне једначине (Лиувилова једначина, односно једначина континуитета, Ојлерова једначина, Поасонова једначина), које описују временско понашање распореда густине звезданог система, за потребе решавања по параметру σ_1 могу се линеаризовати и као решења дају, у случају испуњења услова (5), амортизоване неутралне таласе са повећаном амплитудом. Лин показује да је тип решења следећи:

$$\sigma_1(R, \theta, t) = S(R) \exp\{i^{\circ}\omega_c t - m\theta + \Phi(R)^{\circ}]\} \qquad (6)$$

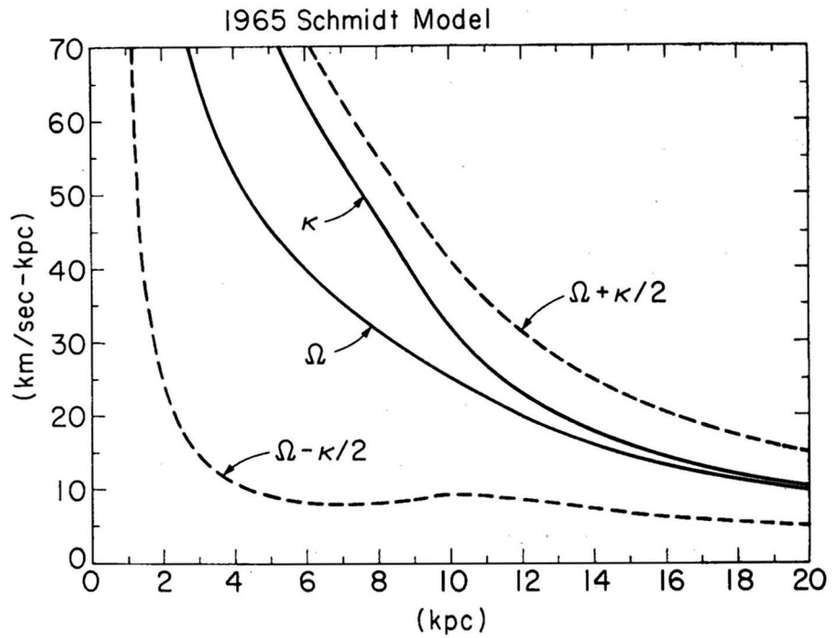
Овде су: R и θ галактоцентричне поларне координате, t време, $S(R)$ амплитуда таласа густине која је независна од времена и споро се мења са R, ωc реална константа, угаона брзина ротације спиралног таласа $\Omega_p = \omega_c/m$, m број линија максималних густина што се ствара у систему, $\Phi(R)$ радијална фаза таласа. Поремећај ће бити стационаран ако у пољу гравитационог потенцијала галаксије пертурбација која је изазвана доводи до тако малих промена у распореду густине да су оне једнаке почетној флуктуацији густине.

Знајући ову чињеницу могу се одредити функције и параметри на десној страни једначине (6). Из поремећаја потенцијала насталог од почетне флуктуације густине може се израчунати, користећи Поасонову једначину, потпуна промена густине изазвана овим поремећајем. С друге стране, према Лиувиловој једначини без судара, из основних хидродинамичких једначина може се израчунати промена просторне густине звезда, односно промена густине међузвезданог гаса. У случају стационарности, који нас интересује, решења која проистичу из Поасонове једначине морају да буду једнака са збиром флуктуације густине звезда, одн. дифузне материје.



Сл. 8.

Шема одређивања особина стационарних таласа густине према Лину.



Сл. 9.

Токови ротационе и епицикличне брзине (Ω и ρ) у нашој Галаксији. Назначена је и угловна брзина гравитационог рова.

Лин показује да се као аналитичка решења добијају спирални таласи густине, чији су спирални краци чврсто навијени $\Phi(R)$ је брзо променљива монотона функција по R, и зато је радијална дужина таласа поремећаја $\lambda(R)$ мала у односу на R). Талас густине креће се заједно са флуктуацијом, која настаје у пољу гравитационог потенцијала: места максималних брзина подударају се са „потенцијалним роговима". У сагласности са Тумровим резултатом, амплитуда таласа $S(R)$ је утолико већа уколико је мања дисперзија брзина објеката који припадају систему. Зато се у међузвезданом гасу ствара већи поремећај, него међу звездама. Створени ровови потенцијала ротирају око центра звезданог система као круто тело, са угловном брзином која се разликује од угловне брзине материје. Посматрач који се креће са материјом регистроваће њихов пролаз са фреквенцијом:

$$\nu = m(\Omega_p - \omega(R))/\varkappa \qquad (7)$$

У случају чврсто навијених спирала стационарно решење постоји само уз услов $\nu^2 < 1$, тј. мора да буде испуњена ова неједнакост:

$$\omega - \varkappa m < \Omega_p < \omega + \varkappa m \qquad (8)$$

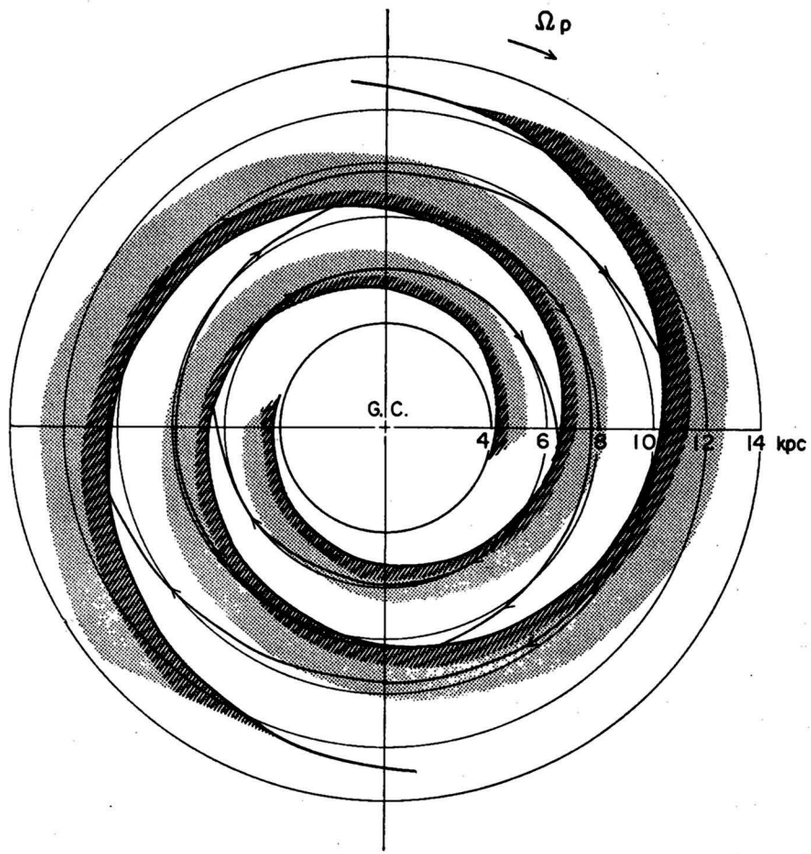
Према томе, у сагласности са оним што смо рекли код Линдбладових резонанција, односно у сагласности са посматрањима, таласи густине, а на тај начин и спирални краци, могу да опстану само у одређеном кружном прстену чији је центар у центру галаксије. Сл. 9 показује ток ротационе и епицикличне фреквенције брзине на Шмитовом моделу распореда густине у нашој Галаксији. Видимо да је за $m = 2$ ширина појаса погодног за формирање спиралних кракова нешто шира, него за $m > 2$. То се може рећи и за већину других нормалних спиралних галаксија, које се могу динамички анализирати. Према томе, број спиралних кракова у галаксији је обично два, а други краци могу да се створе само на рубовима система, где су $\varkappa$ и ω приближно једнаки. Са оваквим појавама срећемо се и код M 101. Основни подаци о таласу густине који одржава спиралну структуру наше Галаксије дати су у Табели 4.

Табела 4

Угловна брзина таласног фронта који ротира као круто тело	$\Omega_p = 12$ km/s kpc
Место унутрашње Линдбладове резонанције	$R = 3$—4 kpc
Место коротације	$R = 15$—18 kpc
Место спољне Линдбладове резонанције	$R = 25$ kpc
На растојању Сунца ($R = 10$ kpc):	
амплитуда гравитационог „рова"	5%
цела амплитуда повећања густине	10%
од тога отпада на звезде	4%
на међузвездану материју	5%
дисперзија брзине у радијалном правцу	
код звезда	40 km/s
код међузвезданог гаса	10 km/s
систематско одступање брзине струјања гаса од кружне брзине	15 km/s

Поредећи теорију са посматрањима видимо да је Линова слика у сагласности са изгледом Персејевог и Стрелчевог крака, али се то не може рећи и за Орионов крак. Сада преовладава мишљење да је Орионов крак уствари материјални мост који спаја два суседна регуларна крака. Треба нагласити да овакве творевине уопште нису у супротности са Линовом теоријом.

Линова концепција у знатној мери утиче и на нашу звездано-космогонијску представу. У линеарној апроксимацији, као што смо већ рекли, талас густине који врши поремећај основног распореда међузвездане материје односно звезда, разликује се по свом утицају на звезде и гас само у релативној амплитуди резултујућег поремећаја. Како међузвездана материја не чини ни 10% целокупне масе система, за повећање укупне густине за неколико процената потребна је осетно већа релативна амплитуда поремећаја гаса него у случају звезда. Међутим, нелинеарна решења дају квалитативна одступања: у међузвезданом гасу потенцијални ровови стварају ударне таласе. Према В. В. Робертсону, у нашем звезданом систему на галактоцентричном растојању од $R = 10$ kpc је максимална густина која се ствара у фронту ударног таласа пет пута већа него у стању мировања, ако је релативна „дубина" потенцијалних ровова 5%. Линије струјања гаса у координатном систему који ротира углавном брзином Ω_p представљају затворене криве (блиске кругу), које имају тачке прелома у фронтовима ударног таласа. У гасовима, за које је угловна брзина ротације већа него код потенцијалних ровова, при сусрету са фронтом ударног таласа заједно са повећањем густине наступа и значајна компресија. Тиме се знатно побољшавају услови формирања звезда, а убрзава се и стварање међузвезданих честица прашине. Један типичан HI облак остаје обично 30×10^8 година у стању погодном за рађање звезде. Како се ударни фронт налази на унутрашњем рубу спиралног крака, ту се налазе младе O звезде и HII области, које су с њима везане, показујући унутрашње контуре крака као низ перли. (Сл. 10) Како се звезде крећу са осетно већом угловном брзином него таласи густине, у спиралним крацима иде ли се у правцу галактичке ротације наилази се на све старије звезде.



Сл. 10.

Шема спиралне галаксије, са положајем кракова међузвезданог гаса, фронтова ударног таласа и новорођених звезда.

Проналажењем временске слојевитости спиралних кракова, проналажење тзв. „временских прстенова" је један од најважнијих садашњих задатака галактичке астрономије. Осетно прецизније и свеобухватније него до сада треба одредити каква је слојевитост различитих индикатора спиралних кракова. Оваква истраживања се

најуспешније могу обављати у сазвежђима у којима је визирна линија скоро паралелна осовини неког од спиралних кракова. Зато је веома важно продубити и проширити истраживања пре свега у сазвежђима Прамац и Угломер. Према мишљењима која су се искристалисала на Конгресу Међународне астрономске уније 1970. године, треба још око 10 година да би се обезбедило довољно посматрачких података за детаљно упознавање структуре спиралних система. Линова теорија се свакако показује у томе као поуздан компас и представа спиралне структуре као појаве таласа постигла је последњих година пресудну победу у односу на друге теорије. Спирални краци, дакле нису упадљиви зато што су богатији материјом, него зато што се у њима по јединици масе и времена ослобађа осетно већа енергија него у мање светлим деловима галаксије.

Слично нашој Галаксији, највећи део масе нормалних спиралних галаксија чине старије слабо сјајне звезде. Звезде патуљци чине „сиву масу", а брилијантно светлуцање спиралних кракова даје интензивна светлост младих објеката, чије ра-, ђање и положај одређује стационарна пертурбација (поремећај) гравитационог поља изазвана управо од стране звезда из „сиве масе".

Др Б. Балаж
Катедра за астрономију
Универзитета у Будимпешти

Превео: *Др Ђ. Телеки*

СТРУЧНИ ПРИЛОЗИ

Историјска истраживања

ШТА СУ НЕАСТРОНОМИ ОТКРИЛИ У АСТРОНОМИЈИ (I)

У овом одељку мојих „Астрономских истраживања" задржаћу се на групи астрономских открића од већег интереса која су извршили други стручњаци или љубитељи астрономије. Она је и највећа. Тих је примера толико, од најстаријих до најновијих времена, да писац не може а да не ризикује да изостави и неке важније примере. Ево, без претензије на потпуност, систематичност или неки специјалан избор, једне доста исцрпне њихове хронолошке листе.

4712. г. пре н. е. је почетна у тз. јулијанској периоди. Без ње се данас не могу ни замислити хронолошки рачуни. Њу је увео у 16. в. француски ерудит, филолог, Јосиф Скалигер и дао јој име по своме оцу.

Називи Орион, Плејаде, Хијаде,. . . срећу се још у Јововој књизи из 1450. г. пре н. е.

Називе Плејаде, Орион, Арктур, Сиријус, . . . помиње још Хесиод 883. г. пре н. е.

Халдејац Берозус 639. г. пре н. е. помиње се као конструктор ручног гномона — скафе, којим су се успешно служили александријски астрономи. Чешће се он погрешно приписује Аристарху.

Математичар Питагора 531. г. пре н. е. заступа гледиште да Земља лебди у простору и да је сферна облика. Уочава да су Зорњача и Вечерњача исто небеско тело.

Философ Аристотел у књизи „О небу" износи 330. г. пре н. е. научне доказе да је Земља сферна облика.

Математичар Еуклид у свом делу „Појаве" 320. г. пре н. е. први пут егзактно дефинише меридијан и хоризонт.

Математичар, физичар и инжењер, Архимед, конструише 275. г. пре н. е. астрономски инструмент диоптар и одређује врло тачно Сунчев привидни пречник. Затим одређује тренутке солстиција. Конструише и први планетаријум.

Математичар Аполоније 210. г. пре н. е. уводи епицикле да би објаснио привидна кретања планета, њихове застоје и враћања.

Философ Луције Анеј Сенека из 1. в. у свом делу „Quetionum naturalium, libri VII" упознаје нас са многим тадашњим знањима и заблудама из области астрономије. Први примећује да се кроз комете виде и најслабије звезде.

Римски писац Плиније старији из 1. в. у свом делу „Historia naturalis" први наводи познати доказ за Земљину облину са бродом који прилази обали. Даље, први тврди да се светлост простире брже од звука (значи коначном брзином).

Герхард из Кремоне, лекар, завршава 1175. г. први превод Птолемејева „Алмагеста" са арапског на латински. Затим преводи још неколико десетина најзначајнијих класичних дела са којима се Европа припрема за Ренесансу.

Философ Роџер Бекн 1267. г. предлаже реформу јулијанског календара, која ће бити извршена тек после више векова.

1284. г. Алфонс, краљ Кастиље, одређује Месечеву паралаксу.

1342. г. рабин Леви бен Герсон проналази инструмент балестилу или Јаковљеву палицу, која је одиграла значајну улогу у морепловству до секстанта.

Око 1350. г. лекар, Ђовани де Донди конструисао је и поставио на падовском двору први часовник који је показивао, поред часова и минута, и датуме, Месечеве мене, као и кретања Сунца и великих планета.

Никола Орем, математичар, објавио је 1377. г. дело у коме заступа гледиште да се „Земља у току дана обрне, а не небо", као и да је Сунце у средишту света и да Земља обилази око њега у току године.

Хајнрих фон Лангенштајн, теолог, први одређује 1348. г. разлику географских дужина Париз-Беч помоћу једновремено посматраних тренутака истог Месечевог помрачења.

Кардинал Пјер д'Аји предлаже 1414. г. научно засновану реформу јулијанског календара, која није прихваћена.

Монголски владар Улуг-Бек подиже 1420. г. опсерваторију у Самарканду и врши астрономска посматрања. Најзначајније му је дело Каталог 1018 Хипархових звезда, знатно тачнији од свих ранијих.

Никола Кузански, кардинал, предлаже 1436. г. научно засновану реформу јулијанског календара, која није прихваћена. 1440. г. у делу „De docta ignorantia" заступа гледиште да је „васиона бесконачна, дакле, да нема средишта; према томе, ни Земља не може бити њено средиште. Кретање је у природи свих тела, према томе и Земља се мора кретати".

Јохан Милер Региомонтан, касније знаменит астроном, као дванаестогодишњак, 1448. г. израчунава ефемериде великих планета, и то наставља и наредних година.

Лекар, Паоло Тосканели, поставља 1468. г. на цркви у Фиренци гномон висок преко 50 м, којим се могло одредити право подне с тачношћу од 1/2 секунде.

Бернард Валтер, љубитељ астрономије, омогућује Региомонтану да подигне и опреми од 1471.—1475. г. прву астрономску опсерваторију у Европи. Посматра комету из 1472. г. Први за посматрања употребсава часовник са зупчаницима.

Леонардо да Винчи 1490. г. даје објашњење Месечеве „пепељаве светлости".

Х. Кардан, лекар, описује 1511. г. појаву једновременог пада 1200 метеорита у Креми (Италија) и долази на идеју судара комета са Земљом.

Јохан Вернер, љубитељ астрономије, у свом коментару Птолемејеве географије 1514. г. први предлаже методу мерења Месечевих угловних даљина од околних звезда за одређивање географских дужина.

Марко Пигафета, хроничар, даје 1521. г. први опис јужног неба, Магеланових облака и сазвежђа Јужни Крст.

Гема Фризије, лекар, први долази 1526. г. на идеју да разлику географских дужина два места одреди упоређивањем часовника који показују тачна месна времена у тим местима.

Жан Фернел, лекар врши 1528. г. прво степенско мерење у Француској у циљу одређивања Земљина облика.

Петер Биневиц Апијан, професор математике, посматра 1531. г. комету, која је касније идентификована с Халејевом и први пут открива да је реп комете увек усмерен супротно од Сунца. Посматра и друге комете. Први препоручује да се Сунце посматра кроз обојена стакла. Халеј касније користи његова посматрања да утврди периодичност комета, тј. њину припадност Сунчевом систему.

Жером Фракастор, лекар, посматра више комета и о томе објављује спис „Homocentrica de stellis" 1538. г. У њему су и положаји будуће Халејеве комете, као и запажање да су кометски репови усмерени увек супротно од Сунца. Ту још стоји и значајан пасус „Ако човек гледа кроз два стаклена окулара, постављена један над другим, ствари у том случају види увећане и приближене".

Алесандро Пиколомини, италијански прелат, у свом делу „Della Sfera del Mondo", 1539. г. даје слике 48 Птолемејевих сазвежђа и први пут обележава звезде латинским словима, што ће тек Бајер доследно спровести.

Оронс Фине, професор математике, предлаже 1544. г. методу за одређивање географских дужина (онда првокласан проблем) из посматрања Месечевих ректасцензија у кулминацијама.

Кристоф Клавије, професор математике, 1560. г. први описује појаву короне за време потпуног Сунчевог помрачења.

Физичар, Ђанбатиста де ла Порта, проналази 1560. г. мрачну комору, а 1580.г. дурбин, и једно и друго од фундаменталног значаја за каснији развој астрономске науке.

Вилхелм IV од Хесена подиже и опрема 1561. г. у Каселу опсерваторију и врши редовна посматрања. Познат је његов каталог звезда.

Професор, Франческо Мауролико, открива 1572. г. нову у Касиопеји која је достигла сјај Венере.

1583. г. Јосиф Скалигер, филолог, уводи јулијанску периоду за хронолошка рачунања.

Ђордано Бруно, философ, 1584. г. први сматра све звезде за сунца, тврди да око свих обилазе планете. Њих има бескрајно много, па многе морају бити и настањене разумним бићима. Због овог учења Инквизиција га живог спаљује на ломачи 1600. г.

Правобранилац, Јохан Бајер, издаје 1603. г. чувени звездани атлас према Тиховом каталогу. Први звезде доследно обележава грчким и латинским словима.

Т. Бруновикије, љубитељ метеорологије, открива нову у Змијоноши, која је превазишла 1. привидну величину.

Кристоф Шајнер, професор математике, 1607. г. први израђује дурбин по Кеплеровој замисли. Касније се спори с Галилејем о приоритету открића Сунчевих пега, који не припада ниједном од њих.

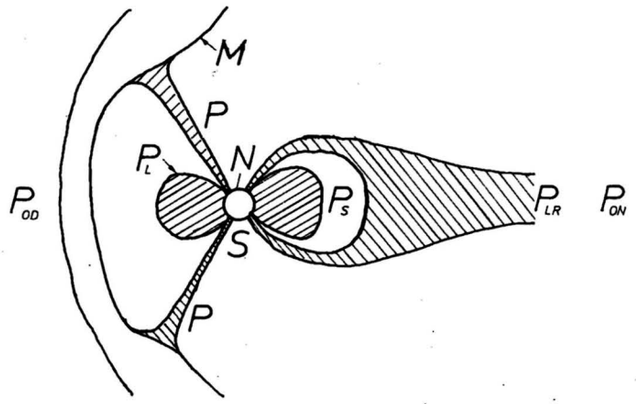
Проф. др Б. М. Шеварлић
Институт за астрономију
Природно-математичког факултета, Београд

ПРИЛОЗИ НАСТАВИ АСТРОНОМИЈЕ

РАДИО—БЉЕСКОВИ И МАГНЕТНА ПОЉА ПЛАНЕТА

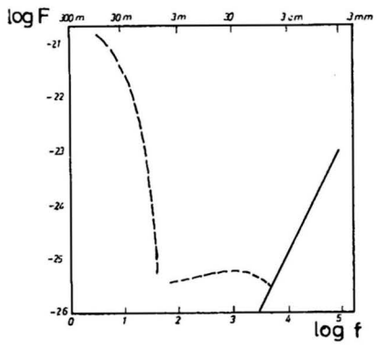
Прва планета код које је запажено интензивно радио-зрачење у виду бљескова био је Јупитер, и оно је откривено још 1955. То откриће су учинили Бурке и Франклин помоћу радио-телескопа на Земљи.

Тек 1964. је запажено да и Земља представља јак природни извор радио-бљескова, иако је њихово постојање још 1960. било предсказано. Први су спорадичне радио-бљескове са Земље приметили совјетски научници помоћу вештачког сателита „Електрон-2". Веома подробно је Земљино радио-зрачење било испитано помоћу „RAE-1" и „RAE-2" (Radio Astronomy Explorer) и „IMP-6" (Interplanetary Monitoring Probe). Како су та мерења америчких научника показала, Земља зрачи радио-таласе максималног интензитета на фреквенцији око 0,3 MHz ноћу а на око 0,2 MHz дању. То зрачење потиче из Земљине магнетосфере. Ноћно зрачење је спорадично и јако а дневно слабије али мање више стално присутно. Разлике у њиховим особинама говоре да те две врсте зрачења могу бити различитог порекла. Тако је према једној хипотези дневно зрачење последица кретања брзих електрона који скоро стално улећу у поларне делове јоносфере из радијационих појасева, кроз област поларних српова, док се ноћни бљескови јављају због улетања брзих електрона из магнетосферног репа у поларне области. Према другој хипотези дневни бљескови настају због улетања честица Сунчевог ветра директно кроз поларне српове (Сл. 1).



Сл. 1.

Шематски приказ Земљине магнетосфере у равни поноћно-подневног меридијана који показује везу између зона аурора и могућних локација извора честица које изазивају радио-бљескове. Са P_L су означени Радијациони појасеви, са M магнетопауза, са P_{LR} магнетосферни реј, P поларни српови кроз које честице Сунчевог ветра P_{OD} могу да продру директно дуж отворених линија сила магнетног поља, а са P_S струјни прстен. Честице могу потицати из радијационих појасева, поларних српова и магнетосферског реја.



Сл. 2.

Радио-спектар Јупитера како је посматран са Земљине површине. Дуж вертикалне осе дат је логаритам снаге зрачења изражене у ватима по квадратном метру и херцу. Дуж хоризонталне осе дат је логаритам фреквенце исказане у MHz. Леви део даје спектар декаметарских таласа са Јупитера који се јављају у виду блескова, средњи део је нетермичко зрачење које вероватно потиче од радијационих појасева док је десни део термичке природе и одговара температури црног тела од 130 K.

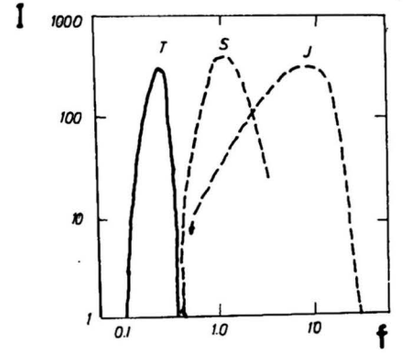
Што се тиче Јупитера и код њега је „IMP-6" запазио постојање два максимума. Први максимум откривен је са Земље и помоћу „RAE-1", лежи око 8 MHz и сразмерно је широк. Фреквенца другог пика је око 1 MHz. За Јупитерово радио-зрачење се још из посматрања са Земље знало да има сложен спектар (Сл. 2). Најупадљивији вид Јупитеровог зрачења су управо ти блескови у декаметарском опсегу. Између једне компоненте декаметарског зрачења и положаја Јупитеровог сателита Ио нађена је корелација. Она вероватно указује на то да Ио на неки начин води брзе електроне у ниже слојеве Јупитерове атмосфере. За ту компоненту се сматра да је слична ноћној компоненти Земљиног дуготаласног радио-зрачења. Компонента чија појава не зависи од положаја Ио, која је слабија и чији максимум пада на ниже фреквенце, одговарала би дневној компоненти Земљиног радио-зрачења. Поред тих дуготаласних блескова који су очевидно нетермичке природе, Јупитер зрачи у вишем, микроталасном опсегу мирну, мање интензивну нетермичку компоненту. За њу се такође сматра да је синхротронско зрачење електрона из радијационих појасева. На таласним дужинама краћим од 3 cm Јупитер шаље зрачење чисто термичке природе. Компоненту термичке природе Јупитер емитује јер као свако топло тело мора зрачити.

И у случају Јупитера и у случају Земље сматра се да је спорадично дуготаласно радио-зрачење узроковано кружењем електрона у магнетном пољу планета.

Откриће радио-блескова са Сатурна прикључило је и ову планету листи оних које имају магнетно поље. Радио-блескови са Сатурна имају спектар чији максимум пада око 1,1 MHz. Њихова мерења су обављена помоћу „RAE-2" и „IMP-6". Са Земљине површине ови блескови не би били запажени јер у том опсегу фреквенци Земљина јоносфера не пропушта зрачење.

Између фреквенце максимума расподеле интензитета зрачења и фреквенце кружења електрона постоји зависност која дозвољава да се ова последња израчуна. Пошто је фреквенца кружења управо сразмерна јачини магнетног поља то нам даје могућност да и израчунамо интензитете магнетног поља планета.

Из положаја максимума дуготаласног радио-зрачења Земље, Сатурна и Јупитера на фреквенцама од 0,3 MHz, 1,1 MHz и 8 MHz, респективно, следи да им се јачине магнетних поља морају односити као 1 : 3,3 : 27. Знајући да је на



Сл. 3.

Спектри дуготаласног радио-зрачења Јупитера, Сатурна и Земље како су их измерили помоћу сателита. Дуж вертикалне осе нанет је релативни интензитет, при чему је интензитет Земљиног радио-зрачења стоструко увећан да би се боље уочила сличност дуготаласних спектара ове три планете. Дуж хоризонталне осе нанета је фреквенца у MHz. Обрачун за разлику у даљинама је извршен.

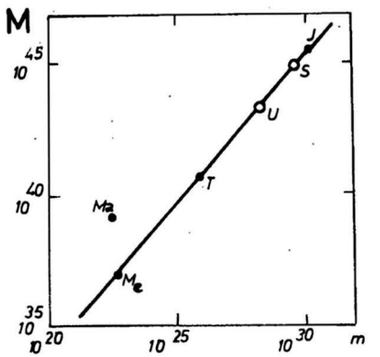
Земљиним магнетним половима јачина поља око 0,6 гауса, следи да је јачина магнетног поља на Јупитеру 16 гауса у близини полова. Овај резултат се одлично слаже са директним мерењима тог поља обављеним на „Пиониру-11" а која дају 14 гауса.

Слично, за Сатурн, из наведене пропорције следи да он треба да има магнетно поље од 2 гауса. Када „Пионир-11" септембра 1979. стигне тамо биће створена могућност да се ово предвиђање провери.

Својеврстном провером можемо сматрати чињеницу да се та вредност добро уклапа у емпиријску везу између диполног магнетног момента обележеног на слици 4 са M и обртног момента обележеног са m, за Земљу, Јупитер и Меркур. Марс, из до сада непознатих разлога, одступа од правила, док Венера и Месец немају приметно магнетно поље. Из ове законитости следи да Уран мора имати магнетно поље јачине око 1,2 гауса.

Недавном успешном детекцијом радио-блескова са Урана потврђена је претпоставка о постојању његовог магнетног поља. Максимална јачина Урановог нетермичког спорадичног зрачења пада у област око 475 kHz. Одатле добијена вредност магнетног поља одговара предвиђању да оно мора бити слабије од Јупитеровог и блиско по вредности Сатурновом пољу.

И Ураново нетермичко зрачење је открио амерички научник Браун (Brown) исти који је открио и блескове са Сатурна и то све са материјала са „IMP-6".



Сл. 4.

Зависност угаоног момента планета M и њиховог диполног магнетног момента m.

Детекција бљескова из спољних области атмосфера планета омогућује по мишљењу многих астрофизичара да завиримо у унутрашњост планета. Многи сматрају да ова регистрација бљескова подупире хипотезу да су магнетна поља планета последица постојања струја у њиховим течним језгрима. У том случају би се поље стварало као у динамо-машини по чему се та хипотеза зове хипотеза динамо-ефекта. Наука још увек није ту рекла своју последњу реч.

Мр Ј. Милоїрадов-Турин

Допунска литература

J. Milogradov: „Planetsko radio-zračenje", *Almanah „Boskovic"*, 1963.
Sky and Teleskope, март, 1976.
Science news, 1976, *V.* 110, No 6.

ПОСМАТРАЧКИ ПРИЛОЗИ

REZULTATI PROMATRANJA VENERE 1976/77

Krajem 1976. i početkom 1977. god. Venera se nalazila u veoma povoljnoj prilici za promatranje. Neka ranija promatranja sovjetskih (i zagrebačkih) astronoma amatera su pokazala neke nepravilnosti u promjenama faze, te su članovi Astronomskog kluba pri Gimnaziji u Slavonskoj Požegi odlučili vršiti sistematska promatranja u cilju ispitivanja te pojave.

U mjesecu septembru Venera je imala prividnu veličinu —3^m,3 i nalazila se veoma nisko iznad jugo-zapadnog horizonta. Do decembra joj je sjaj porastao do —3^m,7, a bila je vidljiva tri sata poslije Sunčevog zalaska. U vrijeme maksimalne istočne elongacije (47°—24. januar 1977) imala je sjaj oko —4,0 veličine. Najveći sjaj imala je 2. marta, —4^m,3. U donjoj konjuhkciji se našla 6. aprila.

VIZUELNA PROMATRANJA

Prvo promatranje u ovom periodu je izvršeno 10. oktobra kada se Venera nalazila oko 6° iznad jugo-zapadnog horizonta. Međutim, crteži se nisu mogli praviti do druge polovine novembra zbog blizine horizontu i turbulentnih utjecaja zračnih masa. Članovi Astronomskog kluba su u cijelom periodu napravili 28 crteža: M. Beslić (20), Lj. Gajić (5), D. Matić (3). Venerin disk je ucrtavan u krug promjera 50 mm. U novembru su promatranja vršena refraktorom 60/900 s povećanjem od 150 puta, a od decembra refraktorom 80/800 i s povećanjem od 133 puta. Kod promatranja su korišteni žuti i zeleni filtar.

Geografske koordinate mjesta opažanja:

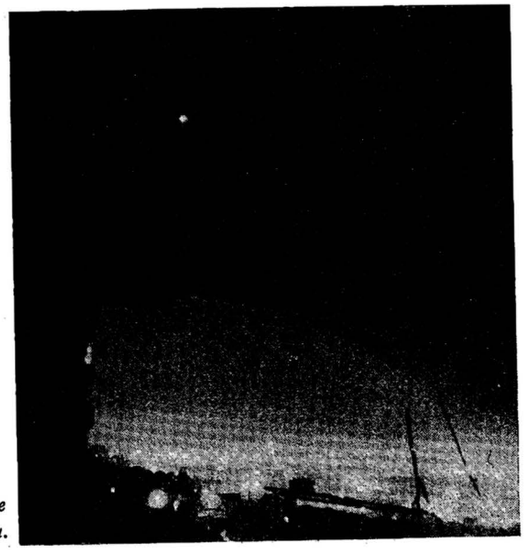
$$\lambda = -15°22',12, \quad \varphi = 45°19',62$$

Nadmorska visina: $h = 190$ m

Vizuelna promatranja su vršena s ciljem određivanja odstupanja promjene promatrane faze Venere od stvarne (teoretske) i ispitivanja tog odstupanja u zavisnosti od teoretske faze. Odstupanje se može izraziti izrazom:

$$\Delta \varnothing = \varnothing_p - \varnothing_t \qquad (1)$$

gdje $\varnothing_t$ teoretska faza, $\varnothing_p$ prividna (promatrana) faza, a $\Delta \varnothing$ predstavlja njihovu razliku. Rezultati promatranja dani su u tablici I.



Sl. 1. Panoramski snimak Venere snimljen u martovskom predvečerju.

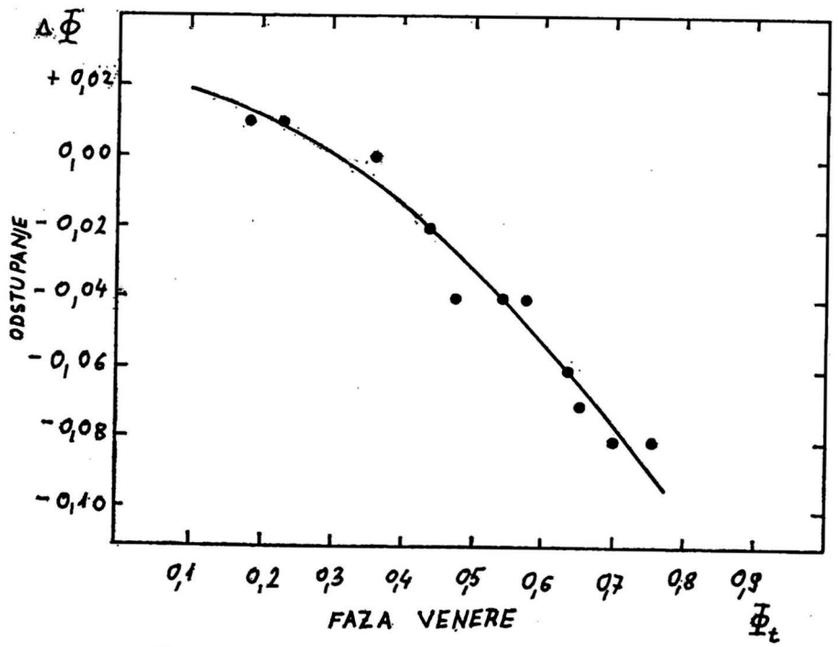
Tablica I

Datum	Vrijeme	$\varnothing_p$	$\varnothing_t$	$\Delta\varnothing$
1976. novembar 20	16:00	0,68	0,76	—0,08
decembar 8	15:45	0,62	0,70	—0,08
20	15:50	0,59	0,66	—0,07
26	15:30	0,58	0,64	—0,06
1977. januar 8	16:00	0,54	0,58	—0,04
14	16:05	0,50	0,54	—0,04
27	16:45	0,44	0,48	—0,04
februar 4	16:30	0,42	0,44	—0,02
18	16:45	0,37	0,37	0,00
mart 5	17:10	0,24	0,23	+0,01
10	17:35	0,20	0,19	+0,01

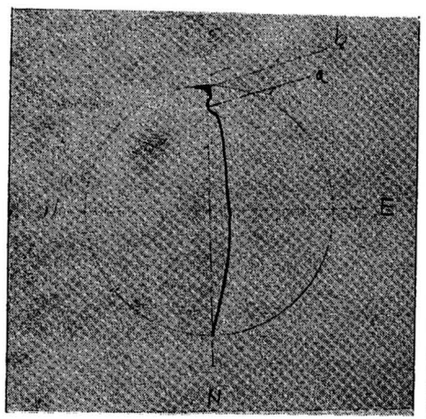
Na slici 2. grafički je prikazano odstupanje. Vidljivo je da greška opada do vrijednosti za $\varnothing_t = 0{,}32$, a zatim ponovno raste ali prema pozitivnim vrijednostima. Slične vrijednosti dobili su i zagrebački amateri prema svojim promatranjima 1975. god. Ovdje se može postaviti niz pitanja: Zašto promatrana Venerina faza konstantno odstupa od prave vrijednosti? Da li do neslaganja dolazi zbog „naročitog raspršenja svjetlosti uz Venerin terminator" kako neki promatrači tvrde, zbog nepreciznosti u promatranjima, ili možda nečeg trećeg? Odgovore na ova pitanja bi trebala dati jedna analiza koja bi uključila sve faktore koji mogu utjecati na ovu pojavu.

U više navrata na Venerinom disku su primjećene tamne mrlje, udubljenja i ispupčenja na terminatoru i slično. Sl. 3 i sl. 4 prikazuju dva zanimljiva crteža.

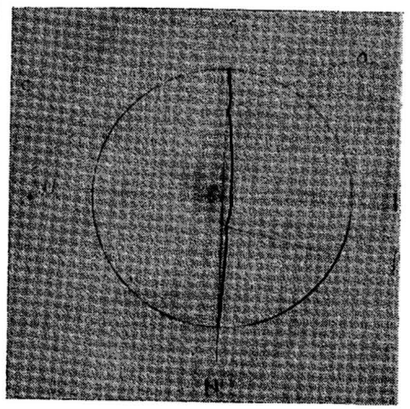
Promatranja su prekinuta nakon 20. marta zbog blizine Venere Suncu a biti će nastavljena u vrijeme njene jutarnje vidljivosti.



Sl. 2. Grafički prikaz zavisnosti odstupanja od faze Venere.



Sl. 3.



Sl. 4.

Sl. 3. Orginalni crtež načinjen 20. decembra 1976. u 15:45 sati pri $Ø_p$=0,58. Kod promatranja je primijećeno da je južni pol gotovo nevidljiv, a odmah uz njega je jedno udubljenje. U blizini udubljenja je vidljiv tamni pojas (vidljiv samo kroz žuti filtar).

Sl. 4. Crtež načinjen 8. januara 1977. god. pri $Ø_p$=0,54. Dovoljan komentar za ovaj crtež je zabilješka: „Dobiva se dojam da je cijeli terminator izrezuckan". Između dva najveća udubljenja je široki tamni pojas.

FOTOGRAFSKA PROMATRANJA

Fotografska promatranja su vršena s ciljem nadopunjavanja vizuelnih promatranja. Vršena su fotoaparatima ZENIT E i PRAKTICA LB na filmove Tri-X Pan (400 ASA) te kolor film High Speed Ektachrome (160 ASA). Pošto je fokusna udaljenost svega 800 mm, a Venerin disk veoma malog kutnog promjera, moralo se snimati okularnom projekcijom. Ovo povlači za sobom velike probleme oko montiranja okulara i fotoaparata. Mi smo ovo veoma jednostavno riješili upotrebom postojećeg pribora. Jedini dodatni element je adapter koji inače služi za snimanje u fokusu. Na sl. 5 se vidi cijeli sklop koji sam za sebe govori dovoljno.

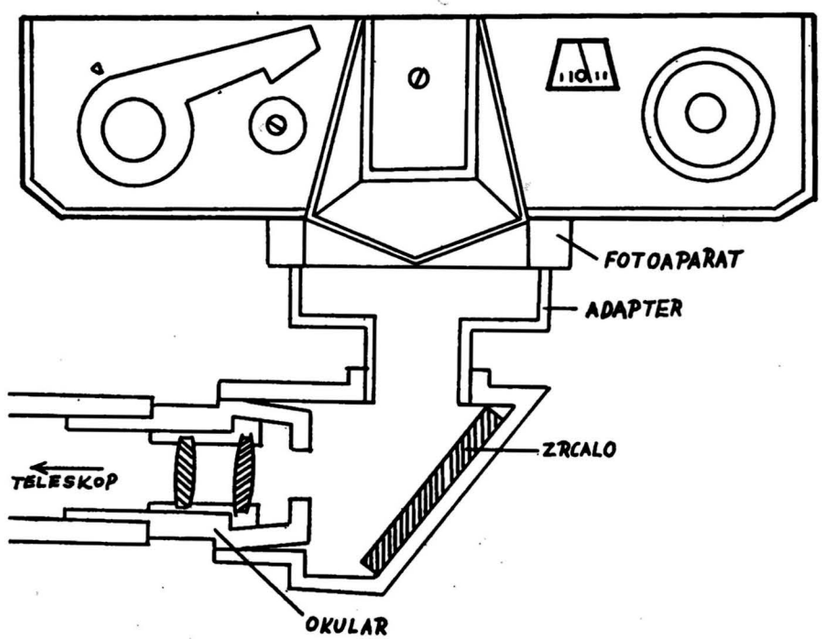
Efektivna fokusna udaljenost koju daje ovakav okularni sklop (bilo koji) može se izračunati pomoću slijedećih formula:

$$F_e = M \times F \tag{2}$$

Ovdje je M povećanje projekcionog sistema, F žarišna daljina objektiva. M se izračuna iz izraza:

$$M = a/f \tag{3}$$

Ovdje je a udaljenost okulara of filma, a f žarišna daljina okulara. Kod naših promatranja su korišteni okulari 10 i 20 mm te su efektivne fokusne udaljenosti iznosile 4,8 i 10,8 m. Kod ovakvih fokusnih udaljenosti promjer Venere je iznosio od 1 do 3 milimetra (zavisno



Sl. 5. Sklop uređaja.



S. 6. Fotografija Venere snimljena 12. februara 1977.



Sl. 7. Venera snimljena 5. marta

Podaci za sl. 6. i 7.: Teleskop: 80/800, F/60; exp: 1/60; Film: Tri-X Pan, 400 ASA Fotoaparat: PRAKTICA LB.

od okulara i kutnog promjera Venere). Ekspozicije su iznosile od 1/15 do 1/125 sekunde. Kod kolor filma su korištene duže ekspozicije nego kod c/b filma zbog slabije osjetljivosti. Slike 6. i 7. prikazuju dvije faze Venere snimljene teleskopom 80/800 pri *F*/60 na film Tri-X Pan. Fotografije snimio autor članka.

LITERATURA:

1. Price, R.: 1976, *Color Planetary Photography*, *The Astrograph*, Vol. 8, No. 1.
2. Kovačić, S.: *Promatranje Venere u 1975. godini*, *Bolid*, 5/6 1975.
3. Jakšić, M.: *Fotografiranje Jupitera*, *Astro amater* 5—6/1976.

Milan Beslić, Astronomski klub, Slav. Požega

ЗА НАШЕ ПОЧЕТНИКЕ

ШТА ЈЕ ТЕЛЕСКОП

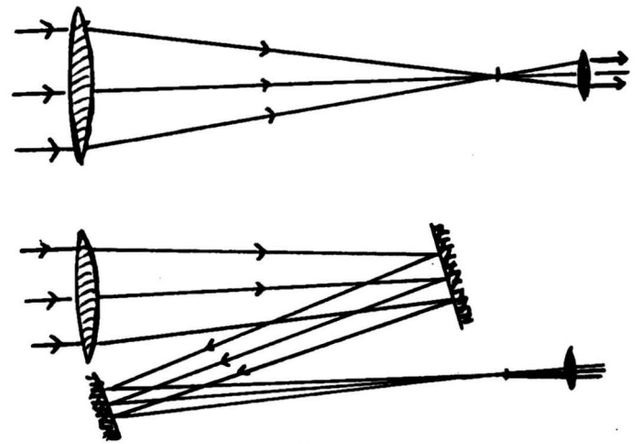
Телескоп представља инструмент који има двоструку намену: да увећа количину енергије која од извора пада на детектор зрачења (око, фотографску емулзију, фотомултипликатор итд.) и да пружи увећану слику, тј. да омогући виђење објекта под већим углом.

Основни делови телескопа су објектив и окулар. У ширем смислу делове телескопа представљају и статив, ручице и механизам за фино померање, мотор за праћење, тражилац, филтри, кућиште за филм и друга помоћна опрема.

Зависно од тога да ли је објектив сочиво или огледало, разликујемо две врсте телескопа — *рефрактор* и *рефлектор*. Међу њима постоји следећа функционална разлика: *рефрактори* преламају светлост у објективу (латински refracto = преломити), док *рефлектори* одбијају светлост од огледала-објектива (лат. reflecto = одбити). У складу с тим постоје међу њима конструктивне разлике.

Рефрактор може да има две варијанте-класичну, где се на једном крају цеви налази објектив а на другом крају окулар (Сл. 1) горе, или преломљени рефрактор (Сл. 1, доле), у коме се после пролаза кроз објектив светлост два пута одбија од огледала пре него дође у окулар.

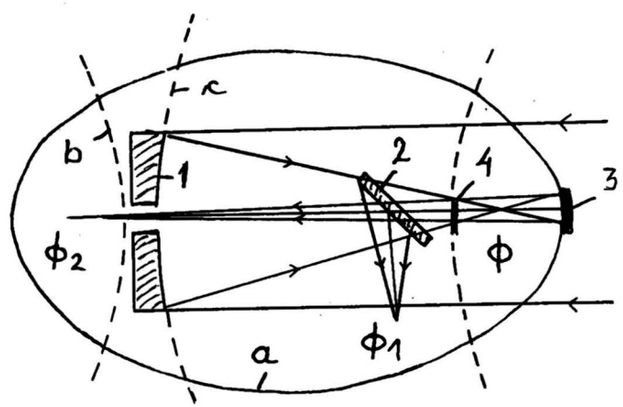
Рефлектори постоје у више варијанти. Обично имају два огледала. Прве три варијанте разликују се међусобно по томе каквог облика је и где се поставља



Сл. 1.

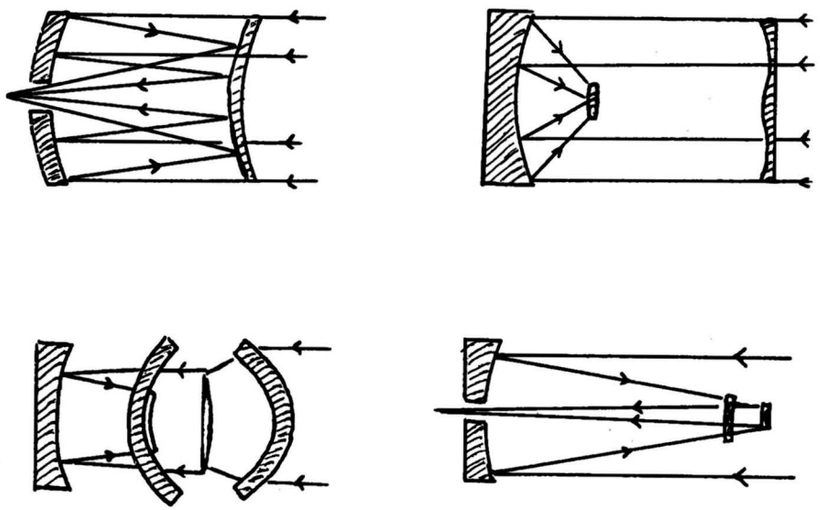
секундарно огледало (Сл. 2). То су Њутнова, Касегренова и Грегоријева варијанта. Преостале три варијанте рефлектора садрже испред огледала корекциона стакла и то су Максутовљева варијанта са мениском (Сл. 3, горе лево), Шмитова са корекционом плочом (Сл. 3, горе десно) и комбиновано мениск и корекциона плоча, тзв. Бекер-Шмит (Сл. 3 доле лево). Могу се користити и коректори мањих димензија (Сл. 4 доле десно). Они обично представљају негативна сочива. Променом таквих коректора мења се жижна даљина и намена телескопа.

И рефлектори могу бити „преломљени". То је тзв. Кутеров систем. Увео га је у употребу још у прошлом веку бечки оптичар Карл Фрич, а теоријски обрадио Антон Кутер шездесетих година овог века.



Сл. 2.

1 — параболично огледало, 2 — равно секундарно огледало, (Њутн) 3 — елипсоидално секундарно огледало (Грегори), 4 — хиперболично секундарно огледало (Касегрен), Ф примарни фокус, Φ_1, Φ_2 фокуси система.



Сл. 3.

Рефрактори имају хроматску и друге аберације, али и могућност њиховог смањења на толерантну меру комбиновањем више сочива, Међутим, тиме расту губици светлости у сочивима који се не могу надокнађивати повећањем објектива јер је техником израде ограничен пречник објектива. Највећи рефрактор има 106 cm у пречнику. Мала фотометријска грешка поља је једна од предности у односу на рефлекторе. Главна врлина рефлектора је недостатак хроматске аберације, а ту су и веома мали губици светлости, могућност постизања великих пречника (данас 600 cm) и лакша израда. Ипак, ни ова врста телескопа није без недостатака.

ТЕЛЕСКОП КАО КАМЕРА И КАО АФОКАЛНИ СИСТЕМ

Телескоп може да послужи и као камера. Уствари, свако сабирно сочиво жижне даљине F (а објектив телескопа је увек сабирно сочиво) даје на растојању q од сочива лик предмета који се налази на растојању p од сочива. Између наведених величина постоји однос

$$(1/p) + (1/q) = 1/F.$$

Раван S у којој се формира лик назива се фокална раван. Ако се у фокалну раван стави фотографска емулзија добија се камера. Камера чији објектив је објектив телескопа назива се обично *астрограф*. Најважнији параметар камере је однос пречника D и жижне даљине објектива F, $A = D/F$.

Намена телескопа да сакупи што више светлости може се тада остварити више него код директног посматрања, захваљујући фотографском ефекту, тј. могућности акумулације енергије са временом. Дуже време експозиције за дати фотоматеријал и објектив може знатно повећати „домет" телескопа, што је опет еквивалентно увећању пречника објектива. Отуда још један разлог посебног значаја фотографије у астрономији.

Уколико се иза фокалне равни неког објектива, на оптичкој оси и растојању $L \sim 30$ cm нађе око, већ добијамо увећање. Истина, слика је увећана само уколико је $F > L$, јер само тада лик објекта у примарном фокусу ss' видимо под углом β који је већи од угла α под којим се објекат види без објектива. Ипак, мали део светлости долази у око и видно поље је сасвим мало. Такав телескоп је неподесан и поред тога што може да пружи увећану слику. Додавањем између ока и објектива још једног (или више) сочива мале жижне даљине f, тзв. окулара, постављеног тако да се фокалне равни окулара и објектива подударају, наведене непогодности се отклањају. Телескоп постаје *афокалан систем*. Светлосни зраци из окулара излазе паралелно и око се не замара посматрањем, јер је очни мишић опуштен и око подешено на бесконачност.

УВЕЋАЊЕ ТЕЛЕСКОПА

Увећање које ће имати дати систем сочива, или у општем случају телескоп, зависи од параметара употребљених елемената. *Увећање* се дефинише као однос углова β/α под којим се објекат види из центра окулара, односно објектива. Ако су ти углови мали, они се могу заменити својим тангенсима, па се за увећање добија

$$u = \beta/\alpha = (ss'/f)/(ss'/F) = F/f$$

Тачније се увећање одређује као однос пречника улазног и излазног светлосног снопа

$$u = D/d.$$

Улазни светлосни сноп једнак је ефективном пречнику објектива D, излазни светлосни сноп једнак је пречнику видног поља после преламања кроз окулар. Из геометријског односа добија се $d = D\,f/F$. Ако је окулар сложен оптички систем (а обично је тако), његова жижна даљина одређује се мерењем излазног снопа за познати објектив.

ГРАНИЧНА ЗВЕЗДАНА ВЕЛИЧИНА

„Домет" телескопа карактерише се звезданом величином најслабије звезде која се види кроз телескоп а која се назива *граничном звезданом величином*. Скала звезданих величина је логаритамска скала, која даје везу између објективног сјаја звезде и субјективног физиолошког осећаја флукса енергије који долази у око. (Вебер-Фехнеров закон: када надражаји расте геометријском прогресијом осет расте аритметичком прогресијом). Ако су E_1 и E_2 сјај и m_1, m_2 звездане величине двеју звезда, биће

$$E_1/E_2 = C^{m_2 - m_1}$$

Овде је C константа, за коју је емпиријски добијена вредност блиска 2,5. Дакле, можемо писати

$$m_1 - m_2 = -2{,}5 \log (E_1/E_2).$$

Очигледно, ако је разлика сјаја двеју звезда $m_2 - m_1 = 1$, биће $E_1/E_2 = 2{,}5$ односно прва звезда је 2,5 пута сјајнија него друга. Из историјских разлога већој звез-

даној величини приписујемо мањи сјај, и обрнуто. У тој скали најсјајнија звезда нашег неба, Сиријус, има сјај —1^m,45 Сунце —26^m,73 а најслабија звезда видљива голим оком +6^m,5.

Из прве намене телескопа следи да ће се помоћу телескопа видети и звезде мањег сјаја него што је +6^{m}5. Гранична звездана величина m_L одређена је пречником објектива D, пречником зенице ока и губицима светлости у атмосфери и оптици. За уобичајене вредности последње две величине израз за m_L може се писати у облику

$$m_L = 7{,}1 + 5 \log D \text{ (cm)}.$$

За објектив пречника 9 cm то даје $m_L = 7{,}1 + 4{,}8 = 11{,}9$. И увећање утиче на граничну звездану величину, јер је фон неба тамнији при већим увећањима. Ако се користе већа увећања, гранична звездана величина биће нешто већа и може се израчунати из обрасца

$$m_{L,u} = 5{,}5 + 2{,}5 \log D \text{ (cm)} + 2{,}5 \log u.$$

Код фотографисања појављује се још и фактор времена, који даље повећава „домет".

РАЗДВАЈАЊЕ И РАЗДВОЈНА МОЋ

За угао под којим се види тамни дифракциони прстен, ако таласну дужину светлости λ изразимо у Å (ангстрем), а пречник објектива D у милиметрима, теорија дифракције даје релацију

$$\alpha'' = \lambda/40\ D.$$

Код визуалног посматрања λ = 5500 Å и $\alpha'' = 137{,}5/D$; код фотографисања λ = = 4500 Å и $\alpha'' = 112{,}5/D$. За објектив пречника 90 mm то даје за *раздвајање*, тј. најмањи угао под којим се у телескопу две звезде приближно једнаког сјаја виде раздвојене, вредности ($\Delta'' = 0{,}85\ \alpha''$) $\Delta''_v = 1{,}30''$ када се посматра и $\Delta''_v = 1{,}06''$ када се фотографише. *Раздвојна моћ* је величина која представља реципрочну вредност раздвајања.

КОРИСНО УВЕЋАЊЕ

Раздвајање ока је знатно ниже од раздвајања телескопа и износи око 60''. Од употребљеног увећања зависи да ли ће се посматрани објекти видети раздвојени на растојању мањем од 60''. Најмање увећање при коме је то могуће назива се *раздвојним увећањем* и дато је са $U_r = \Delta''_{ok}/\Delta''_{ph}$.

У видљивој области је $\Delta''_{ob} = 137{,}5/D$ па је

$$U_r = 60\ D \text{ (mm)}/137{,}5$$

што приближно одговара половини пречника објектива израженог у милиметрима. Колико увећање ће се користити зависи и од квалитета окулара и објектива и стања атмосфере. Због нехомогености, турбуленција и промене густине атмосфере, звезде „трепере". Код ока и малог телескопа атмосферски утицаји могу изазвати и десетероструку промену привидног сјаја. Та промена догађа се за око десетинку секунде.

Зато се уводи фактор Q, мањи од један, којим се узима у обзир атмосферски утицај. За нормално прозрачну и мирну атмосферу $Q = 0{,}84$. *Ефективно минимално увећање* Ue одређено је изразом

$$Ue = Q\ U_r.$$

Објекти малих угаоних димензија обично се посматрају уз увећања три до четири пута већа од минималног ефективног увећања.

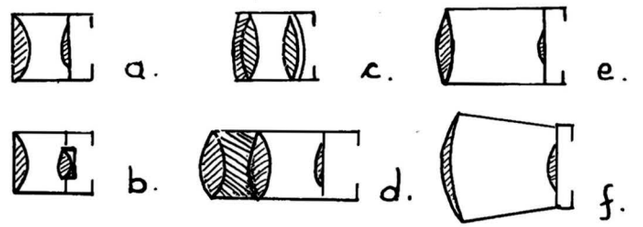
Када се достигну увећања при којим се виде дифракциони прстени око звезда, даље увећање не даје нову информацију и достигнуто увећање је *максимално корисно увећање*. За тачкасте објекте то је приближно једнако $5Ue$.

Увећања преко 1000 пута ретко се користе, јер тада долазе до израза атмосферске сметње и дефекти објектива и окулара, као и нечистоће на њима.

ОКУЛАРИ

Окулари се деле на два основна типа — позитивне и негативне. Састоје се од најмање два сочива, од којих се сочиво ближе објективу назива сочивом поља. Увођењем више сочива постиже се смањење хроматске аберације. Код позитивних окулара предњи фокус је увек испред првог сочива, па се окулар може употребити као лупа. У том случају, уграђивањем кончанице у фокалну раван, окулар може да служи за мерење углова. Сочиво поља негативног окулара поставља се увек ближе објективу него што је фокус објектива. Ово сочиво не може послужити као лупа.

Према начину извођења разликујемо следеће основне типове окулара: Рамсденов, Келнеров, симетрични, ортоскопски, Хајгенсов и Митенцвејев окулар. (Сл. 4 *a, b, c, d, e, f*). Прва четири су из класе позитивних, а последња два из класе негативних окулара. Сви они дају обрнуту слику, а негативни имају нешто веће видно поље. Најбољи квалитет слике имају ортоскопски и симетрични окулар.



Сл. 4.

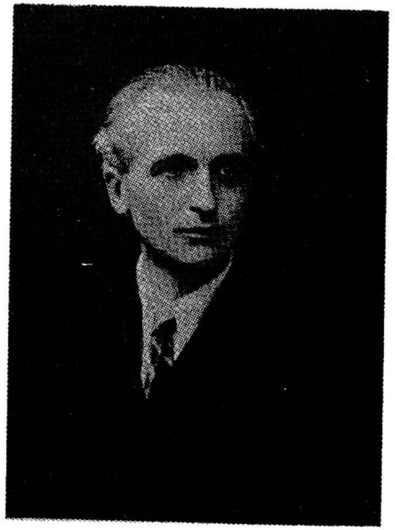
Које окуларе треба да користе аматери?

Објективи аматерских телескопа обично имају знатне аберације, па се препоручује употреба квалитетних (фабричких) окулара, нпр. ортоскопских. Потребан је комплет окулара жижних даљина између 25 mm и 5 mm. Увећања од 40 до 80 пута су најпогоднија за посматрање Месеца, Сунца, пролаза планета, помрачења Сунца и Месеца и посматрање комета и маглина. Увећања 100 до 180 пута погодна су за посматрање промењивих звезда и звезданих јата. Већа увећања користе се за посматрање планета и двојних звезда, док се увећања преко 500 пута користе ређе, углавном за посматрање тесних двојних звезда и центрирање оптичког система.

Александар Томић

IN MEMORIAM

ГЕОРГИЈЕ БОРОЦКИ



Георгије Бороцки 12. 4. 1936.

Дана 17. 4. 1978. године у Даљу у 85. години умро је Георгије Бороцки, један од најстаријих чланова нашег Друштва, познат између осталог и као популаризатор астрономије у часопису „Васиона".

Љубазношћу његове рођене сестре Вере Јокић о овоме једноставном и скромном човеку смо сазнали следеће.

Потомак је једног учесника Пугачовљеве буне, који је после њеног угушења дошао из Русије у наше крајеве. Отац му је радио у Патријаршијском двору у Даљу.

Бороцки је рођен 21. 12. 1893. у Даљу, где је завршио основну школу. Гимназију је завршио у Земуну. По жељи родитеља отишао је у Беч на студије медицине. Међутим, из личног интересовања за астрономију, а под упливом нашег великог научника Милутина Миланковића, који је исто из Даља, а са којим је иначе био у некрвној родбинској вези, 1919. године уписује астрономију. После студија, као један од првих наших дипломираних астронома остаје да ради на бечкој астрономској опсерваторији. Уласком фашиста, као странац отпуштен је из службе не хтевши примити аустријско држављанство, па је био принуђен да напусти Аустрију. Том приликом му је одузета драгоцена библиотека у којој је било и униката.

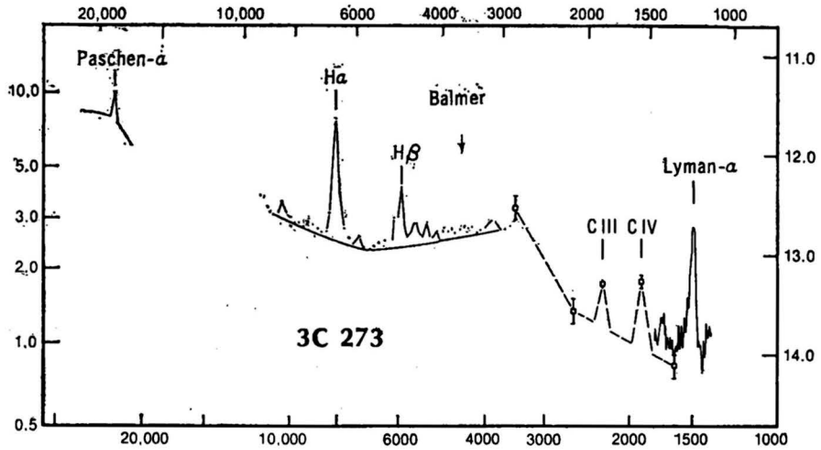
Од 1939. па до 1951. године је у Београду, али нажалост није радио у струци. 1951. се вратио у Даљ, где је радио на астрономији до 1961. године. Његове рукописне књиге се налазе у библиотеци САН-а, а део је у библиотеци нашег Друштва, којем је завештао своју астрономску библиотеку.

Милан Јеличић

НОВОСТИ И БЕЛЕШКЕ

Први спектар једног квазара у ултраљубичастом подручју. — Први квазар чији је спектар измерен у далеком ултраљубичастом делу, између 1200 и 1600 Å, јесте најсјанији квазар —3C 273. Мерења су обављена помоћу спектрометра са оптичком решетком који је био монтиран на телескоп од 40 cm. Телескоп је био избачен помоћу ракета до висине од 218 km.

Поред интензивне линије Лајман алфа идентификоване су и линије два и три пута јонизованог угљеника (CIII и CIV). Црвени помак тих линија је исти као код линија ранije идентификованih у оптичком делу спектра. Iако instrument nije imao



Сл. 1. *Spektar kvazara* 3C 273.

dovoljnu razdvojnu moć unutar spektra da bi uočio pojedinačne apsorpcione linije, ipak uočeno bi postojanje slivenih apsorpcionih linija bilo da ih u spektru 3C 273 ima. Autor eksperimenta Dejvidson (Davidson) smatra da apsorpcionih linija u spektru 3C 273 nema i da ih ni instrument veće razdvojne moći neće naći. Odsustvo apsorpcionih linija se može smatrati kao indikacija da se kvazari nalaze na kosmološkim daljinama i da je gustina međuzvezdanog vodonika u međugalaktičkom prostoru svega $1{,}5 \times 10{-}12$ atoma u kubnom metru. Slična gornja granica gustine je dobijena iz spektara drugih, daljih kvazara. Taj rezultat govori da je međugalaktički gas tokom najvećeg dela svog postojanja ostao u velikoj meri visoko jonizovan.

Na slici je dat spektar kvazara 3C 273 od infracrvenog do ultraljubičastog. Granica Balmerovog niza označena je strelicom. Duž donje horizontalne skale data je talasna dužina u angstremima, a duž gornje horizontalne skale talasne dužine u angstremima tih istih linija ali u miru. S desne strane su date posmatrane prividne veličine linija a s leve strane relativne energije linija.

prema Sky and Telescope, Jan. 1978.

Mr J. Milogradov-Turin

Пеге на другим звездама? — Совјетски научници Р. Е. Гершберг и П. П. Петров предложили су интересантну хипотезу која објашњава многе особености еруптивних звезда типова FU Ori **(fuori).**

Они су предложили идеју да је површина звезда Tau покривена пегама, налик Сунчевим. Пеге покривају већи део површине звезде. Њихова температура је нижа од температуре нормалне фотосфере, и зато нам објекти Tau изгледају мање сјајни. Магнетно поље у пегама, као и код Сунца, достижу неколико хиљада гауса. Као и на Сунцу, овде могу настајати кромосферски бљескови (флерови). Но, пеге на површини ових звезда су знатно веће од Сунчевих, па су и бљескови сјајнији.

Фуори су друга класа еруптивних звезда. До сад их је познато само три. Они дуго времена не мењају свој сјај, а онда га неочекивано повећају за неколико звезданих величина. Хипотеза Гершберга и Петрова објашњава и ту појаву. На површини фуора може бити много великих пега са јаким магнетним пољима. Али, у неком моменту величина магнетног поља може нагло да опадне испод неке

критичне вредности, приближно код хиљаду гауса. Магнетно поље тао није у стању да задржава конвективна струјања у омотачу звезде. Пеге се „распадају". Нестанак тамних пега ми примамо као изненадно повећање сјаја звезде. Јачање магнетног поља може поново довести до тога да сјај фуора ослаби.

Письма в Астрономический журнал, 2, 10, 1976.

превео *С. Ђорђовски*

О најмање проученој планети — Плутону. — Поуздане процене пречника и масе Плутона — најудаљеније планете Сунчевог система, до данас не постоје. 1950. године је Џ. Којпер проценио да је пречник Плутона 5900 км., упоређујући лик планете са вештачким диском. Године 1965. астрономи су установили да Плутон није покрио звезду која се налазила у његовом правцу и проценили да је 6800 км максимална величина његовог пречника. Међутим, недавно су Д. Крукшенк, Д. Морисон и К. Пилчер установили да је Плутон знатно мањи.

Амерички астрономи су мерећи рефлексиону способност Плутона у инфрацрвеним зрацима, показали да се површина планете бар делимично састоји од заледњеног метана. Јупитерови сателити Европа и Ганимед, као и Сатурнови сателити Реа, Диона и Тетида, који су такође покривени ледом, имају албедо (коефицијент одбијања) од 0.4 до 0.6. Приписујући такав албедо Плутону, Крукшенк, Морисон и Пилчер су добили да је његов пречник 3300 — 2800 км. У том случају маса Плутона треба да је 250 пута мања од Земљине и 20 пута мања од процене коју су 1971. године направили П. Сејдељман и његови сарадници на основу детаљне обраде пертурбација које Плутонова гравитација изазива у кретањима Урана и Нептуна. Значи или је процена албеда (а такође и средње густине Плутона) коју су извршили Крукшенк и његове колеге нетачна, или кретање Урана и Нептуна не пертурбује само Плутон него и неко друго небеско тело или група тела (например група комета).

Земля и Вселенная, 1977, **6**, 54

превео *Др Милан С. Димитријевић*

Глобални радио-телескоп. — Испитивања међузвезданих извора масерског (MASER је акроним од Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation што значи појачавач микроталасног зрачења помоћу стимулисане емисије зрачења), зрачења од велике је важности за боље разумевање процеса звездане еволуције. Управо у областима у којима се звезде формирају, стварају се погодни услови за појачавање радио-сигнала односно за настајање космичких масера. Ови компактни радио-извори имају сложену структуру и њихово испитивање обичним радио-телескопима је отежано због њихове недовољне раздвојне моћи. Да би се раздвојна моћ инструмента увећала, антене треба поставити на великом међусобном растојању. Такав систем који се састоји од четири радио-телескопа на три различита континента, почео је да ради 28. априла 1976. године. Код овог глобалног радио-телескопа, највећег који постоји на Земљи, раздвојна моћ је свега 0.1 лучна милисекунда.

Једна од антена глобалног радиотелескопа налази се у Кримској астрофизичкој опсерваторији, у Симеизи (пречник 22 м), а друге две у САД: Мерипенд Поинт (пречник 26 м) и Овенс Вали (пречник 40 м). Четврти радио телескоп се налази у Аустралији, у Тидбинбилу (пречник 64 м). Растојање између Симеизе и Тидбинбила је 11 750 км, између Тидбинбила и Овенс Валија 10 580 км, а између Мериленд Поинта и Тидбинбила 12 090 км што износи 0.94 пречника Земље!

Земля и Вселеная, 1977, 3, 9

превео: *Мр Милан С. Димитријевић*



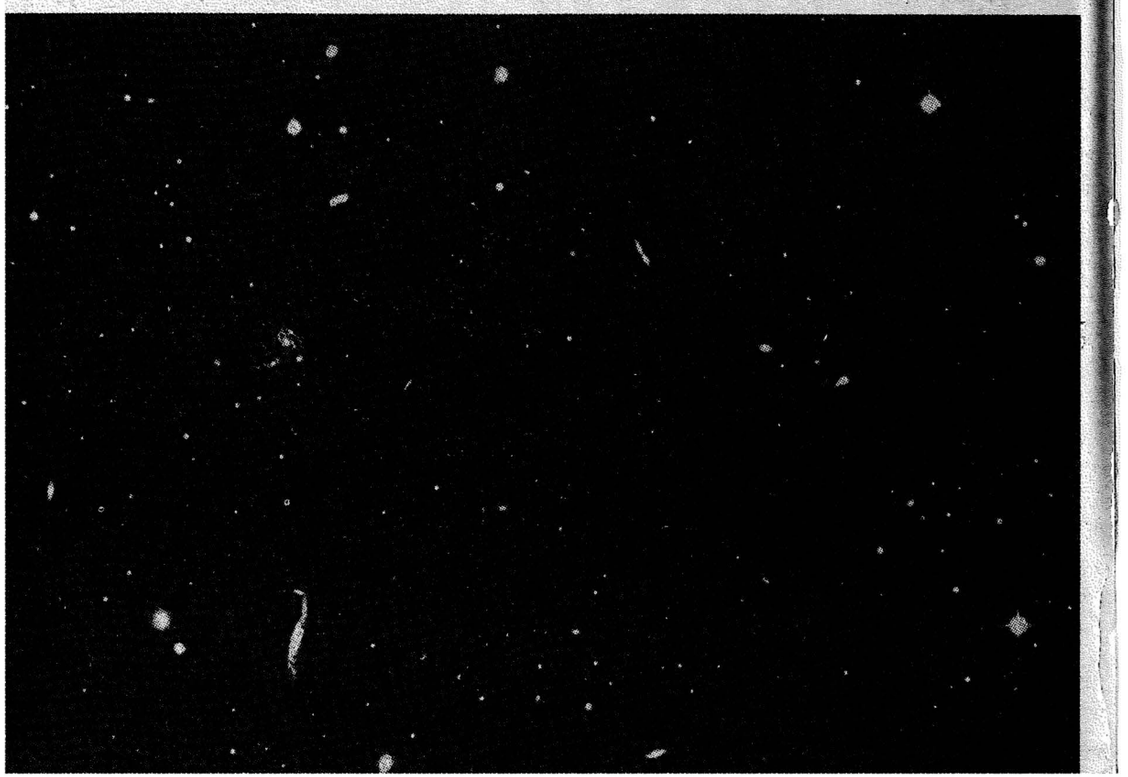
M 81 (NGC 3031) спирална галаксија типа Sb у Великим Колима ($\alpha = 9^h\ 51^m{,}5$, $\delta = +69°18'$) има угаоне димензије $24' \times 13{,}2'$ и привидну звездану величину $8^m{,}9$. Удаљена је 3,2 Мрс. Ову галаксију открио је 1774. године познати берлински астроном J. E. Боде.

VASIONA

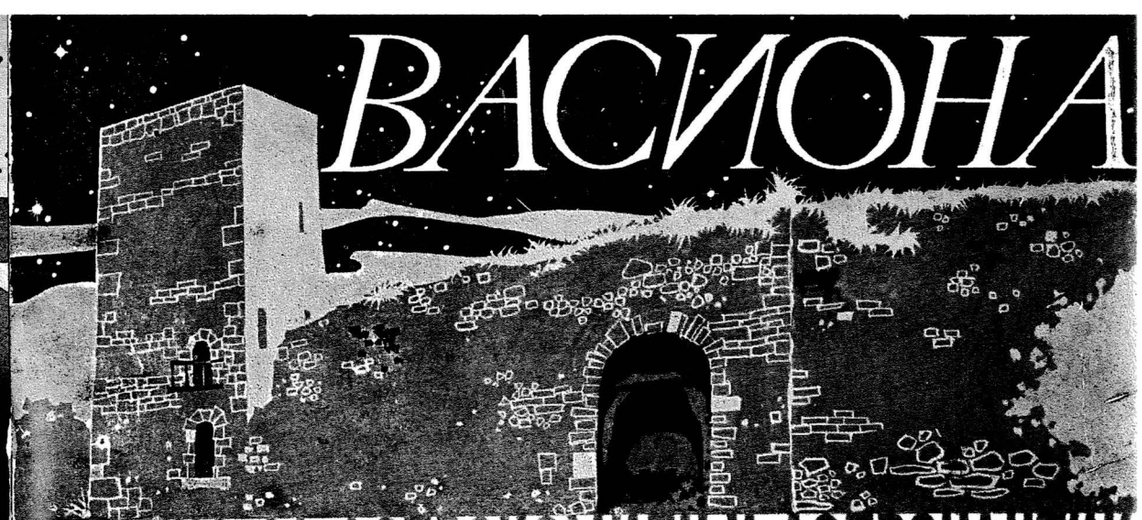


ASOPIS ZA ASTRONOMIJU I ASTRONAUTIK

Jato galaksija u sazvežđu Herkules. Snimak je načinjen sa pet metarskim teleskopom opservatorije Maunt Palomar. To jato je oko 350 miliona svetlosnih godina daleko od nas i sadrži oko 100 članova i ima prečnik oko 5 miliona svetlosnih godina. Jato sadrži galaksije svih glavnih tipova.



ВАСИОНА



ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИК

YU ISSN 0506-4295

МАУНДЕРОВ МИНИМУМ

◐

ОБЈЕКТИ ТИПА BL LACERTAE

◐

ИСТОРИЈСКА ИСТРАЖИВАЊА

◐

ОСНОВИ АСТРОФОТОГРАФИЈЕ

◐

ПРОМЕНЕ ИНТЕНЗИТЕТА ЈУПИТЕРОВИХ ПОЈАСЕВА

◐

ЗАДАЦИ

◐

НОВОСТИ И БЕЛЕШКЕ

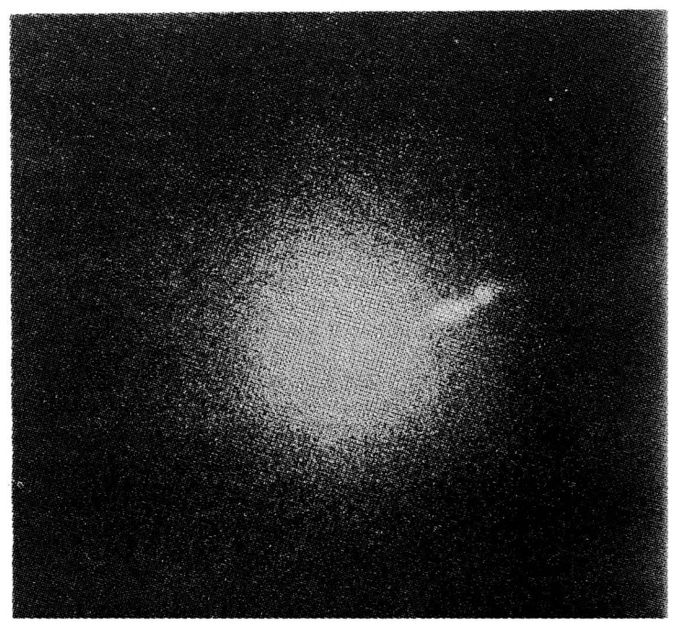
◐

ЕФЕМЕРИДЕ ЗА 1979.

◐

1978 3 - 4

Постојање црних рупа предвиђа теорија релативитета. Недавно су две екипе астронома открише постојање компактне масе величине око 5 милијарди маса Сунца у језгру галаксије M 87. Постојање толике масе у запремини величине језгра галаксије, а она је утврђена према гравитационим ефектима на околне звезде, могуће је у масивној црној рупи. На слици централни део галаксије M 87, фотографисан помоћу 250 центиметарског телескопа опсерваторије Маунт Вилсон.



VASIONA

REVUE D'ASTRONOMIE ET D'ASTRONAUTIQUE

ANNÉE XXVI 1978 № 3-4 BEOGRAD

Bulletin de la Société Astronomique „R. Bošković". Adresse: VASIONA, Narodna opservatorija, Kalemegdan, Gornji Grad, Beograd, Yougoslavie

САДРЖАЈ

I. Vince: *O Maunderovom minimumu* 57
Др М. Димитријевић: *Објекти типа BL Lacertae* 63
Др Б. Шеварлић: *Шта су неастрономи открили у астрономији* (II) . 69
A. Tomić: *Osnovi astrofotografije (I)* 77
J. Zagajac, Lj. Jovanović: *Promene intenziteta Jupiterovih pojaseva u 1976/77 godini* 82
А. Томић: *Задаци за ученике основних школа* 92
Новости и белешке 94
В. Трајковска, И. Винце: *Астрономске ефермиде за 1979. годину* . . 98

МОЛИМО ЧЛАНОВЕ АСТРОНОМСКОГ ДРУШТВА „РУЂЕР БОШКОВИЋ" И ПРЕТПЛАТНИКЕ „ВАСИОНЕ" ДА ОБНОВЕ ПРЕТПЛАТУ ЗА 1978. ГОДИНУ

Издавачки савет

Академик ТАТОМИР АНЂЕЛИЋ, НЕНАД ЈАНКОВИЋ, Др АЛЕКСАНДАР КУБИЧЕЛА, Мр ЈЕЛЕНА МИЛОГРАДОВ-ТУРИН, Инж АЛЕКСАНДАР ПОПОВИЋ, Мр МАРИЈА ПОТКОЊАК, Др СОФИЈА САЦАКОВ, АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ, НИНОСЛАВ ЧАБРИЋ, Проф Др БРАНИСЛАВ ШЕВАРЛИЋ

Уређивачки одбор

Др РАДОВАН ДАНИЋ, Др МИЛАН ДИМИТРИЈЕВИЋ, НЕНАД ЈАНКОВИЋ, Др АЛЕКСАНДАР КУБИЧЕЛА, Мр ЈЕЛЕНА МИЛОГРАДОВ-ТУРИН, Инж. АЛЕКСАНДАР ПОПОВИЋ, АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ, НИНОСЛАВ ЧАБРИЋ, Проф Др БРАНИСЛАВ ШЕВАРЛИЋ

Главни одговорни уредник

Мр ЈЕЛЕНА МИЛОГРАДОВ-ТУРИН

Помоћник уредницка АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ

Насловну страну израдио ПЕТАР КУБИЧЕЛА

ВАСИОНА, часопис за астрономију и астронаутику. Издаје Астрономско друштво „Руђер Бошковић", уз учешће Републичке заједнице за научни рад СР Србије. Годишња претплата НД 32, за ученике свих школа ако поруче одједном најмање десет примерака по НД 20, а за иностранство НД 64. Појединн број НД 8. Власник и издавач Астрономско друштво „Руђер Бошковић", Београд. Уредништво и администрација: Београд, Народна опсерваторија, Калемегдан, Горњи Град. Тел. 624-605. Рукописи се не враћају. Претплате слати у корист рачуна број 60806-678-6639

На основу мишљења Републичког секретаријата за културу број 413-665/74-02 од 27. XII 1974. ово издање је ослобођено пореза на промет

Штампа: ШИРО „Србија", Београд, Мије Ковачевић 5

ВАСИОНА

ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИКУ

ГОДИНА XXVI 1978 БРОЈ 3-4 БЕОГРАД

О MAUNDEROVOM MINIMUMU

Jedna od najpoznatijih pojava na Sunčevoj površini su pege. Njihov broj se menja u toku vremena sa periodom od oko 11 godina (sl. 1).

Periodičnost u broju pega, nepromenljiva veličina solarne konstante, podaci o magnetnom polju i o raznim zračenjima Sunca leže u osnovama teorijskih radova o Sunčevim modelima. Današnji teoretičari uspešno objašnjavaju, pomoću mehanizma solarnog dinama, periodičnost u aktivnosti Sunca. Međutim, još uvek ima poteškoća u opisivanju promena intenziteta u maksimumima aktivnosti i u drugim dugoročnim nepravilnostima. Naročito je interesantna pojava, na koju su oko 1890. god. skrenuli pažnju G. Šperer (Spörer) i E W. Maunder (Maunder). Oni su primetili da u periodu od 1645. do 1715. god. prema tadašnjoj dokumentaciji, praktično, nije bilo pege na Suncu (sl. 1). U vreme Maundera, nisu mnogo obratili pažnju na ovaj zaključak, verovatno zbog nedostatka osnovnih znanja o fizičkim procesima na Suncu. U novije vreme ovaj duži period smanjene aktivnosti Sunca (po Maunderu nazvan Maunderov minimum) postaje opet aktuelan problem.

KRATKA ISTORIJA POSMATRANJA SUNČEVIH PEGA

Pege su viđene veoma davno (čak i u IV veku pre n.e.), međutim, do otkrića teleskopa nisu povezivane sa Suncem. Od početka teleskopskih posmatranja prošlo je 230 godina dok su astronomi uspeli da uoče periodičnost u broju pega. 1843. god. Hajnrih Švabe (Heinrich Schwabe) je prvi ukazao na tu pojavu. Nekoliko godina kasnije Rudolf Volf (Rudolf Wolf) dobro procenivši važnost praćenja broja pega organizovao je posmatranje Sunca na nekoliko evropskih opservatorija. Dao je i jedan obrazac kojim se određuje tzv. Volfov broj, kojim je svaka posmatračka stanica mogla da svede broj svojih posmatranih pega na zajedničku meru, nezavisno od karakteristika teleskopa i posmatrača. Tako je počela međunarodna saradnja u posmatranju broja Sunčevih pega koja i danas funkcioniše.

Volf je pokupio i stare posmatračke podatke o broju Sunčevih pega iz kojih je uspeo da i pre 1818. god. prati dnevni broj pega. Od 1818. do 1749. god. je našao podatke iz kojih je rekonstruisao mesečni prosečan broj pega. Zbog veoma malog broja podataka od 1749. do 1700. god. našao je samo godišnji prosek broja pega. On je pokupio podatke i iz perioda pre 1700. godine sve do 1610. god. Međutim, za ovaj period je publikovao samo vreme procenjenih maksimuma bez broja pega.

Na kraju 19. veka Šperer je analizirao raspored broja pega po heliografskoj širini i pri tome je, traživiši podatke iz 17. i 18. veka, naišao na smanjen broj zabeleženih pega u tom periodu. Posle Špererove smrti Maunder, tadašnji šef grupe za fiziku Sunca na Griničkoj (Greenwich) opservatoriji, nastavio je započeto istraživanje i 1894. god. je objavio jedan rad, u kome ukazuje da postoji duži period vremena u kome je došlo do smanjenja aktivnosti Sunca.

MAUNDEROV MINIMUM

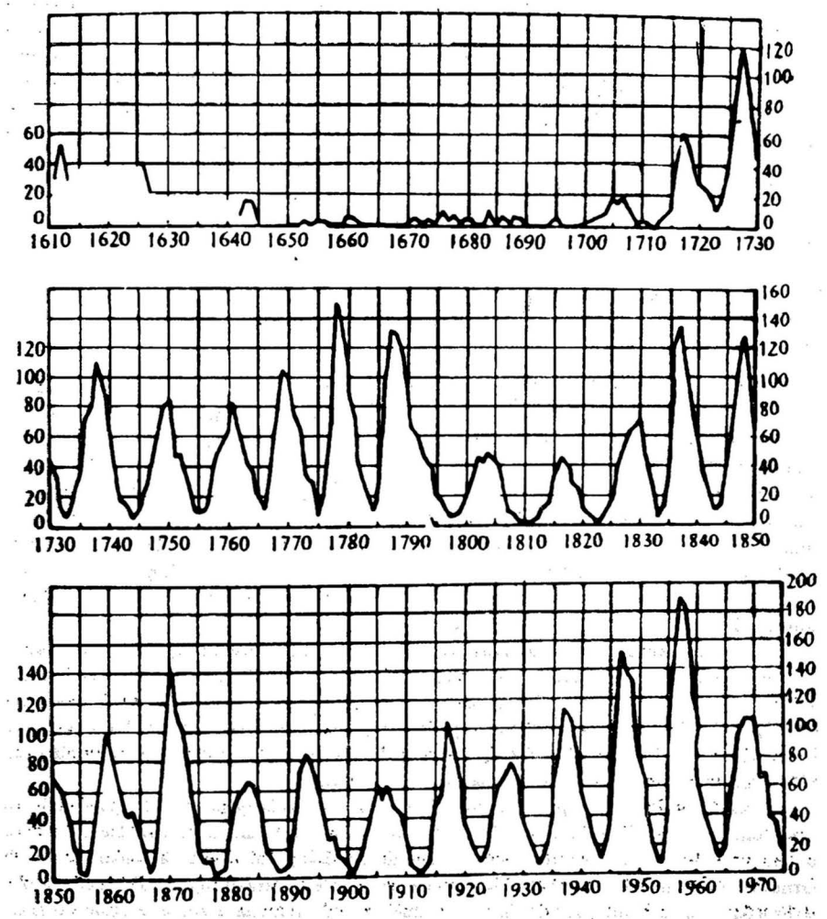
Sumirajući zaključke Špererovog i Maunderovog rada dolazimo do sledećih zaključaka:

a) U toku Maunderovog minimuma, od 1645. do 1715. god., posmatrano je samo nekoliko pega i to uglavnom na malim heliografskim širinama.

b) U jednom delu ovog perioda (od 1672. do 1704. god.) nije posmatrana ni jedna pega na severnoj hemisferi Sunca.

c) U toku 60 godina primećena je samo jedna grupa pega.

d) Za vreme Maunderovog minimuma ukupan broj pega je bio manji nego što se vidi za vreme jedne aktivne godine danas. Za dokaz ovih tvrdnji, Maunder, je naveo citate iz naučnih radova tog vremena.

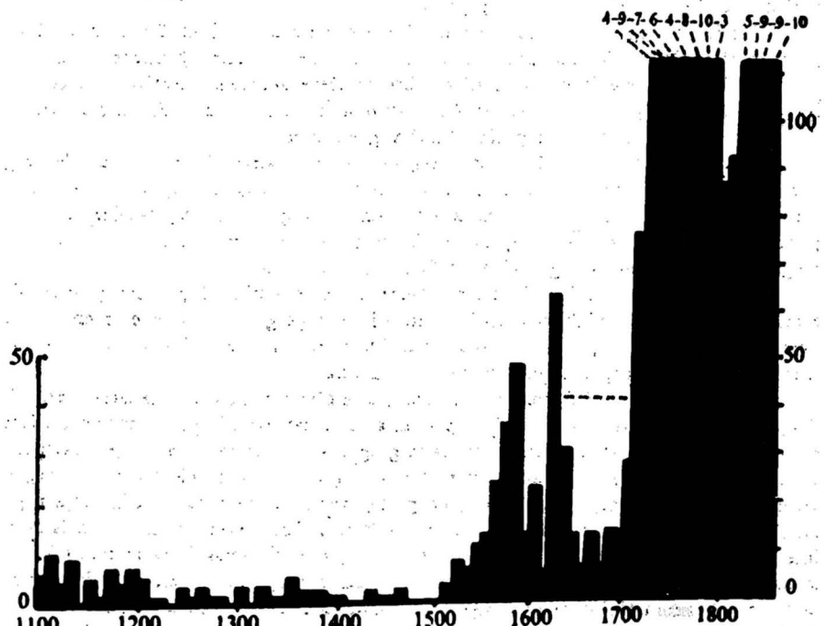


Sl. 1. Kriva prosečnog godišnjeg broja pega od 1610. do 1975. god.

Naravno, možemo postaviti pitanje realnosti ovog 70- godišnjeg Maunderovog minimuma. Veliki nedostatak u njegovim dokazima je to da se on oslanja na broj zabeleženih podataka o Sunčevim pegama u tadašnjoj literaturi. To za nas ne sme biti dokaz, jer nedostatak dokaza postojanja pega nije dokaz nepostojanja pega. Ostaju bez odgovora mnoga pitanja, kao npr. koliko su bili dobri posmatrači u 17. zeku, kakva im je bila posmatračka metoda i tehnika, koliko su bili dosledni u posmatranjima, koliko su pega propustili da posmatraju ili da zabeleže i kada? Da nije to bilo, možda, „posmatračko zatišje" zbog nezainteresovanosti tadašnjih naučnika za tu pojavu? Ova, pa i mnogo druga pitanja nisu još potpuno rasčišćena, iako danas već raspolažemo sa mnogo više podataka iz vremena Maunderovog minimuma.

ZNAČAJ MAUNDEROVOG MINIMUMA

Maunder nije podcenio važnost postojanja jednog „dugačkog minimuma" u Sunčevoj aktivnosti. Ako je stvarno postojao jedan takav period, onda nam to daje neka ograničenja u izboru graničnih uslova pri rešavanju pitanja solarne fizike. To bi značilo da proces koji izaziva promene u aktivnosti Sunca, može da prestane u toku nekoliko decenija, pa zatim da se ponovo javi. Sunčeve pege ne bi bile, u tom slučaju, stalna pojava u Sunčevom životu, pa prema tome i sa njom vezane ostale pojave, kao što su flerovi, aktivne protuberance, pa čak i struktura korone. Postojanje takvog minimuma moglo bi biti vrlo jak argumenat protiv teorije koje nastanak pega pokušavaju da objasne pomoću plimskog dejstva velikih planeta Sunčevog sistema. Na kraju, ne treba zaboraviti ni posledice koje bi pogađale Zemlju kao fizičko telo, život na Zemlji, pa i samog čoveka.



Sl. 2. Histogram broja zabeleženih polarnih svetlosti (brojevi iznad histograma daju koeficijente sa kojim treba množiti vrednost ordinate da bi dobili pravu razmeru histograma; horizontalna isprekidana linija označava period Maunderovog minimuma).

Već i ovi razlozi su dovoljni da opravdaju ponovna istraživanja u cilju razrešavanja pitanja realnosti postojanja Maunderovog minimuma.

NOVI DOKAZI

Od Maundera do danas nađeni su novi dokazi, koji idu u prilog postojanja Maunderovog minimuma. Nađeni su stari posmatrački podaci o Suncu. Naročito su vredne beleške koje su nađene kod istočnih naroda. Danas više znamo o godovima drveta. Imamo nove metode za izučavanje atmosferskih izotopa, što omogućava da sudimo o aktivnosti Sunca u prošlosti. Znamo da su Sunčeve pege i magnetna polja na Suncu povezana. Imamo predstavu o vezi između magnetnih polja i korone pa kritičnije možemo proučavati beleške o Sunčevim pomračenjima u prošlosti, itd.

Pet godina posle Maunderove smrti, Siguru Kandu (saradnik Astronomske opservatorije u Tokiju) pokupio je podatke o posmatranjima Sunčevih pega kod starih Japanaca, Korejaca i Kineza. Ove podatke je sumirao u jednom katalogu. Iz njih sledi da su od 28. god. pre n.e. do 1743. god. n.e. 143 puta golim okom posmatrane pege na Suncu. Prema ovim podacima u period Maunderovog minimuma trebalo bi da padne 6—7 golim okom vidljivih pega. Međutim, nije bila zabeležena ni jedna. Podaci iz Kanduovog kataloga su doveli do još jednog neočekivanog rezultata. Naime, nađeno je da Maunderov minimum nije jedini minimum u aktivnosti Sunca; 1604. godine je završen jedan 84-godišnji, 1520. god. je završen jedan 117-godišnji i 808. god. je završen jedan 229-godišnji period kad nije zabeležena ni jedna pega (sl. 3).

Još jedna mogućnost za proveru neobičnog ponašanja aktivnosti Sunca u prošlosti je u proučavanju zabeleženih podataka o obliku korone za vreme pomračenja. Znamo da se oblik korone menja u zavisnosti od faze Sunčeve aktivnosti. Aktivno Sunce ima lepo razvijenu koronu sa kružno simetričnom strukturom. Korona u minimumu aktivnosti je mnogo manja i izdužena u pravcu Sunčevog ekvatora.

Proučeni materijal je doveo do zaključka da posmatrači iz doba Maunderovog minimuma nisu zabeležili ni jednu takvu strukturu korone koja bi odgovarala aktivnom Suncu. Prvi put je 1715. god., tj. na kraju Maunderovog minimuma, zabeležena nama poznata struktura korone aktivnog Sunca. Prema tome, i ovaj materijal nam ukazuje na mogućnost postojanja mirnog perioda u Sunčevoj aktivnosti.

Međutim, treba reći da je u tom intervalu vremena bilo 63 potpuna pomračenja Sunca, od kojih je bilo vidljivo samo 8 sa teritorije Evrope gde su postojale opservatorije. Postoji i sumnja da zbog metode posmatranja Sunca (projektovanje lika Sunca na ekran) u to vreme, nije se mogla zapaziti koronalna struktura.

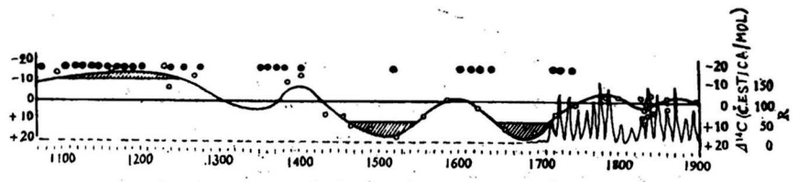
Kao dokazni materijal možemo uzeti i broj zabeleženih posmatranja polarne svetlosti. To je pojava koja se lako zapaža, njeno posmatranje ne zahteva nikakve instrumente, vidi se satima sa velike teritorije Zemlje na višim geografskim širinama i veoma je atraktivna. Prema tome sa velikom verovatnoćom možemo očekivati da je zabeležena ako je negde viđena. Sa druge strane, možemo reći, da postoji veoma tesna veza između broja pega na Suncu i broja noći kad se vidi polarna svetlost. Polarna svetlost nastaje dolaskom intenzivnog zračenja naelektrisanih čestica sa Sunca, koje u interakciji sa atomima i molekulima vazduha izazivaju ovu pojavu. Do intenzivnog zračenja naelektrisanih čestica sa Sunca, međutim, dolazi ako ima aktivnih oblasti na Suncu, a aktivne oblasti su u velikoj meri vezane sa Sunčevim pegama. Prema tome, sigurno postoji velika pozitivna korelacija između ovih događaja. Proučavanja zabeleženih podataka o polarnoj svetlosti su dovela do zaključka da je za vreme Maunderovog minimuma došlo do smanjenja učestanosti te pojave (sl. 2). Pri analizi histograma sa slike 2 moramo imati na umu da broj

zabeleženih polarnih svetlosti zavisi i od nekih drugih, uglavnom istorijskih, faktora, ali u glavnom toku tog histograma treba očekivati porast u toku vremena. Međutim, kako vidimo postoji ipak jedan prekid u toj opštoj tendenciji histograma baš u periodu Maunderovog minimuma. To je jedan od veoma jakih argumenata u proceni realnosti postojanja tog minimuma. Nagli porast podataka posle 1716. godine moramo vezati za objavljivanje Halejevog (Halley) rada u kome je dato naučno objašnjenje pojave polarne svetlosti, što je dovelo do sređenijih posmatračkih programa.

Treba primetiti da histogram ima jedan maksimum u vremenu od 9. do 12. veka. Da li je on realan ili nije zasad je teško reći.

Jedan od „modernijih" dokaza postojanja Maunderovog minimuma je u varijaciji količine izotopa ugljenika ^{14}C u vazduhu. Ovaj radioaktivni izotop ugljenika se nalazi u vazduhu u obliku molekula ugljendioksida (CO_2). Znajući da se CO_2 vezuje u ćelijama biljaka možemo doći do veoma pouzdanih podataka o varijaciji količine radioaktivnog izotopa ugljenika u vazduhu u toku vremena, ako analiziramo sadržinu tog elementa npr. u godovima drveta.

Radioaktivni izotop ^{14}C nastaje u atmosferi pod uticajem kosmičkog zračenja. Jačina ovog zračenja zavisi od Sunčeve aktivnosti. Povećana aktivnost Sunca sprečava dopiranje međuzvezdanog kosmičkog zračenja u Zemljinu atmosferu. Prema tome, za vreme povećane aktivnosti Sunca stvara se manja količina izotopa u atmosferi, što dovodi, naravno do smanjene količine tog elementa u godovima drveta. Rezultat jedne takve analize



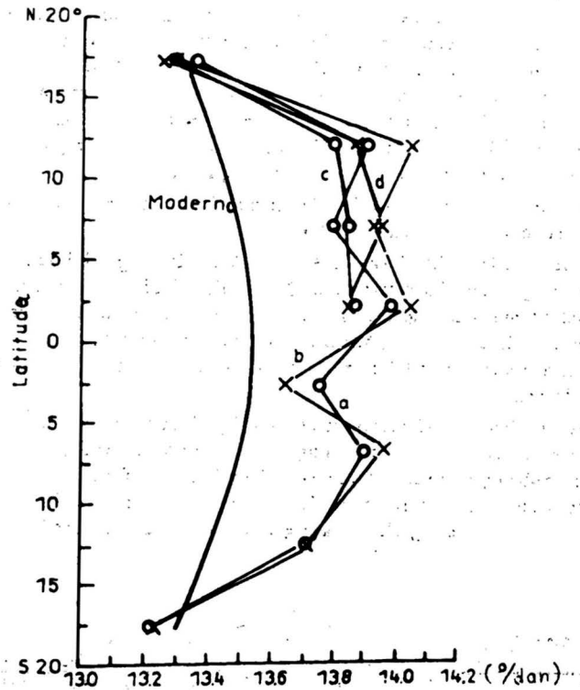
Sl. 3. Relativna promena merene vrednosti količine izotopa 14C (*prazni krugovi*) *i interpolacija tih podataka sa neprekidnom krivom* (*debela linija*); *golim okom viđene pege na Suncu* (*puni krugovi*), *promena relativnog broja pega* (*R*; *tanka linija*).

je prikazan na sl. 3. Na grafikonu se primećuje jedan veliki maksimum u 12. veku, minimum u 14. veku, iza kojeg kao da dolazi manji maksimum na početku 15. veka i zatim izrazit Maunderov minimum!

Pri proučavanju grafikona moramo voditi računa o tome da postoje i drugi, uglavnom geomagnetski, uticaji koji mogu da izmene tok posmatrane krive.

Nedavno su se astronomi setili jedne nove metode za proveru postojanja Maunderovog minimuma.

Iz teorijskih razmatranja magnetohidrodinamičkih procesa i diferencijalne rotacije Sunca sledi mogućnost brže rotacije Sunca za vreme Maunderovog minimuma. Za nalaženje brzine rotacije Sunca iskorišćen je posmatrački materijal Heveliusa iz perioda od 1642. do 1644. god. On je svoja posmatranja vršio tako što je sliku Sunca projektovao na ekran i beležio položaj pege (tačnost $\pm 0°5$) i vreme posmatranja (tačnost $\pm 1^m$). Na osnovu ovih posmatranja, usrednjavanjem podataka, došlo se do rezultata koji su predstavljeni na grafikonu (sl. 4). Vidi se da je Sunce od ekvatora do 20° heliografske širine brže rotiralo nego danas. Razlika u brzini rotacije je prilično velika; oko 0°,5/dan na ekvatoru. Ako još kažemo da greške u određivanju rotacije nisu veće od 0°,2/dan, onda po-



Sl. 4. Sinodična rotaciona brzina Sunca u funkciji heliografske širine izvođena iz posmatračkog materijala Heveliusa (desno) i iz modernih posmatranja (levo).

stoji realna osnova da verujemo da je Sunce brže rotiralo za vreme Maunderovog minimuma.

ZAKLJUČAK

Na kraju moramo reći da i pored velikog broja argumenata navedenih u korist postojanja Maunderovog minimuma, ne bi smeli zaključiti da je to dokazana činjenica.

Sigurno je da su dalja istraživanja neophodna, jer raščišćavanje jednog ovakvog problema može da izmeni ili da barem u izvesnoj meri dopuni našu predstavu o komplikovanom mehanizmu Sunčeve aktivnosti i o vezi između Sunca i Zemlje.

Vince Ištvan

LITERATURA

Eddy J. A., Gilman P. A. and Trotter D. E.: 1976, *Solar Phys.* **46**, 3.

Gesztelyi L.: 1978. „A Maunder minimum", *Csillagaszati Evkonyv* 1978, (editor: Barlai K.), Gond. Kiado, Budapest.

Jager von F. W.: 1977, *Die Sterne*, **53**, 215—221.

ОБЈЕКТИ ТИПА BL LACERTAE

Човек се вековима дивио ноћном звезданом небу и не слутећи да је оно што види само мали део Васионе коју нам откривају савремена средства за посматрање. Многи небески објекти који се у видљивом делу спектра једва могу назрети уз помоћ највећих телескопа, засијају у свој својој лепоти у некој другој области таласних дужина.

Међу најзагонетнијима су квазистеларни звездани објекти или квазари. Ови величанствени космички светионици, како се данас сматра, зраче сјајем који више пута надмашује сјај целе галаксије а настаје, како изгледа, у компактној области која се може грубо упоредити са димензијама Сунчевог система. Зрачење ових објеката је дадеко најснажније у области радио-таласа, док је у оптичком делу спектра знатно слабије. Квазари могу бити веома удаљени. Зрачење са неких од њих пошло је на свој дуги пут још у доба када је Универзум био веома млад.

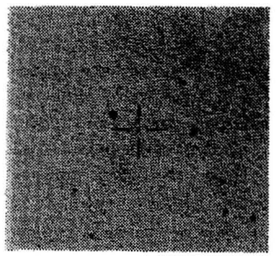
На радио-таласима, на којима се звезде и већина галаксија не „виде", гордо зрачи известан број гигантских елиптичких галаксија. Део спиралних галаксија такође се запажа у радио-подручју. Међу њима се највише истичу такозване Сајфертове галаксије, које имају централне области чија се интензивна емисија у великом делу спектра не може објаснити као интегрисани сјај звезда.

Задњих година, астрономским чудима је додана још једна класа небеских објеката, *објекти типа BL Lacertae* које зову и „лацерте". Први од ових објеката, веома удаљених попут квазара и необјашњиво сјајних, откривен је пре десет година а већ априла 1976. Т. Д. Кинман наводи 33 објекта овог типа. Мада је у почетку изгледало да ће откриће објеката типа BL Lacertae само повећати збрку у схватању о природи различитих нових типова светлосних извора, сада се све више чини да међу овим чудним објектима постоји одређена систематичност у погледу њихових својстава. Можда ће се једном показати да су сви они последице истог процеса који се одвија под различитим околностима.

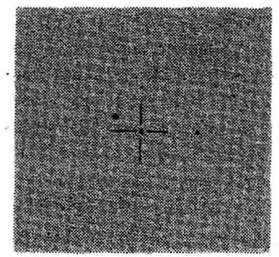
Код већине извора радио-зрачења, интензитет зрачења опада на већим фреквенцама односно краћим таласним дужинама. Код квазара, интензитет зрачења је готово исти на свим таласним дужинама радио-фреквентног подручја. Међутим, извор радио-зрачења означен као VRO 42.22.01 скренуо је на себе пажњу астронома Маклауда и Ендрјуа (J. M. Macleod и B. H. Andrew) са Канадске Националне Радио Опсерваторије, пошто је изгледало да је код њега изглед спектра постављен наглавце у односу на већину других радио-извора. Јачина радио-сигнала, насупрот већини до тада познатих спектара, расла је на већим фреквенцијама. Маклауд и Ендрју су претпоставили да ако се пораст јачине сигнала настави према већим фреквенцама, VRO 42.22.01 може на њима постати прилично јак извор радио-зрачења. Они су решили да испитују ову претпоставку на фреквенци од 10 600 MHz, што је еквивалентно таласној дужини од 2,8 cm, и заиста, VRO 42.22.01 је тамо сијао таквим сјајем да се могао убројати међу тридесетак најсјајнијих објеката на небу.

Објекат VRO 42.22.01 био је до тада познат само као извор радио-зрачења који се није могао угледати помоћу оптичких инструмената. Он се налази у правцу дела Млечног Пута чијем сјају доприносе десетине хиљада звезда наше Галаксије, што знатно отежава посматрање тог објекта у оптичком делу спектра. Ипак, Маклауд и Ендрју су покушали и после низа прецизних посматрања успели да тачније одреде положај извора чудног радио-зрачења. После проверавања положаја на картама неба, установили су на своје највеће изненађење, да се он поклапа са звездом 14. звездане величине. Сви до тада познати тачкасти извори радио-зрачења

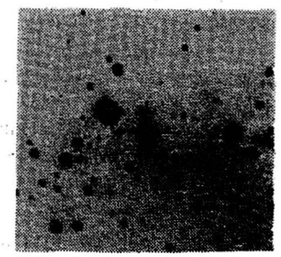
били су активне галаксије или квазари. Међу овим објектима само је један квазар био светлији од 14. привидне величине. С обзиром да се VRO 42.22.01 види у правцу Млечног Пута, његов прави сјај, у великој мери ослабљен апсорпцијом зрачења унутар наше Галаксије, мора бити далеко већи.



Сл. 1а.



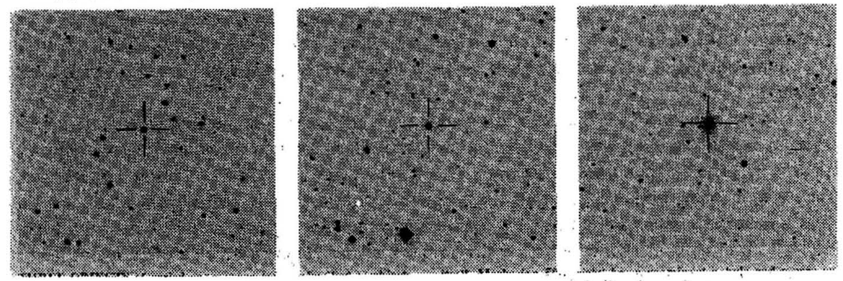
Сл. 1б.



Сл. 1в.

Подаци који су могли указати на природу чудноватог објекта били су следећи. На целокупном подручју радио-таласа извор је остајао тачкаст, без обзира на разложну моћ инструмента. То је значило да је он или веома мали или веома удаљен, или, и једно и друго. Радио-зрачење овог извора било је поларизовано, што је указивало да оно није термалног порекла као на пример зрачење са звезда (о настанку радио-зрачења видети литературу 5). Када се поларизовано зрачење креће кроз међузвездану средину Галаксије, раван поларизације се обрће и то различито на разним фреквенцијама, што може послужити за грубу процену удаљености посматраног објекта у оквирима наше Галаксије. Посматрања VRO 42.22.01 указивала су да је он веома удаљен и да се вероватно налази изван граница Галаксије. Необичан је био и изглед тог објекта јер му је средишњи део био окружен магличастим прстеном. Очигледно се наметала хипотеза да је прстен састављен од звезда и да је VRO 42.22.01 удаљена галаксија. На основу оптичког изгледа и облика радио-спектра, Меклауд и Ендрју су претпоставили да се ради о нарочитој врсти квазара или активних галаксија. Једна од најкарактеристичнијих особина наведених објеката је променљивост емисије како у радио тако и у оптичком делу спектра. То је навело Шмита (J. L. Schmitt) са Дејвид Данлоп (David Dunlop) опсерваторије универзитета у Торонту, да прегледом снимака оптичких променљивих из сазвежђа Гуштер (Lacerta) у коме се налази објекат Маклауда и Ендрјуа, установи да се он поклапа са променљивом звездом BL Lacertae. Променљивост ове звезде установио је још 1929. године немачки астроном Куно Хофмајстер (Cuno Hoffmeister). Њен сјај се појачава и слаби у неправилним интервалима. У току једне недеље посматрања, на пример, забележен је пораст сјаја од 100%. Када је најсјајнија, BL Lacertae далеко превазилази било који квазар. Променљивост BL Lacertae може се уочити са сл. 1. Фотографије 1а и 1б снимљене су на опсерваторији универзитета у Тел Авиву. Снимак 1а направљен је 25. IX 1973. а 1б 17. XI исте године. На снимку 1б, BL Lacertae (у центру крста) је четири пута сјајнија. На ове две слике она изгледа као звезда, али после дуже експозиције, око ње се види дифузни хало као на пример на фотографији 1в, коју су снимили Влерик и Мише (G. Wlerick i D. Michet) са опсерваторије Висока Прованса (Haute-Provence) у Француској. Дифузни хало око објеката типа BL Lacertae се нарочито лепо види на сл. 2в.

Најинтересантнија питања која интересују астрономе у вези са посматраним објектом су: колико је он удаљен, колико је велики и колико енергије зрачи. Али до оваквих одговора је најтеже доћи пошто се поменуте величине не могу мерити директно него се до њих може доћи само испитивањем слабог електромагнетног зрачења које стиже на Земљу, наше једине информације о посматраном објекту.



Сл. 2. Три објекта типа BL Lacertae. *На сл. 2а је OJ287, на 2б AP Librae а на 2в Маркариан 501. Слике су снимљене на Паломарској опсерваторији.*

Оптички спектар обичне Галаксије, чији сјај представља удружени сјај многих звезда које је чине, одликује присуство тамних апсорпционих линија. Оне настају упрошћено речено, када термално зрачење створено у звезди (а које има непрекидни спектар), пролази кроз хладније слојеве звездане атмосфере. Атоми гаса могу да апсорбују само зрачење појединих таласних дужина, које су одређене структуром њихових енергетских нивоа. Тако се у непрекидном емисионом спектру стварају тамне апсорпционе линије. Спектри многих квазара такође имају апсорпционе линије али су оне много слабије. Спектар квазара карактеришу светле, емисионе линије које обично настају када се облак гаса загрева интензивним ултравиолетним зрачењем. Ове линије у спектрима квазара и галаксија омогућују да се одреди удаљеност посматраних објеката помоћу Доплеровог ефекта. Наиме, фреквенца зрачења извора који се удаљава од нас померена је ка црвеном делу спектра пропорционално брзини удаљавања. Из овог померања се може одредити брзина а из ње преко Хабловог (Hubble) закона удаљеност космичког објекта који зрачи, у суштини на основу концепције Универзума који се равномерно шири. Удаљеност појединих галаксија или квазара мери се на основу „црвеног" померања апсорпционих или емисионих линија у оптичком спектру њиховог зрачења. Оптички спектар BL Lacertae представљао је велико изненађење. У њему није било ни апсорпционих ни емисионих линија што је потпуно онемогућавало да се на уобичајени начин одреди удаљеност објекта. Могао је бити и несхватљиво далеко а такође и у границама наше Галаксије.

Недостатак емисионих линија у спектру BL Lacertae може се објаснити на следећи начин. Ултраљубичасто зрачење способно да изазове загревање и јонизацију водоникових атома и проузрокује стварање емисионих линија у спектру, апсорбује се озоном у Земљиној атмосфери. Ако извршимо екстраполацију доступног дела спектра квазара и објеката типа BL Lacertae, видећемо (сл. 3) да ови објекти емитују мање јонизујућег зрачења него квазари. Можда су ови објекти и релативно сиромашни водоником што би све могло да изазове недостатак емисионих линија.

Други значајан резултат добијен је када је испитана променљивост BL Lacertae. Променљивост сјаја неког објекта зависи од његове величине. Најкраћи период промене сјаја звезде или галаксије је мера максималне величине емитујуће области. Потпуна промена сјаја може настати тек пошто првобитни сигнал прође кроз целу област а сигнал не може да путује брже од светлости. Стога област променљивог зрачења не може имати веће димензије од растојања које пређе светлост за време најкраћег периода промене. BL Lacertae мења сјај за око 30 процената у току једне ноћи. Из тога следи да је већина светлости емитована из области чији пречник није већи од неколико светлосних дана. Дакле по димензијама објекат је ближи звездама него галаксијама које се протежу на десетине хиљада светлосних година.

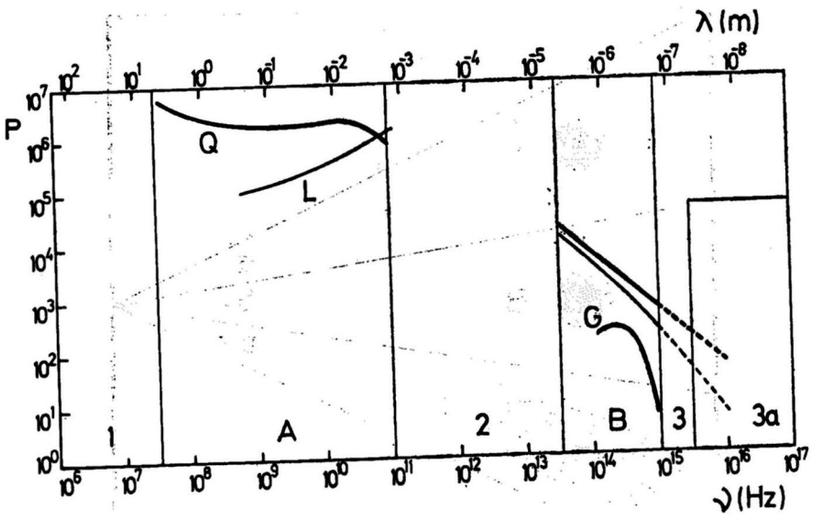
Ове особине BL Lacertae изгледају као парадокс. Радио-емисија и поларизација као и дифузни хало наводе на помисао да се ради о вангалактичком објекту какви су радио-галаксије и квазари. С друге стране, ако би се објекат тако малих размера налазио на космолошким удаљеностима квазара и радио-галаксија, он би био најснажнији извор зрачења у Васиони. Енергија зрачења коју емитује била би 100 пута већа од енергије коју емитује цела наша Галаксија, која сама зрачи десет милијарди пута јаче од Сунца.

BL Lacertae се није могла сврстати ни у једну познату астрономску категорију и стога је сама постала прототип нове категорије небеских објеката. Од тада је пронађено више од тридесет објеката типа BL Lacertae, на исти начин, тражећи сјајне изворе високофреквентног радио-зрачења.

Први следећи објекат за који је установљено да се понаша попут BL Lacertae, био је радио извор означен као OJ287. Овај објекат је потпуно налик на звезду (сл. 2а) без маглине која би га окружавала. Ипак, он је имао све карактеристике које су BL Lacertae учиниле тако интересантном и тако тајанственом да је издвојена у посебну класу небеских објеката: радио-спектар супротан уобичајеном, променљивост интензитета зрачења на свим таласним дужинама, јака поларизација зрачења у оптичком делу спектра и недостатак апсорпционих и емисионих линија.

Једини начин да се одреди удаљеност лацерта био је да се пронађе њима близак објекат и измери црвени помак линија у његовом спектру. Изазов астрономима представљала је слаба маглина која се видела око неких објеката овога типа. Ако се састоји од звезда, можда би било могуће измерити њен спектар упркос присуству изузетно сјајног центра. Група астронома са Хејлових (Hale) опсерваторија у Калифорнији покушала је да измери спектар халоа око BL Lacertae, за који је утврђено да има привидну величину и расподелу сјаја типичну за гигантске елиптичне галаксије. Они су механички заклонили сјајно језгро и покушали да мере само спектар слабог омотача. Ово мерење, мада је почивало само на једној слабој апсорпционој линији, дало је црвени помак који је указивао да се објекат удаљава од нас брзином од 21 000 km s^{-1} тј. 7°/$_0$ од брзине светлости. Касније су извршена мерења црвеног помака AP Librae за који је установљено да се удаљава од нас брзином од 15 00 km s^{-1}. Ово је, како се претпоставља, вангалактички објекат који се састоји од језгра изузетног сјаја које лежи у центру велике елиптичке галаксије. Извршена су мерења и за друге објекте као на пример за PKS 0548—322, који такође представља џиновску елиптичку галаксију са сјајним језгром. Фосбери и Дизни (R. A. E. Fosbery , M. J. Disney) су установили да је она од нас удаљена 340 мегапарсека (Mpc) и да је у тренутку посматрања имала апсолутну звездану величину —22,45. Пречник њеног халоа је процењен на 25 килопарсека.

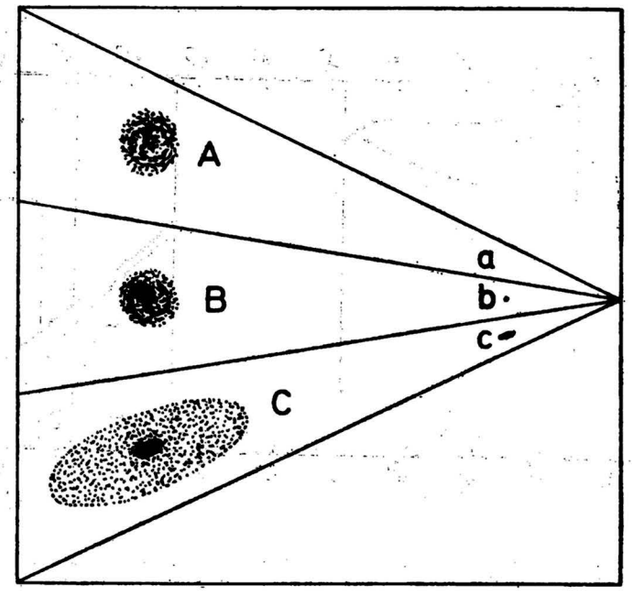
Крејн и Ворнер (E. R. Craine i J. W. Warner) су 1976. године известили да се радио извор OX029 састоји од два снажна радио-извора, од којих се један у оптичком делу спектра поклапа са језгром елиптичке галаксије II Zw 123 (удаљена 260 Mpc) и представља њено активно језгро а други, са објектом који личи на звезду и има све карактеристике лацерта. Они су претпоставили да је други објекат избачен из галаксије пре 7 x 10^5 — 7 x 10^6 година. Овакав сплет може допринети стварању наше слике о овим објектима.



Сл. 3. Спектар зрачења: λ—таласна дужина; ν—фреквенца; P—снага у арбитрарним јединицама. Зрачење из области 1 апсорбује се у Земљиној јоносфери; зрачење из области 2 апсорбује водена пара у Земљиној атмосфери, а из области 3 озон. Област 3а је област јонизујућег ултраљубичастог зрачења. А је област радио-зрачења а В област видљиве светлости; Q-квазар; L-лацерта; G-обична галаксија.

Пошто су испитана својства многих квазара, активних галаксија и лацерти, установљено је да постоји постепени прелаз између њих. Неки квазари, например, у стању су да промене свој сјај и за 100°/$_0$ у току неколико дана, Такође, њихово зрачење је јако поларизовано, што су особине које их приближавају лацертама. Неке радио-галаксије које имају сјајни централни део, веома потсећају на лацерте али за разлику од њих имају емисионе линије у спектру. Ове линије су истог типа као одговарајуће линије у квазарима али немају исти интензитет. Постојање разних прелазних облика учвршћује мишљење да су радио-галаксије, лацерте и квазари различите манифестације јединственог процеса. Можда су сви ови објекти различити типови галаксија са компактним централним областима које емитују снажно поларизовано зрачење у великом делу спектра. Најсјајнија језгра могу бити стотине, чак и хиљаде пута сјајнија од читавог остатка галаксије, па се зато само звездолико језгро може детектовати као квазар или нека од лацерта (на пример OJ287 на сл. 2а).

Могло би се запитати, противећи се таквом гледању, зашто су све лацерте радио-извори док многи квазари (можда чак и у 95°/$_0$ случајева) нису. Можда је ово само последица недостатака наших инструмената. Први квазари су откривени по свом неуобичајеном сјају на радио-таласима и сви су стога били радио-извори.



Сл. 4. Хипотеза сјајних језгара.

A: нормална галаксија; a: језгро нормалне галаксије (невидљиве);
B: Сајфертовс галаксија; b: квазар;
C: елиптичка радио — галаксија; c: лацерта.

Касније, на небу су тражени сјајни плави и ултраљубичасти објекти и тада су откривени квазари који су „њутали" на радио-таласима. Можда су лацерте које „њуте" такође бројне, али су им оптички спектри мање упадљиви него код квазара, па још нису нађене.

Постоји хипотеза по којој се повезују сви ови чудни објекти на небу. Према њој, квазари су просто активна језгра у спиралним галаксијама Сајфертовог типа, које се налазе на тако великим растојањима да је остатак галаксије потпуно невидљив. Лацерте би била активна језгра елиптичких радио-галаксија на великим удаљеностима. Али ова хипотеза има доста замерки. Неке елиптичке галаксије имају јаке емисионе линије а спектри неких квазара имају структуру каква никада није нађена код Сајфертових галаксија.

У ствари, већина мистерија је још увек неразјашњена а једна од највећих је како се ствара енергија у оваквим објектима. Пошто физика није успела да да никакво објашњење, отворена су врата за разне спекулативне претпоставке. Раније се, на пример, сматрало да је извор енергије суперзвезда, огромна лопта врелог гаса чија је маса милионима пута већа од Сунчеве. Сада су то популарне црне рупе, последњи остаци материје после гравитационог колапса. Било је још разних идеја: „беле рупе", циновски пулсари, јата звезда у судару, вишеструке супернове, галаксије које се сажимају . . . . али задовољавајуће објашњење за сада није успео да пружи ни један модел.

Др Милан С. Димитријевић

LITERATURA

1. Michael J. Disney, Philippe Veron: 1977, *BL Lacertae Objects*, Scientific American Vol. **237**, No 2, P. 32.
2. R. A. E. Fosbury, M. J. Disney: 1976, *The red shift of the BL Lacertae Object PKS* 0548—322, Astrophys. J. **207**, L 75.
3. Eric R. Craine, John W. Warner: *Radio and Optical Observations of the Radio Source OX* 029, 1976, Astrophys. J. **206**, 359.
4. T. D. Kinman: 1976, *Photoelectric Magnitudes and Polarization Data for Possible BL Lacertae Objects*, Astrophys. J. **205**, 1.
5. Milan S. Dimitrijević: 1975, *Kako nastaje radio-zračenje Sunca*, Vasiona, br. 2.

СТРУЧНИ ПРИЛОЗИ

Историјска истраживања

ШТА СУ НЕАСТРОНОМИ ОТКРИЛИ У АСТРОНОМИЈИ (II)

Галилео Галилеј, професор математике и оснивач експерименталне физике, 1609. г. конструише свој први дурбин. Те и наредне године њиме и још једним обавља своја чувена открића која му дају основу за жестоку одбрану Коперниковог система. За то га Инквизиција осуђује на доживотну интернацију.

Правник, Никола де Переск и исусовац Јохан Цизат откривају 1610. г. независно од Галилеја, Венерине мене.

Исте године први открива Сунчеве пеге енглески математичар Томас Хериот. Крајем године независно их открива и Јохан Фабрицијe. 1611. г. посматрају их већ и Шајнер и Цизат и Галилеј.

Галилеј 1610. г. први предлаже да се искористе тренуци помрачења Јупитерових сателита за одређивање разлика географских дужина.

Италијански лекар Санкторије 1612. г. први конструише часовник са зупчаницима и тегом који осцилује као бројачем.

Грчки научник Демисцијан уводи 1611. г. називе „телескоп" и „микроскоп" место ранијих „перспицилија" и „конспицилија" и „окијали".

Математичар Петер Кригер, одређује 1615. г. први разлику географских дужина два места преносом часовника (по методи откривеној 1510. г.).

Калуђер Паоло Тоскарини објављује 1615. г. спис којим оправдава Коперников систем, но исти убрзо бива забрањен.

1616. г. Никола Зуки, исусовац, долази први на идеју да у дурбину сочиво замени металним сферним огледалом.

Професор математике Гринбергер конструише 1618. г. претечу екваторијала. 1620. г. на исту мисао долази Кристифор Шајнер.

Професор Вилхелм Шикард 1623. г. први одређује висину болида и налази 20 km. што га опредељује да тврди, насупрот дотадањем схватању, да су болиди, метеори, небеска тела.

Никола Зуки и Франческо Фонтана, љубитељи астрономије, 1630. г. први примећују на Јупитеру пруге паралелне екватору.

Галилеј и Шајнер налазе 1630. г. нагиб Сунчева екватора према еклиптици и трајање Сунчеве ротације.

Математичар Пјер Верније проналази 1631. г. справу за читање ситнијих делова но што омогућује главна кружна подела на астрономским и геодетским инструментима. Показала се практичнија од справе коју је раније нашао Нонијус, па је од ње преузела и име.

Први предсказани Меркуров пролаз испред Сунца посматрали су, независно од П. Гасендија, 1631. г. љубитељи астрономије Цизат и париски лекар Ремис Квијетан.

Галилео у свом делу „Дијалог" 1632. г. први пут излаже принцип релативне паралаксе.

Љубитељ астрономије В. Шикард први 1632. г. открива да се сјајне звезде могу видети дурбином и дању.

Професор математике, Ричард Норвуд, почиње 1633. г. чувени премер Земље за утврђивање њена облика и димензија.

Франческо Фонтана, љубитељ астрономије, први открива 1636. г. пеге на Марсовој површини, и сматра да се Марс обрће око своје осе.

Исте године Галилеј излаже идеју за часовник који покреће клатно. Пет година касније замењује је идејом за часовник покретан тегом код кога је клатно само регулатор изохроности. Због губитка вида 1636. г. идеју није остварио. 1637. г. открива међутим Месечеву либрацију у латитуди и паралактичку.

1638. г. Фонтана открива и Марсове мене и одређује положај његове осе. Холандски професор, Фоацилид Холварда открива исте године нову у Киту и тада се присећа Фабрицијеве Мире и први јој одређује периодичност.

Љубитељ астрономије, Вилијам Гаскоањ, први уводи 1640. г. покретне конце у окулар дурбина и конструише микрометар.

Математичар, Мишел Лангрен, први долази на идеју 1644. г. да заклањање и откривање рубова Месечевих пега за време помрачења искористи за одређивање разлика географских дужина.

Чешки калуђер, Ширлеј Реита, први уводи 1645. г. називе „објектив" и „окулар".

Адвокат, Годфрид Венделин, одређује 1650. г. Сунчеву паралаксу мерењем Месечеве угловне даљине од Сунца у првој четврти.

Велики физичар и математичар, Кристијан Хајгенс, конструише сам 1655. г. астрономски дурбин и открива први Сатурнов сателит, а наредне године и Сатурнов прстен. Исте године конструише и први прави часовник с клатном. 1659. г. одређује трајање Марсове ротације. 1672. г. примећује Марсове поларне капе. 1673. г. у свом делу „Horologium oscilatorium" даје теорију централног кретања и први пут формулише појам центрифугалне и центрипеталне силе, што је одиграло огромну улогу у заснивању небеске механике.

Капетан Чилдри посматра 1659. г. зодијачку светлост и даје њен подробан опис.

1660. г. француски научник Мелкиседек Тевно проналази либелу. Исте године архитекта Кристифор Рен даје графичку методу за представљање тока Сунчевих помрачења.

Маркиз Корнелио де Малвасија 1662. г. долази на идеју да у жижну раван дурбина стави мрежу танких сребрних кончића за диференцијална мерења.

Математичар, Џемс Грегори, предлаже 1663. г. израду телескопа с помоћним издубљеним огледалом, коју сам није остварио. Исте године указује на значај посматрања унутрашњих планета при пролазу испред Сунца за одређивање Сунчеве паралаксе, идеју која се обично приписује Халеју.

Француски парламентарац, Дени де Сало, оснива 1665. г. научни часопис „Journal des savants" у коме се објављују многа значајна открића и астрономска посматрања.

Исте године физичар, Роберт Хук, изражава мишљење да је Месец састављен од истог материјала као и Земља и да има привлачну моћ као она. 1669. г. покушава да одреди годишњу паралаксу звезде γ Draconis.

Адвокат, Ђ. Монтанари, открива 1669. г. променљивост звезде β Persei.

Абрахам Иле, љубитељ астрономије, открива 1670. г. маглину у Стрелцу.

1672. г. предлаже физичар Касегрен да се у Грегоријеву телескопу помоћно издубљено огледало замени испупченим и ствара изврстан тип телескопа.

Филип де ла Хир, архитект, истиче 1703. г. да су Сунчеве пеге удубљења Сунчеве површине.

Капетан Стенјен 1706. г. открива Сунчеву хромосферу.

Џемс Паунд, пастор, Бредлијев ујак, врши 1716. г. систематска посматрања звезда, а 1719. г. заједно с Бредлијем покушава да одреди Сунчеву паралаксу из Марсових посматрања.

Де Лијувил, мислилац, био је 1722. г. једини у Француској присталица нове теорије о општој гравитацији.

Маралди 1724. г. утврђује за време потпуног Сунчевог помрачења да корона не припада Месецу већ Сунцу.

Семјуел Молинукс, љубитељ астрономије, започиње 1725. г. на својој опсерваторији посматрања звезде γ Draconis да би испитао узроке њеног привидног померања. На основи његових и својих посматрања убрзо затим Бредли открива појаву аберације светлости.

Томас Годфри проналази 1730. г. квадрант са огледалима, који је одиграо велику улогу у поморству.

Честер Хол, енглески племић, конструише 1733. г. прво ахроматско сочиво. У ову могућност ни сам Њутн није веровао.

Шведски грађанин Васенијус опазио је за време потпуног Сунчевог помрачења 1733. г. четири пламена језика који су избијали из хромосфере, а један се видео и голим оком. Код Секија се, међутим, налази запис да су протуберанце виђене још 1239. г. под сличним околностима.

Париска академија је 1740. г. наградила 4 математичара: Бернулија, Ојлера, Меклорина и Кавалерија за решење астрономског проблема плиме и осеке. Исте године је физичар Клеро теоријски решио питање Земљина облика и израчунао њену спљоштеност.

Сервингтон Сејвери предложио је 1743. г. да се мали размаци на небу мере помоћу два покретна објектива. На том принципу је 1752. г. конструисао Долонд први микрометар, којим су извршена многа мерења највише тачности.

Исте године физичар Клеро започиње своју теорију Месечева кретања, а математичар Ојлер даје познату теорему (која се погрешно приписује Ламберту) која говори о кретању комета по параболичним путањама и на којој је касније Олберс засновао своју методу за рачунање тих путања.

Зрнасту структуру Сунчеве фотосфере први је описао оптичар Шорт 1748. г.

Математичар Даламбер израдио је 1749. г. прву теорију астрономске нутације.

Математичар Ојлер проналази 1753. г. своју „методу варијације параметара" за одређивање планетских кретања, којом је објаснио и неке неправилности у Земљином кретању.

Философ Кант 1754. г. први указује да се Земљина обртна брзина мора смањивати услед дејства плимске силе која се супротставља ротацији. Већ наредне године излази његово дело о постанку и развоју Сунчева система.

Маркиза де Шатле преводи 1756. г. Њутнове „Принципе" на француски.

Физичар Клеро одређује 1757. г. масе Месеца и Венере из њихова утицаја на Земљино кретање око Сунца.

Аматер Георг Палич први уочава Халејеву комету упркос њеном закашњењу према Халејевим предвиђањима, које треба приписати Јупитеровим поремећајима.

Физичар Клеро предвиђа 1758. г. тачно време повратка Халејеве комете. Ово се предвиђање и обистинило.

Проповедник Силбершлаг објављује 1762. г. прва мерења положаја на коме се појавио и на коме је експлодирао један болид, као и мерења његовог пречника.

Математичар Лагранж објављује 1763. г. своју нову методу за решавање проблема тријy тела. Наредне године Париска академија награђује његову студију „Изучавања Месечеве либрације". 1766. г. иста Академија га награђује и за „Изучавања неједнакости у кретањима Јупитерових сателита".

Професор математике, Јохан Тицијус, проналази 1766. г. свој емпиријски закон о даљинама планета од Сунца, погрешно назван Бодеовим, иако га је овај само објавио.

1771. г. свештеник Шилен изражава мишљење да су Сунчеве пеге левкаста удубљења на фотосфери и да језгро пеге представља дно левка.

Математичар Лагранж даје 1772. г. прва партикуларна решења проблема тријy тела и прва тачна његова решења у специјалним случајевима. Исте године математичар Ојлер објављује своју теорију Месечева кретања.

Музичар Вилијам Хершел 1774. г. прераста у великог астронома и конструише сам телескоп од 5,5 стопа жижне даљине.

Физичар Рошон примећује 1775. г. да температура у Сунчевом спектру расте од љубичастог краја ка црвеном; затим и у другим спектрима.

В. Хершел примећује 1777. г. да Марсове поларне капе мењају изглед и величину са годишњим добима. Отада се оне систематски посматрају.

Професор математике и физике, Кристијан Мајер, први указује на физичку везу међу двојним звездама. Тачнија истраживања предузеће тек од 1781. г. В. Хершел.

Лагранж објављује 1778. г. у Берлинској академији расправу „О проблему одређивања кометских путања" и „О Кеплеровом проблему".

Дионис ди Сежур објављује 1779. г. у Француској академији две методе за израчунавање кометских путања, од којих је друга позната као Олберсова, иако ју је Олберс објавио после њега.

В. Хершел започиње 1779. г. систематско истраживање маглина. Исте године одређује нагиб Марсове поларне осе према равни његове путање и започиње каталогизовање двојних звезда. Исте године В. Олберс, по струци лекар, објављује методу за рачунање кометских путања.

Лагранж доказује 1780. г. да Месец има облик троосног елипсоида чија је најдужа оса управљена ка Земљином средишту. Исте године В. Хершел утврђује да Месец нема атмосфере и врши тачна мерења висина његова рељефа.

В. Хершел открива 1781. г. планету Уран сматрајући да је открио нову комету. Исте године одређује и период Марсова обртања. Наредне године објављује свој први каталог двојних звезда и одређује положај апекса Сунчева кретања као тачке према којој се креће цео Сунчев систем. 1784. г. даје прву студију о грађи нашег Звезданог система. Наредне године усавршава џиновски телескоп отвора 1,22 м израђен његовом руком, а 1786. и 1787. г. већ објављује своја два каталога маглина и звезданих јата које је већином сам открио. 1787. г. открива и два Уранова сателита Титанију и Оберона. 1789. г. открива Сатурнове сателите Мимас и Енцеладус. Исте године одредио је и Сатурнову спљоштеност и довршио свој највећи телескоп 1,5 м отвора. 1790. г. открива обртање Сатурнова прстена и одређује трајање обилазака прва два Сатурнова сателита. око планете. 1793. г. успева да одреди трајање Сатурнова обртања, а затим и трајање ротације Сатурнова прстена којом потврђује теоријску вредност коју је раније нашао Лаплас.

Студенти Брандес и Бенценберг одређују 1798. г. са двеју станица висине метеора и налазе да су њихове брзине планетске. Брандес још одређује и радијант роја у којем је правцу лежала и путања Бјелине комете.

1799. г. Хершел утврђује раније наслућивано ретроградно кретање Уранових сателита.

Познати природњак, али не и астроном, А. Хумболт, исте године открива, на путовању по Јужној Америци, метеорски рој Леонида, који се видео у облику метеорског пљуска. Поједини метеори достизали су и сјај пуног Месеца. На истом путовању запазио је и да метеори једног роја извиру привидно из једне тачке, а посматрао је и појаву тз. „гегеншајна" или одсјаја зодијачке светлости. Исте године открили су Хумболт и Воластон инфрацрвени део спектра термометром.

1801. г. математичар Гаус проналази методу за израчунавање путање првог откривеног планетоида Церес из 3 блиска посматрана положаја. Исте године механичар Репсолд подиже сопствену опсерваторију у Хамбургу за коју конструише меридијански круг с пречником 4 м.

1802. г. Хершел коначно доказује да двојне звезде обилазе око заједничког тежишта и тиме отвара нову грану у астрономским наукама. Исте године физичари Воластон и Фраунхофер откривају тамне апсорпционе линије у Сунчевом спектру, а Олберс, пошто је открио другу малу планету Палас исказује мишљење да су планетоиди постали распадањем једне велике планете која је кружила око Сунца између Марса и Јупитера.

Физичар Био први утврђује 1803. г. после једне велике експлозије болида у Нормандији, да су метеорити ванземаљског порекла.

Бенценберг први 1804. г. успева експериментално да утврди да тело које слободно пада скреће ка истоку, као што је још Њутн предвидео. Исте године Олберсу се на улици обраћа један апотекарски помоћник с молбом да му прегледа рад о комети из 1607. г. Тај младић је био Фридрих Вилхелм Бесел, отац савремене астрометрије.

Физичар Фраунхофер 1805. г. упоређујући спектар Сунца са спектрима сјајних звезда, удара темеље хемији Сунца.

Физичари Био и Араго 1806. г. продужујући Мешенову триангулацију, одређују знатно тачније Земљину спљоштеност но њихови претходници.

Математичар Поасон даје 1808. г. строжији доказ од Лагранжова за Лапласову теорему о непроменљивости великих оса планетских путања.

Физичари Био и Матје први су 1808. г. из испитивања силе теже дуж паралела 45° извели закључак да Земљин облик одступа од обртног елипсоида и да Земљини слојеви нису хомогени.

Математичар Гаус објављује 1809. г. дело „Теорија кретања небеских тела која обилазе око Сунца по коничким пресецима" које је остало и данас фундаментално у небеској механици.

Олберс 1812. г. указује први на одбојну силу која кометске репове увек оријентише супротно од Сунца.

Физичари Араго и Матје одређују 1812. г. дакле пре Бесела, паралаксу звезда 61 Лабуда.

Физичар Фраунхофер 1815. г. класификује тамне линије у Сунчевом спектру.

Физичар Хладни наслућује 1819. г. везу између комета и метеора за које је још 1794. утврдио да су космичког порекла.

Физичар Фраунхофер уводи 1821. г. у астрофизику оптичку решетку пред објективом, за добивање нормалног спектра, а 1823. г. открива тамне линије и у звезданим спектрима. 1824. г. конструише два ахроматска дурбина; за Дорпатску и Кенигсбершку опсерваторију. Последњим је Бесел одредио паралаксу звезде 61 Лабуда.

Брандес 1825. г. даје тумачење годишње, дневне и азимутске промене у појави метеорских ројева.

Љубитељ астрономије Хајнрих Швабе обавља почев од 1826. г. своја систематска посматрања Сунчевих пега од историјског значаја за даља посматрања и проучавања. Официр Вилхелм Бјела исте године открива знамениту комету која носи његово име.

Математичар Поасон 1827. г. доказује константност трајања Земљине сидеричке револуције.

Берлински банкар Вилхелм Бер, почиње с Медлером изучавање Месечеве површине које доводи до прве прецизне детаљне Месечеве карте. 1830. г., користећи најближи Марсов положај Земљи у целом 19. веку, израђују они и прву систематску карту Марсове површине и одређују време његове ротације.

1833. г. посматран је 12. новембра пљусак од 1/4 милиона метеора. Олберс је утврдио да је то онај исти који је посматрао Хумболт 1799. г., па је реконструисан и још један његов повратак. Одатле је извео закључак да је ово периодична појава. Олмстед је тада извео појам радијанта и објаснио га.

Математичар Јакоби доказује 1834. г. да и троосни елипсоид може бити равнотежни облик течне, одн. гасовите масе, тј. облик у коме се јављају небеска тела.

Физичар Пује одређује 1837. г. прву тачну вредност соларне константе.

Љубитељ астрономије Швабе открива 1838. г. периодичност појаве Сунчевих пега.

Физичар Џон Дрепер Њутновим телескопом отвора 13 cm успева 1840. г. да за 20 минута добије први дагеротипски снимак Месечеве површине.

Студент Џон Адамс започиње 1841. г. испитивање неправилности у Урановом кретању у циљу откривања нове планете која ремети Ураново кретање.

Метеоролог Карл Крајл утврђује 1841. г. да на Земљин магнетизам не делује само Сунце, већ и Месец, што Е. Сабин потврђује многим истраживањима.

Лорд Рос, 1842. г., после 3 године напорног рада, сам израђује телескоп отвора 182 см и њиме открива спиралне маглине.

1844. г. капетан Вилкес и поручник Елд одређују прву разлику географских дужина применом жичаног телеграфа.

Физичари Фуко и Физо добивају 1845. г. на Париској опсерваторији први дагеротипски снимак Сунца са две групе пега. Исте године, љубитељ астрономије Кулвије-Гравије открива законитости у распореду бројности метеорских појава по месецима.

И сам Леверије, био је математичар, без обзира што се извесно време налазио на челу Париске опсерваторије. Његово откриће Нептуна математичким путем 1846. г. класичан је пример примене математике у астрономији.

В. Ласел открива 1847. г. први Нептунов сателит, а наредне године, независно од Бонда, 7. и 8. Сатурнов сателит.

Физичар Физо први примећује 1848. г. да ће се из промена таласних дужина линија у спектрима звезда моћи одређивати њихове радијалне брзине, а у извесним случајевима и њихове даљине. Исте године математичар Рош налази формулу за одређивање критичне даљине једног сателита од планете. Ако сателит зађе испод ње, бива раскомадан — случај Сатурновог прстена.

1850. г. Ласел, независно од Бонда и Доза, открива да између два тамна Сатурнова прстена постоји и трећи.

Физичар Фуко 1851. г. први пут доказује Земљину ротацију помоћу клатна. Исте године Ласел открива 2. Уранов сателит који Џ. Хершел назива Умбријел.

Љубитељ астрономије Ворен де ла Ри 1853. г. први пут се служи сувим плочама за фотографисање Месеца.

Физичар Мексвел 1856. г. теоријски доказује да се Сатурнови прстени морају састојати из хиљада ситних делића од којих сваки има своју путању. Оптичар Штајнхајл исте године проналази поступак за посребравање телескопских огледала. После годину дана поступак открива независно и физичар Фуко.

Физичар Кирхоф даје 1859. г. прво тумачење звезданих спектара.

Љубитељ астрономије Лије открива 1860. г. у Бразилу „двоструку комету", чија је подела морала бити скорог датума. Исте године, независно од Секија, де ла Ри открива да су протуберанце стварне појаве и да припадају Сунцу.

Физичар Кирхоф открива 1861. г. спектроскопски на Сунцу елементе који постоје и на Земљи: гвожђе, водоник, натријум . . . Исте године де ла Ри добива први стереоскопски изглед Сунчеве пеге који показује да су пеге шупљине, а да су факуле изнад фотосфере. Бабине доказује да се Лапласова хипотетична прамаглина из које је по њему постао Сунчев систем није могла толико брзо окретати да би се од ње могли одвајати делови масе.

Физичар Радерфорд успева 1866. г. да добије Сунчев спектар дуг преко 2 м.

Ополцер (заједно с Петерсом) указује 1867. г. на сличност путања Темпелове комете и Леверјеова метеорског роја.

Математичар Керквуд открива 1868. г. празнине у планетоидском прстену.

Сандфорд Флеминг 1874. г. долази први на идеју о увођењу зонског времена

Капетан Ебни даје 1879. г. прву детаљну карту Сунчевог инфрацрвеног дела спектра из које се могу изводити драгоцени закључци о стању разних врста материје у Сунчевој атмосфери.

Физичар Мајкелсон успева 1880. г. једним величанственим експериментом да реши питање Земљиног кретања у односу на „етар".

Физичар Болцман успева 1884. г. да теоријски дође до доказа Стефановог закона зрачења, који је овај нашао експериментално, а који је од основног значаја за астрофизику.

Математичар А. Поенкаре доказује да је равнотежни облик течне масе у почетку ротације близак сфери, затим прелази у обртни елипсоид, па у троосни елипсоид, да најзад добије облик крушке. Уколико се брзина обртања повећава овај се облик све више сужава по средини и најзад раздваја у два тела. Тиме је ударена основа једне нове гране небеске механике којом се са великим успехом бавио и руски математичар Љапунов. 1887. г. Поенкаре даје и своја чувена решења за проблем трију тела.

Физичар Мајкелсон мери 1890. г. интерферометром на дванаестопалачном рефрактору Лик опсерваторије праве пречнике неких блиских нам звезда.

Љубитељ астрономије Персивал Ловел подиже у Аризони велику планинску опсерваторију са првобитним задатком да изучава Марсову површину.

Други љубитељ астрономије, Стенли Вилијамс, открива 1896. г. струјна кретања на Јупитеровој површини.

Љубитељ астрономије Истон први изражава 1900. г. мишљење да је Млечни Пут спиралне структуре. Исте године физичар Архенијус први примењује теорију светлосног притиска за објашњење постанка и оријентације кометских репова, Сунчеве короне и поларне светлости.

Алберт Ајнштајн 1917. г., одмах по разради опште теорије релативности, поставља основе савремене космологије својим првим моделом изотропне, хомогене и статичне Васионе.

1927. г. физичар де Ситер открива да је Земља као небески часовник ишла 1650. г. око 37s напред, 1730. г. скоро тачно, 1800. г. неких 30s заостајала, а 1927. г. ишла 28s напред.

1931. г. млади радио-инжењер Карл Јански открива радио-зрачење које на Земљу стижу из Васионе. Почиње развој нове астрофизичке гране радио-астрономије, која је данас довела до неслућених открића.

У данашње време доприноси електро-инжењера развоју радарске технике примењене на дневна посматрања метеора и метеорских потока, затим на одређивање прецизних даљина Месеца, Меркура, Венере и Марса, као и облика њихових и на изучавање њихова рељефа, неизмеран су прилог неастронома астрономској науци. У исту категорију спадају и радови разних стручњака на васионским сондама и бродовима који су нас последњих деценија довели до неслућених открића у астрономији. Најзад, иако не на последњем месту, треба поменути допринос математичара, физичара и инжењера електроничара развоју савремених рачунара, без којих се данашња истраживања у астрономији не могу ни замислити.

Додајмо још и ово. Пратећи развој астрономије у 20. веку запажа се све већа тежња за тимским радом у решавању сложених проблема у свима наукама, па и у астрономији. Због тога је тешко издвојити као пре, открића која су у астрономији учинили неастрономи од открића која су учинили носиоци ове науке. Тачније речено, данас је постао стални стил рада да на скоро свим астрономским открићима раде тимови у којима често има више стручњака из других области него самих астронома.

На крају овог одељка сам дужан да се са страхопоштовањем извиним г. г. Хуку, Клероу, Арагоу и Мајклсону, што сам их сврстао у физичаре, Шајнеру, Ојлеру, Лагранжу, Гаусу, Леверијеу и Поенкареу, што сам их сматрао за чисте математичаре, Галилеју и Хајгенсу, што сам их третирао подједнако, и као математичаре и као физичаре, али не и као астрономе и, најзад, г. г. Хершелу, Олберсу,Адамсу и др. што сам их помињао као љубитеље, па чак на једном месту и Бесела, јер су тако започели своју каријеру, па тек касније прерасли у знамените астрономе.

Но да сам чак ову господу сматрао и за чисте астрономе, па зато њихова открића изузео из мог прегледа, ипак он не би остао много осиромашен.

Проф. Др Б. Шеварлић

Институт за астрономију
Природно — математичког факултета
у Београду

OSNOVI ASTROFOTOGRAFIJE (I)

O značaju fotografije u astronomiji ne treba trošiti reči. Toliko je on veliki. U nekoliko članaka daćemo osnovno što bi trebalo da zna svaki amater-astronom, pre nego što počne da se bavi astrofotografijom.

Fotografisanje ne sme biti samo sebi cilj, nego treba da bude sredstvo za postizanje određenog rezultata. Ovo treba da ima na umu svaki ljubitelj neba pre nego pristupi fotografisanju. Treba jasno formulisati šta se želi i ostvariti bar minimalne instrumentalno-posmatračke uslove. I pokušaji amatera daće u tom slučaju vredne rezultate, koji mogu sadržati informaciju od naučnog interesa.

Ovde će pre svega biti reč o instrumentalnim i posmatračkim uslovima u toku snimanja. Biće dati obrasci iz kojih se vidi uticaj uslova na vreme osvetljavanja, kako se ne bi nepotrebno rasipala sredstva na traženje optimalne ekspozicije.

OSNOVNI OBRAZAC

Fotografski efekat izražava se gustinom zacrnjenja osvetljenog i razvijenog fotomaterijala u odnosu na gustinu zacrnjenja neosvetljenog razvijenog dela istog fotomaterijala. Fotografski efekat koji će izazvati svetlost zavisi od količine energije koja za određeno vreme stiže na jedinicu površine. Veza između te energije H, s jedne strane, i osvetljenosti E koju daje posmatrani objekat i vremena osvetljavanja t, s druge strane, u prvoj aproksimaciji može se smatrati linearnom

$$H = E\,t.$$

Za veoma male i veoma velike osvetljenosti, kao eksponent vremena treba uvesti parametar p, po vrednosti blizak jedinici

$$H = E\,t^{p}.$$

To znači da fotografski efekat neće ostati isti ako se vreme osvetljavanja produži onoliko puta koliko se smanji osvetljenost. Vreme dakle nije sasvim ravnopravno osvetljenosti. Ovaj zakon, poznat kao Švarcšildov zakon, ukazuje na primaran značaj intenziteta svetlosti koja od objekta dolazi na film. Veličina H naziva se ekspozicija.

Kod fotografisanja nebeskih objekata osvetljenost, na žalost, ne možemo menjati. Možemo jedino birati trenutke u kojima atmosferska apsorpcija i disperzija svetlosti nanose najmanji gubitak osvetljenosti. To u praksi znači da se snima najčešće kada je posmatrani objekat u blizini meridijana mesta.

PARAMETRI KAMERE

Osvetljenost od objekta E, za fotomaterijal u trenutku snimanja, nije jednaka stvarnoj osvetljenosti, nego zavisi i od parametara kamere i uslova vidljivosti.

U fokusu objektiva prečnika D i žižne daljine F, osvetljenost E biće srazmerna kvadratu prečnika objektiva i obrnuto srazmerna kvadratu prečnika lika d. S obzirom na osvetljenost E_1 ispred objektiva, za konkretne posmatračke uslove, osvetljenost u fokusu kamere iznosiće

$$E = E_1\,(D/d)^2.$$

Za objekte malog ugaonog prečnika, kao što su Sunce, Mesec, planete, ovo je sasvim tačno. Za objekte velikog ugaonog prečnika, desnu stranu jednačine treba pomnožiti ra četvrtim stepenom kosinusa tog ugla.

Prečnik lika d određen je žižnom daljinom objektiva F i ugaonim prečnikom tela $2\,\Omega$, preko izraza

$$d = F\,2\,\Omega/3438$$

gde je Ω izraženo u lučnim minutama. Uvrstimo li ovaj izraz u formulu za E dobićemo uticaj parametara kamere.

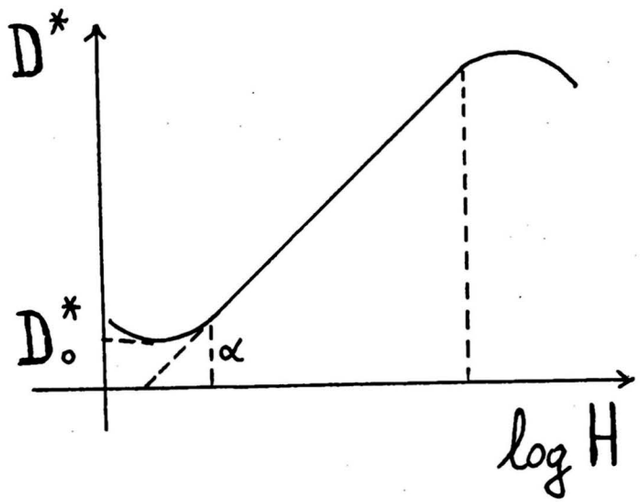
PARAMETRI FOTOMATERIJALA

Pogledajmo sada na koji način utiču parametri fotomaterijala. Senzitometrijski parametri su osetljivost S, spektralna osetljivost S_λ, koeficijent kontrasta γ i gustina haloa (razvijenog neosvetljenog dela fotomaterijala) D_0*.

Grafički predstavljena funkcija $D^* = f(H)$ ili češće $D^* = f(\log H)$ naziva se karakterističnom krivom. (Sl. 1.) Obično se koristi samo linearni deo karakteristične krive. Koeficijent kontrasta γ predstavlja tangens ugla nagiba linearnog dela karakteristične krive prema osi na kojoj se nalazi log H. Ukoliko je koeficijent kontrasta veći utoliko fotomaterijal može preneti širu skalu intenziteta. Granice između oblasti različitih osvetljenosti biće u tom slučaju oštrije.

Osetljivost S obrnuto je srazmerna ekspoziciji H. Ona se može odrediti u odnosu na različite nivoe zacrnjenja, u linearnoj ili logaritamskoj skali. U DIN skali osetljivost se izražava u odnosu na nivo gustine 0.1 iznad haloa, prema obrascu

$$S_D = 10 \log (1/H_{0.1}).$$



Sl. 1.

Karakteristična kriva fotomaterijala.

U linearnoj skali ASA u odnosu na nivo gustine 0.1 iznad haloa računa se po obrascu

$$S_A = 0.8/H_{0.1},$$

a u linearnoj skali GOST iz 1963. g. u odnosu na nivo gustine 0,85 iznad haloa

$$S = 10/H_{0,85}.$$

Ovde ćemo koristiti skalu GOST i poslednji obrazac. U Tabeli 1 date su uporedne vrednosti jedinica DIN, ASA i GOST. Parametar koji utiče na vreme osvetljavanja je očigledno osetljivost S i ona je obrnuto srazmerna ekspoziciji.

Za praksu je značajna i veličina zrna u emulziji. O uticaju „zrnatosti" emulzije govorićemo kasnije.

POSMATRAČKI USLOVI

Pod posmatračkim uslovima podrazumevaćemo čistoću atmosfere, odnosno njenu prozračnost, i apsorpciju na datoj zenitnoj daljini. Smatraćemo da je kretanje vazdušnih masa slabo izraženo (mirno vreme) i da snimamo dovoljno daleko od drugih izvora svetlosti (snimanja noću).

Prozračnost mirne čiste atmosfere u pravcu zenita, za oko i panhromatsku emulziju odnosi približno $\tau = 0{,}835$. Ovim faktorom množi se osvetljenost E_0 koju daje posmatrani objekt van zemljine atmosfere u zenitu mesta posmatranja.

Na zenitskoj visini z atmosferska apsorpcija može se izraziti slabljenjem sjaja ili osvetljenosti izraženom u zvezdanim veličinama

$$\Delta m\,(z) = \Delta m_0 - 2{,}5 \log \tau\,(F(z) - 1).$$

Ovde je $F(z)$ vazdušna masa u pravcu koji odgovara zenitskoj daljini z, izražena u jedinicama vazdušne mase u pravcu zenita. Za oko i panhromatsku emulziju $\Delta m_0 = 0{,}^m21$, za nesenzibiliziranu emulziju $\Delta m_0 = 0{,}^m44$. Ako je osvetljenost u pravcu zenita E_0, osvetljenost od istog objekta na zenitskoj daljini z iznosiće

$$Ez = \tau E_0/a(z)$$

gde je

$$a\,(z) = 2{,}512\,\Delta m\,(z)$$

faktor produženja vremena osvetljavanja usled atmosferske apsorpcije. Vrednosti $a\,(z)$ za panhromatske i nesenzibilizirane emulzije za neke vrednosti z date su u Tabeli 2.

GUBICI U TELESKOPU

Sva količina svetlosti koja pada na objektiv ne stiže i do filma. Razlog tome su gubici svetlosti na aktivnim površinama i unutar sočiva. Gubici usled apsorpcije u sočivu obično ne prelaze 5% po centimetru. Međutim, gubici usled refleksije na svakoj od površina mogu biti znatno veći. Objektiv sastavljen od dva sočiva ima gubitak oko 20%, kao i reflektor sa dva ogledala, dok četiri sočiva unose gubitak od 35%.

Ukoliko optika nije čista, ili zraci padaju pod većim uglom, gubici su još veći. Ovi gubici se mogu uzeti u obzir kod računanja optimalnog vremena osvetljavanja, tako što se vrednost dobijena obračunavanjem ostalih uslova pomnoži faktorom produženja ekspozicije usled gubitaka u optici. Za snimanje u primarnom fokusu reflektora sa dva ogledala ili primarnom fokusu refraktora, taj faktor iznosi

$$k_p = 1/0{,}80 = 1{,}25.$$

Kod snimanja kroz okular

$$k_0 = 1/0{,}65 = 1{,}55.$$

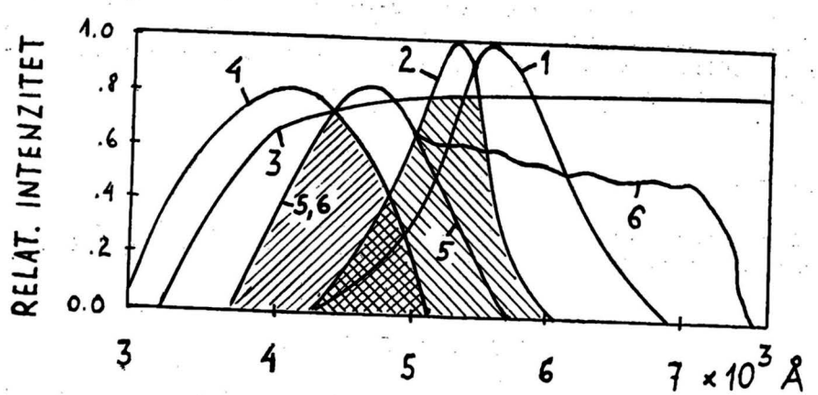
UPOTREBA FILTARA

Optički filtri od bojenog stakla ili na bazi želatina ne propuštaju ceo optički spektar, nego samo njegov određeni deo. Ovakvi filtri često se susreću u amaterskoj fotografskoj i astronomskoj praksi.

I sama optika unosi svoja ograničenja, jer optičko staklo ne propušta ultraljubičastu svetlost. Nije svejedno ni kakva je spektralna osetljivost fotomaterijala, jer se može znatno razlikovati od spektralne osetljivosti oka.

Fotografisanjem ne može da se uvek postigne dovoljna bliskost ukupne instrumentalne krive sa onom za oko u odgovarajućim uslovima, tako da je fotografija praktično uvek različita od onog što vidimo. To međutim ne smeta. Filtriranjem se ograničava količina informacije, ali ona postaje određenija. Važno je znati oblik ukupne instrumentalne krive spektralne osetljivosti. Pogledajmo kako se ona formira.

Na sl. 2. prikazane su pojedine krive spektralne osetljivosti-propustljivosti. Šrafirani deo levo odgovara oblasti koju kroz plavi filter i sočivo „vidi" fotomaterijal, a šrafirani deo desno onome što vidi oko kroz isto sočivo, noću. Očigledno je da ne treba koristiti senzibilizirane materijale za snimanje plavih objekata, ili kroz plavi filter, jer tada upotrebljeni fotomaterijal neće biti sasvim iskorišćen.



Sl. 2.

Krive spektralne osetljivosti-propustljivosti: 1—*oko danju*, 2—*oko noću*, 3—*sočivo-objektiv*, 4—*plavi filter*, 5—*nesenzibilizirana emulzija*, 6—*panhromatska emulzija. Opis šrafiranih površina dat je u članku.*

Tabela 1

Uporedne vrednosti jedinica DIN, ASA i GOST

DIN	ASA	GOST	DIN	ASA	GOST
10	8	8	23	160	180
11	10	11	24	200	(220)
14	20	22	25	250	(275)
15	25	(28)	26	320	350
16	32	(35)	27	400	(435)
17	40	45	28	500	(540)
18	50	(56)	29	650	700
19	64	(67)	30	800	(875)
20	80	90	31	1000	(1100)
21	100	(110)	32	1250	1400
22	125	(140)			

Da bi se stekla ispravna predstava o efektivnom delu optičkog spektra kod svakog snimanja potrebno je navesti podatke o fotomaterijalu, filtru i teleskopu-kameri. Za amaterski rad sasvim zadovoljavaju fotomaterijali namenjeni za opštu upotrebu. Oni nose fabričke oznake i imaju poznate (približne) krive spektralne osetljivosti. Isto važi i za svetlosne filtre.

Filtri se mogu koristiti ispred i iza objektiva, pri čemu je bolja prva varijanta. Ukoliko se koristi filter vreme osvetljavanja treba korigovati. U tu svrhu uvedimo faktor korekcije za dati filter, k_f.

Kako filter propušta samo deo svetlosti koji dolazi, intenzitet propuštene svetlosti će se promeniti. Osvetljenost iza filtra se smanjuje. Ukoliko filter iseca deo spektra na koji ne reaguje fotomaterijal, vreme osvetljavanja ne treba menjati. U protivnom vreme osvetljavanja treba produžiti, uz identične ostale uslove.

Tabela 2.

Faktor produženja ekspozicije usled atmosferske apsorpcije

Zenitska daljina $z°$	$a\ (z)$ nesenzib. emulzija	panhrom. emulzija	Zenitska daljina $z°$	$a\ (z)$ nesenzib. emulzija	panhrom. emulzija
0°	1.000	1.000	70	2.014	1.406
10	1.009	1.000	71	2.128	1.445
20	1.028	1.009	72	2.249	1.486
30	1.057	1.028	73	2.399	1.542
40	1.117	1.057	74	2.582	1.600
45	1.170	1.076	75	2.806	1.660
50	1.225	1.107	76	3.076	1.738
55	1.318	1.138	77	3.436	1.837
60	1.445	1.202	78	3.873	1.959
62	1.524	1.225	79	4.488	2.109
64	1.600	1.259	80	5.297	2.291
66	1.706	1.294	81	6.487	2.535
68	1.837	1.343	82	8.34	2.884

Propusnost filtra može se izraziti procentima ili delovima intenziteta ispred filtra. Recipročna vrednost broja u drugom slučaju daće faktor korekcije. Ako je propusnost filtra 20%, odnosno 0,20, vreme osvetljavanja treba produžiti

$$k_f = 1/0{,}20 = 5$$

puta. Logaritam ovog broja, u navedenom slučaju log 5 = 0,699, naziva se gustinom filtra. Propusnost se obično daje pomoću gustine, sa tačnošću 0,001. Faktor korekcije je u tom slučaju jednak antilogaritmu gustine, za osnovu deset.

Primena filtara daće lako uočljive rezultate, pogotovo upotreba plavog i crvenog filtra za snimanje Venere (dihotomije terminatora), Marsa (polarne kape), Jupitera (crvene pege) i Meseca (Aristarha i drugog).

Kod direktnog snimanja Sunca ispred objektiva može se staviti crveni filtar, ispred oka za vreme izoštravanja tamno-zeleni filtar. Time se, ako su filtri dovoljno gusti, za relativno mali prečnik objektiva postiže dovoljna zaštita oka. Mogu se koristiti i druge kombinacije, kao i snimanje bez filtra ispred filma, uz upotrebu crnog filtra ispred oka za vreme izoštravanja.

Tomić Aleksandar

ПОСМАТРАЧКИ ПРИЛОЗИ

PROMENE INTENZITETA JUPITEROVIH POJASEVA U 1976/77. GODINI

U periodu od oktobra 1976. do aprila 1977. godine iz Beograda su vršena posmatranja Jupitera čiji je cilj bio da se prouče promene izgleda njegove atmosfere. Posmatranja su vršena na dva instrumenta: refraktoru ZEISS — RZ u daljem tekstu — Narodne opservatorije (karakteristika 110 / 2000 mm, najčešće korišćena uvećanja — 167 i 230×) i MONOLUX — RM — (refraktor 60 / 700 mm, sa uvećanjima od 55 i 127×). U analizi posmatračkih podataka najviše pažnje je posvećeno procenama intenziteta, koje su vršene tako što je sravnjivan intenzitet pojasa sa određenim stupnjem zamišljene skale (najsvetlija zona Jupitera imala je intenzitet 0, a fon noćnog neba intenzitet 10). Korišćena su posmatranja kod kojih je kvalitet slike bio veći od 2 (skala od 1—5).

U priloženim tablicama nalaze se sve posmatrane i redukovane vrednosti intenziteta pojedinih pojaseva (metoda redukcije će biti izložena kasnije). Navedeni su takođe i osnovni podaci o vremenu i uslovima kada su vršena posmatranja kao i oznaka posmatrača (JL — Jovanović Ljubiša, ZJ — Zagajac Jovan).

Korišćenje dva instrumenta različitih optičkih karakteristika nametnulo je potrebu da se primeni poseban režim obrade sakupljenog materijala. Da bi se izbegla nehomogenost polaznih podataka izvršene su redukcije svih posmatranja na jednog posmatrača i instrument (ZJ i RM). Za to je bilo potrebno najpre definisati razlike:

$$R = I_{ZJ} - I_{ZL} \qquad (1a)$$

(razlika procenjenih intenziteta intenziteta pojasa na instrumentu RZ od strane oba posmatrača u maloj vremenskoj razlici posmatranja), gde je I_{ZJ} — procena ZJ, a I_{ZL} — procena JL,

$$R_1 = I_{ZJ} - I_{MJ} \qquad (2a)$$

(razlika procena „istog" intenziteta od strane jednog posmatrača na dva instrumenta), gde je I_{MJ} — procena ZJ na instrumentu RM. Zadnja relacija se može napisati u obliku:

$$R_1 = I_{ZL} - I_{MJ} + R \qquad (2b)$$

(iz (1a) sledi da je $I_{ZJ} = I_{ZL} + R$) koji smo koristili zbog veće mogućnosti primene.

Za izračunavanje ovih razlika poslužila su posmatranja vršena 10. X 1976. (za R) i 6. III i 10. III 1977. (za R_1). Kako su se korekcije za neke pojaseve pojedinačno malo razlikovale korišćene su srednje vrednosti:

$$\overline{R} = I_{ZJ} - I_{ZL} \qquad (1a)$$

$$\overline{R}_1 = I_{ZL} - I_{MJ} + \overline{R} \qquad (2b)$$

pri čemu su na osnovu kriterijuma 3σ odvojene dve grupe popravki:

a) za tropske pojaseve ($\overline{R}' = -1{,}25$) kod kojih je vrednost $\overline{R}$ bila negativna i po apsolutnoj vrednosti znatno veća od $\overline{R}$ ostalih pojaseva.

b) za ekvatorijalne i polarne trake kod kojih je $\overline{R}'' = 0{,}45$.

Koristeći formulu (2b) i procene intenziteta pojaseva od 6. III i 10. III 1977. izračunate su razlike:

$\overline{R}_1' = -1{,}31$ (za NTB i STB)

$\overline{R}_1'' = 0{,}136$ (za NPR, NEB, SEB-n, SEB-s, SPR)

koje će zajedno sa formulama:

$$I_{MJ} = I_{MJ} \qquad (3a)$$

$$I_{MJ} = I_{ZJ} - R_1 \qquad (3b)$$

$$I_{MJ} = I_{ZL} + (R - R_1) \qquad (3c)$$

izvedenih iz (1a) i (2b) učestvovati u redukciji posmatranih intenziteta.

Grešku procesa redukcije ćemo odrediti tako što ćemo od srednje vrednosti intenziteta svakog pojasa na datume 10. X 1976. i 6. III i 10. III 1977. (koristimo redukovane vrednosti) oduzimati svaku svedenu procenu pojedinačno i među svim datumima izabrati najveće odstupanje. Tako dobijamo:

pojas		pojas	
NPR	± 0,94	SEB-s	± 0,28
NEB	± 0,59	SPR	± 0,58
SEB-n	± 0,72		

Proverom se da utvrditi da se greške posmatranja (uzimajući interval 3σ) kreću unutar grešaka korekcije tako da će one biti upotrebljene za dobijanje grafikona.

Nanoseći redukovane procene na grafik obrazovani su priloženi dijagrami. Za pojaseve STB i NTB ovi nisu potpuni jer su prevelike vrednosti korekcija $\overline{R}'$ i $\overline{R}_1'$ onemogućavale normalno svođenje, tako da su upotrebljena samo posmatranje kod kojih nije bilo potrebno vršiti redukcije a njih je bilo najviše u mesecu martu (pogledati tablice). Što se tiče razmere dijagrama navodimo podatak da je fluktuacija intenziteta pojasa NPR u februaru mesecu iznosila 1 stepen skale procene. Ista srazmera upotrebljena je i za ostale pojaseve.

U tabelama skraćenice imaju sledeće značenje:

1 — J Refraktor Zeiss, 167×, Jovanović Ljubiša
1 — Z Rafraktor Zeiss, 167×, Zagajac Jovan
2 — Z Refraktor Monolux, 55×, Zagajac Jovan
3 — Z Refraktor Monolux, 127×, Zagajac Jovan
4 — Z Refraktor Zeiss, 230×, Zagajac Jovan

Na kraju još treba reći da se cela obrada zasnivala na dve pretpostavke:

a) pojas je svom svojom dužinom homogenog intenziteta; i
b) skala procene intenziteta je fiksirana.

Tabela I

NPR

Месец	Датум	Инструмент и увећање, посматрач	Квалитет слике	Интензитет процењени	Интензитет сведени
1976. X	10,847	1–J	4	1—2	1,71
	10,868	1–Z	5	1,5—2	
	23,767	1–Z	4	1,5	1,24
	23,809	1–Z	5+	1—1,5	
XI	23,712	2–Z	5	1	1,00
	29,694	2–Z	5	0,5—1	0,75
XII	5,781	1–Z	4	1—1,5	1,11
1977. I	9,718	1–Z	5	1	0,86
	30,824	1–J	2	0,5	0,81
II	11,875	3–Z	3—4+	1—2	1,68
	11,906	3–Z	4—4+	1,5—2,2	
	12,715	1–Z	4—5−	1—2	1,36
	12,740	1–Z	4+—5−	1—2	
	20,729	1–Z	4+—5−	1—1,5	1,11
	20,760	1–Z	4+—5−	1	
	20,868	4–Z	4+—5−	1,5	
	23,810	1–J	2	0,5	0,81
	23,844	1–J	3	0,5	
III	6,767	1–J	4	1	1,03
	6,807	1–J	3	1	
	6,826	3–Z	4+	0,5—1	
	6,854	3–Z	4+—5−	0,5—1	
	7,826	3–Z	5−	0,5—1	0,63
	7,856	3–Z	5	0,5	
	8,806	3–Z	2+—3	0,5—1	0,75
	10,748	1–J	4	0,5	1,22
	10,779	1–J	4	0,5	
	10,809	3–Z	4	1,5	
	10,851	3–Z	4	1,5—2	
	11,799	3–Z	3+—4	2	2,00
	14,792	3–Z	5	0,5—1,5	1,33
	14,823	3–Z	5−	1,5—1,8	
	16,781	3–Z	5	1—1,5	1,38
	16,826	3–Z	4+—5−	1,5	
	17,785	3–Z	5	1,5—2	1,75
	18,771	3–Z	3—5	1,5—2	1,75
	20,747	3–Z	3—4−	2—2,3	2,15
	26,781	1–Z	5	0,5	0,86
	26,795	1–Z	5	1	
	26,826	1–Z	5	1	
	26,847	1–Z	5	1—2	
	27,753	3–Z	5	1,5	1,50

Tabela II

NTB

Месец	Датум	Инструмент и увећање, посматрач	Квалитет слике	Интензитет процењени
1976. X	10,847	1–J	4	3
	10,868	1–Z	5	1,5
	23,767	1–Z	4	2
	23,809	1–Z	5+	2,5—3
XI	23,712	3–Z	5	1—1,5
	29,694	3–Z	5	0,5—1
XII	5,781	1–Z	4	1—2,5
1977. I	9,718	1–Z	5	1,5—2
	30,824	1–J	2	2
II	11,875	3–Z	3—4+	2,5
	11,906	3–Z	4—4+	2,5—3
	12,715	1–Z	4—5−	1—1,5
	12,740	1–Z	4+—5−	2—2,5
	20,729	1–Z	4+—5−	1,5—2
	20,760	1–Z	4+—5−	2—2,5
	20,868	1–Z	4+—5−	1,5—2
	23,810	1–J	2	2
	23,844	1–J	3	2
III	6,767	1–J	4	2
	6,807	1–J	3	2
	6,826	3–Z	4+	1,5—2,2
	6,854	3–Z	4+—5−	1,5—2,2
	7,826	3–Z	5−	1,5—2
	7,856	3–Z	5	1,5—2
	8,806	3–Z	2+—3	1,5—2,3
	10,748	1–J	4	0,5
	10,779	1–J	4	0,5
	10,809	3–Z	4	0,5—1
	10,851	3–Z	4	1—1,5
	11,799	3–Z	3+—4	1,5—2
	14,792	3–Z	5	2—2,5
	14,823	3–Z	5−	2—2,5
	16,781	3–Z	4+—5−	2
	16,826	3–Z	5	1,5—2
	17,785	3–Z	5	1,5
	18,771	3–Z	3—5	2—2,2
	20,747	3–Z	3—4−	1—1,5
	26,781	1–Z	5	0,5
	26,795	1–Z	5	0,5—1
	26,826	1–Z	5	0,5
	26,847	4–Z	5	0,5—0,8
	27,753	3–Z	5	0,5—1

Tabela III

NEB

Месец	Датум	Инструмент и увећање, посматрач	Квалитет слике	Интензитет процењени	Интензитет сведени
1976. X	10,847	1-J	4	3—4	3,84
	10,868	1-Z	5	4	
	23,767	1-Z	4	3,5—4	3,74
	23,809	1-Z	5+	4	
XI	23,712	3-Z	5	3—4,5	3,75
	29,694	3-Z	5	3,5	3,50
XII	5,781	1-Z	4	4	3,86
1977. I	9,718	1-Z	5	3,5	3,36
	23,769	1-Z	2	3,5	3,36
	30,824	1-J	2	3	3,31
II	11,875	3-Z	3—4+	3,5—4,5	4,13
	11,906	3-Z	4—4+	4—4,5	
	12,715	1-Z	4—5−	4—4,5	3,99
	12,740	1-Z	4+—5−	4	
	20,729	1-Z	4+—5−	3,8—4,2	3,61
	20,760	1-Z	4+—5−	3,5—4	
	20,868	1-Z	4+—5−	3,5—4	
	23,810	1-J	2	3	3,31
	23,844	1-J	3	3	
III	6,767	1-J	4	2,5	3,19
	6,807	1-J	3	3	
	6,826	3-Z	4+	3—3,5	
	6,854	3-Z	4+—5−	3—3,5	
	6,883	1-J	2	3	
	7,826	3-Z	5−	3,5—4	3,68
	7,856	3-Z	5	3,2—4	
	8,806	3-Z	2+—3	3,5—4	3,75
	10,748	1-J	4	2,5	3,16
	10,779	1-J	4	2,5	
	10,809	3-Z	4	3,5—4	
	10,851	3-Z	4	3—3,5	
	11,799	3-Z	3+—4	3,5	3,50
	14,792	3-Z	5	3,5—4,3	4,03
	14,823	3-Z	5−	4—4,3	
	16,781	3-Z	5	3,5—4	3,63
	16,826	3-Z	4+—5−	3,5	
	17,785	3-Z	5	4	4,00
	18,771	3-Z	3—5	3,5—3,8	3,65
	20,747	3-Z	3—4−	4	4,00
	26,781	1-Z	5	3,5—4,3	3,55
	26,795	1-Z	5	3,5—3,9	
	26,826	1-Z	5	3,5—3,8	
	26,847	1-Z	5	3,5	
	27,753	3-Z	5	3,5	3,50

Tabela IV

SEB-n

Месец	Датум	Инструмент и увећање, посматрач	квалитет слике	Интензитет процењени	Интензитет сведени
1976. X	10,847	1-J	4	2—3	2,84
	10,868	1-Z	5	3	
	23,767	1-Z	4	3—3,5	2,66
	23,809	1-Z	5	2—2,5	
XI	23,712	3-Z	5	2,5—3	2,75
	29,694	3-Z	5	2,5—3	2,75
XII	05,781	1-Z	4	3	2,86
1977. I	09,718	1-Z	5	2	1,86
	23,769	1-Z	2	3	2,86
	30,824	1-Z	2	2	2,31
II	11,875	3-Z	3—4	3	2,88
	11,906	3-Z	4	2,5—3	
	12,725	1-Z	4—5	3	2,86
	12,740	1-Z	4—5	3	
	20,729	1-Z	4—5	2,5—3	2,69
	20,760	1-Z	4—5	4	
	20,868	1-Z	4—5	2,5—3	
	23,810	1-Z	2	2	2,31
	23,844	1-Z	3	2	
III	06,767	1-Z	4	2	2,59
	06,807	1-J	3	2	
	06,826	3-Z	4—5	3	
	06,854	3-Z	4	2,5—3	2,75
	07,826	3-Z	5	2,5–3	2,75
	07,856	3-Z	5	2,5—3	
	08,806	3-Z	2—3	2,5—3	
	10,748	1-J	4	3	2,72
	10,779	1-J	4	3	
	10,809	3-Z	4	2—2,5	
	10,851	3-Z	4	2	
	11,799	3-Z	3—4	2—3	2,50
	14,792	3-Z	5	3,5—3,9	3,60
	14,823	3-Z	5	3,5	
	16,781	3-Z	5	3–3,2	2,93
	16,826	3-Z	4—5	2,5—3	
	17,785	3-Z	5	2,5—3	2,75
	18,771	3-Z	4	2—3	2,50
	20,747	3-Z	3—4	2,5—3	2,75
	26,781	1-Z	5	2,5—3	2,67
	26,795	1-Z	5	3	
	26,826	1-Z	5	2,5—3	
	26,847	1-Z	5	2,5—3	
	27,753	3-Z	5	2—2,5	2,25

Tabela V

Месец	Датум	SEB-s Инструмент и увећање, посматрач	Квалитет слике	Интензитет процењени	Интензитет сведени
1976. X	10,847	1–J	4	2—3	2,84
	10,868	1–Z	5	3	
	23,767	1–Z	4	3—3,5	2,99
	23,809	1–Z	5	3	
XI	23,712	3–Z	5	2,5—3	2,75
	29,694	3–Z	5	2,5—3	2,75
XII	05,781	1–Z	4	3	2,86
1977. I	09,718	1–Z	5	2,5—3	2,61
	23,769	1–Z	2	3,5—4	3,61
	30,824	1–J	2	4	4,31
II	11,875	3–Z	3—4	3—4	3,38
	11,906	3–Z	4	3—3,5	
	12,715	1–Z	4—5	3,5—4	3,49
	12,740	1–Z	4—5	3,5	
	20,729	1–Z	4—5	3,5—4	3,69
	20,760	1–Z	4—5	3,5—4	
	20,868	1–Z	4—5	4	
	23,810	1–J	2	3	3,56
	23,844	1–J	3	3,5	
III	06,767	1–J	4	3,5	4,09
	06,807	1–J	3	4	
	06,826	3–Z	4	4	
	06,854	3–Z	4—5	4	
	06,883	1–J	2	4	
	07,826	3–Z	5	3,5—4	3,73
	07,856	3–Z	5	3,2—4,2	
	08,806	3–Z	2—3	3,5—4,2	3,85
	10,748	1–J	4	3	3,28
	10,779	1–J	4	3	
	10,809	3–Z	4	3,5	
	10,851	3–Z	4	3	
	11,799	3–Z	3—4	3,5—3,8	3,65
	14,792	3–Z	5	3,5—4,3	3,95
	14,823	3–Z	5	4—4,4	
	16,781	3–Z	5	3,5—4,3	3,75
	16,826	3–Z	4—5	3,8	
	17,785	3–Z	5	3,8—4	3,90
	18,771	3–Z	4	3,5—3,8	3,65
	20,747	3–Z	3—4	3,5	3,50
	26,781	1–Z	5	3,5—4	3,54
	26,795	1–Z	5	3,5—4	
	26,826	1–Z	5	3,5—3,9	
	26,847	1–Z	5	3,5	
	27,753	3–Z	5	3,2—3,3	3,25

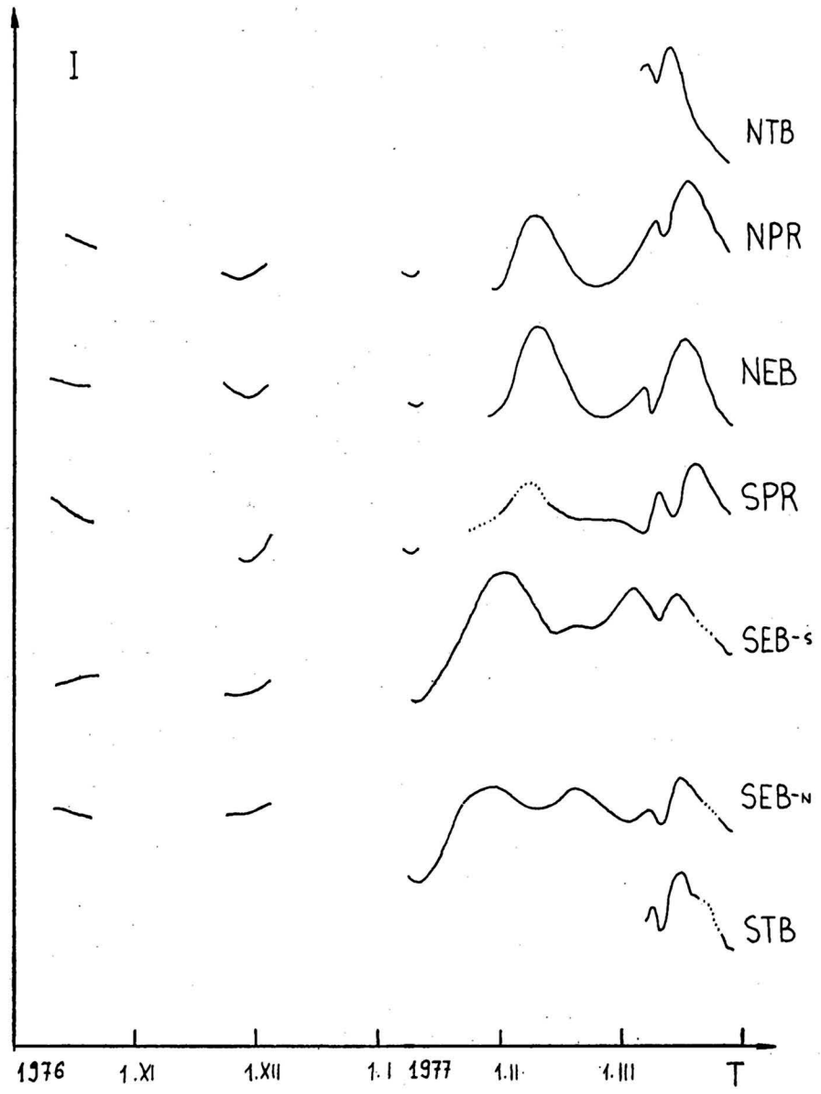
Tabela VI

Месец	Датум	STB Инструмент и увећање, посматрач	Квалитет слике	Интензитет процењени
1976. X	10,847	1–J	4	3
	10,868	1–Z	5	2
	23,767	1–Z	4	2,5
	23,809	1–Z	5	2,5—3
XI	29,694	3–Z	5	2,5
XII	05,781	1–Z	4	2,5
1977. I	09,718	1–Z	5	2
	23,769	1–Z	2	2
	30,824	1–J	2	2
II	11,875	3–Z	3—4	1,5—2
	11,906	3–Z	4	1—1,5
	12,715	1–Z	4—5	3—3,5
	12,740	1–Z	4—5	2,5—3
	20,729	1–Z	4—5	2—2,5
	20,760	1–Z	4—5	2
	20,868	1–Z	4—5	2
	23,810	1–J	2	2
	23,844	1–J	3	2
III	06,767	1–J	4	2
	06,807	1–J	3	2
	06,826	3–Z	4	1,5—2
	06,854	3–Z	4—5	1,5—2
	07,826	3–Z	5	2
	07,856	3–Z	5	2
	08,806	3–Z	2—3	1,5—2
	10,748	1–J	4	2
	10.779	1–J	4	2
	10,809	3–Z	4	1,5—2
	10,851	3–Z	4	1,5
	11,799	3–Z	3—4	2
	14,792	3–Z	5	2—2,3
	14,823	3–Z	5	2—2,5
	16,781	3–Z	4—5	2—2,5
	16,826	3–Z	5	2,3
	17,785	3–Z	5	2
	18,771	3–Z	4	2—2,2
	20,781	3–Z	3—4	1,5—2
	26,781	1–Z	5	1,5—2
	26,795	1–Z	5	1,5—2
	26,826	1–Z	5	2
	26,847	1–Z	5	2—2,3
	27,753	3–Z	5	1—1,5

Tabela VII

SPR

Месец	Датум	Инструмент и увећање, посматрач	Квалитет слике	Интензитет процењени	Интензитет сведени
1976. X	10,847	1–J	4	1—2	1,84
	10,868	1–Z	5	2	
	23,767	1–Z	4	1—1,5	1,24
	23,809	1–Z	5	1,5	
XI	29,694	3–Z	5	0,5—1	0,75
XII	05,781	1–Z	4	1—1,5	1,11
1977. I	09,718	1–Z	5	1	0,86
	30,824	1–J	2	1	1,31
II	12,715	1–Z	4—5	1—2	1,36
	12,740	1–Z	4—5	1—2	
	20,729	1–Z	4—5	1—2	1,28
	20,760	1–Z	4—5	1—2	
	20,868	1–Z	4—5	1—1,5	
	23,810	1–J	2	1	1,31
	23,844	1–J	3	1	
III	06,767	1–J	4	1	0,92
	06,807	1–J	3	1	
	06,826	3–Z	4	0,5	
	06,854	3–Z	4—5	0,5	
	07,826	3–Z	5	0,5	0,50
	07,856	3–Z	5	0,5	
	0,8806	3–Z	2—3	0,5—1	0,75
	10,748	1–J	4	1	1,46
	10,779	1–J	4	1	
	10,809	3–Z	4	1,5—2	
	10,851	3–Z	4	1,5—2	
	11,799	3–Z	3—4	2	2,00
	14,792	3–Z	5	0,5—1	1,00
	14,823	3–Z	5	1—1,5	
	16,781	3–Z	5	1,5	1,38
	16,826	3–Z	4—5	1—1,5	
	17,785	3–Z	5	1,5	1,50
	18,771	3–Z	3—5	1,5	1,50
	20,747	3–Z	3—4	1,5—2	1,75
	26,781	1–Z	5	0,5—1	1,10
	26,795	1–Z	5	1—1,2	
	26,826	1–Z	5	1—1,5	
	26,847	1–Z	5	1,5—2	
	27,753	3–Z	5	1,5	1,50



Greške unete na ovaj način u analizu mogu se delimično zanemariti zbog malih dimenzija korišćenih instrumenata (što je objektiv teleskopa manji, skala procene je stabilnija a pojas homogeniji jer se vide samo veći detalji) mada treba imati u vidu da i one utiču na rezultat.

Zagajac Jovan
Jovanović Ljubiša
saradnici Narodne opservatorije

ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

ЗАДАЦИ ЗА УЧЕНИКЕ ОСНОВНИХ ШКОЛА

У овом броју доносимо неколико задатака са републичког такмичења за ученике основних школа 1976. године. Такмичење је одржано у оквиру покрета „Науку младима". Задатке дајемо са решењима.

1. Раздвојна моћ ока износи 1'. Ако је пречник Земље 110 пута мањи од Сунчевог пречника, може ли се голим оком уочити на Сунцу пега величине Земље?
Решење: Треба израчунати угаони пречник Земље, под којим би се видела са растојања од 1 A. J. Постави се пропорција

$$\frac{\textit{пречник Сунца}}{\textit{пречник Земље}} = \frac{\textit{угаони пречник Сунца}}{\textit{угаони пречник Земље}}$$

у којој је однос пречника дат у задатку. Да би се могао дати одговор на постављено питање потребно је знати колико износи угаони пречник Сунца. Уврштавањем одговарајуће вредности (32') добија се за угаони пречник Земље 0',3. То је мање од раздвојне моћи ока, што значи да се пега не може уочити голим оком.

2. Звезда величине $+1^m$ сјајнија је 100 пута од звезде величине $+6^m$, а 2,5 пута од звезде величине $+2^m$. Колико пута је за посматрача на Земљи Сунце сјајније него Месец, ако је привидна звездана величина Сунца $-26,^m5$, а скоро пуног Месеца $-10,^m5$?
Решење: Разлика сјаја Сунца и Месеца изражена у звезданим величинама износи $-10,5 - (-26,5) = 16$. Како је

$$16 = 5+5+5+1,$$

а разлици од пет звезданих величина одговара разлика у сјају од сто пута, а једној звезданој величини два и по пута, Сунце је сјајније 100 x 100 x 100 x 2,5 пута.

3. За време делимичног помрачења Сунца, које је било мале фазе, посматрач је мерио дужину заједничке тетиве Сунчевог и Месечевог диска (растојање између светлих рогова Сунца). Добио је вредност $k = 0,6$ пречника Сунца. Израчунати угаоно растојање центара Сунца и Месеца за тог посматрача. Угаоне пречнике Сунца и Месеца сматрати једнаким и узети вредност 32'.
Решење: (Сл. 2.) Нека је p растојање центара, d угаони пречник лика Сунца. Применом Питагорине теореме на троугао SAB следи

$$(p/2)^2 = (d/2)^2 - (k/2)^2.$$

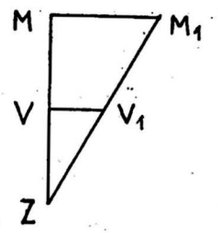
Одатле је

$$p^2 = (1 - 0,6^2)\, d^2 = 0,8^2\, d^2,$$

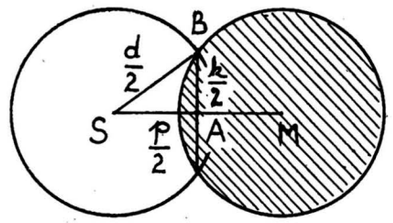
и коначно

$$p = 25,6'.$$

4. Растојање Венере и Меркура од Земље за време пролаза износе приближно 0,3 и 0,6 A J. Разлике брзина њихових и Земљиног кретања по орбити приближно су 5 km/s и 18 km/s. Одредити колико најдуже може да траје пролаз Венере, ако најдужи Меркуров пролаз траје око 5 h.



Сл. 1



Сл. 2

Решење: (Сл. 1.) За посматрача на Земљи, Меркур и Венера пролазе преко Сунчевог диска. Најдужи пролаз је када пређу цео Сунчев пречник. Тражена величина може се израчунати из сличних троуглова ZMM_1 и ZVV_1 јер је угао у темену Z уствари угаони пречник Сунца. Смисао величина на цртежу је следећи:

$$MM_1 = (v_M - v_Z)\, t_M \qquad VV_1 = (v_V - v_Z)\, t_V$$

Разлике брзина и растојања Земља-Меркур, Земља-Венера дати су у задатку

$$v_M - v_Z = 18 \text{ km/s} \qquad ZM = 0,6 \text{ AJ.}$$
$$v_V - v_Z = 5 \text{ km/s} \qquad ZV = 0,3 \text{ AJ.}$$

као и трајање најдужег Меркуровог пролаза $t_M = 5$ h. Према томе

$$MM_1 / ZM = VV_1 / ZV$$

што после уврштавања одговарајућих израза-вредности даје
$t_V = [(v_M - v_Z)/(v_V - v_Z)]\ (ZV/ZM)\ t_M = (18/5)\ (0,3/0,6)\ 5 \text{ h} = 9 \text{ h}.$
(Тачна вредност је око 8,5 h).

Томић Александар

НОВОСТИ И БЕЛЕШКЕ

Supergravitacija kao moguće rešenje unifikacije polja. — Posle velikih ostvarenja — specijalne i opšte teorije relativnosti, Ajnštajn je pokušao još veći zahvat: nalaženje opšteg fizičkog polja koje bi ujedinjavalo sva poznata fizička polja uključujući gravitaciju. Na tom problemu je Ajnštajn radio do kraja svog života ne našavši rešenje. Ajnštajnov san se možda približava ostvarenju kroz kvantnu teoriju supergravitacije. Teorija je suviše složena da bi se na ovom mestu opisala i rezultat je serije radova naučnika i sa Istoka i sa Zapada. U teoriji supergravitacije sile gravitacije nastaju izmenom dveju vrsta čestica između posmatranih tela koja se privlače: gravitona i gravitina.

Za sada još uvek nedostaju eksperimentalne potvrde njihovog postojanja, mada teorija supergravitacije svojom elegancijom i simetrijom razrešava mnoge dosada nejasne veze.

prema Scientific American, februar 1978.

Mr J. Milogradov-Turin

Otkriće Plutonovog satelita — Analizom snimaka sa velikom razdvojnom moći planete Pluton, iz dve noći, američki astronom Džems Kristi (James W. Christi) sa Američke mornaričke opservatorije (U. S. Naval Observatory) je otkrio 22. juna 1978. Plutonov satelit. Mali disk planete 14. veličine je imao za 2—3 zvezdane veličine manje sićušno ispupčenje, koje je ukazivalo na postojanje satelita.

Pregledom fotoarhive utvrdio je da se slična neznatna izduženja Plutona vide na pločama iz aprila i maja ove godine, kao i na pet ploča iz 1970. i dve iz 1965. godine. Njegova početna sumnja je ovim bila otklonjena.

Satelit je uočen, iako ne i razdvojen i na pločama snimljenim specijalno u tu svrhu na reflektorima od 155 cm u Flagstafu (Arizona) i 400 cm u Cero Tololou (Čile). Pronađen je i na prošlogodišnjem snimku sa Struveovog reflektora od 208 cm u Mak Donaldovoj opservatoriji.

Astronomi su već došli do preliminarne verzije orbitskih elemenata. Putanja satelita je kružna. Pošto je njena ravan nagnuta prema ravni neba 109° to je prividna putanja uzana elipsa. Severni pol putanje ima koordinate $\alpha = 18h\ 26m$ i $\delta = +12,°3$ (nalazi se u blizini tromeđe sazvežđa Orla, Herkula i Zmijonosca). Dužina uzlaznog čvora je 350°. Satelit je udaljen od planete 20000 km (0,9 lučnih sekundi). Svetlosne varijacije Plutona od 6,3867 dana odgovaraju vremenu obilaska satelita. Ako je ovo stvarno period, onda masa Plutona iznosi 1/140 milioniti deo mase Sunca.

Otkriće ovog satelita po Džemsu Kristiju govori da Pluton ima prečnik 2400 km, što je prilično manje od dosadašnjih predstava. Gustina Plutona po njemu je oko tri puta manja od Zemljine, tj. oko 1,5 puta veća od gustine vode. Ona ovu planetu svrstava u red spoljašnjih poput Jupitera, Saturna i drugih.

prema Sky and Telescope, Vol. 56, No 2, 3, 1978

Milan Jeličić

Ново о Фобосу. — Према радовима истраживача који раде на материјалу са летелице „Viking Orbiter-1" данас изгледа знатно јаснија природа и порекло Фобоса, Марсовог ближег сателита.

„Viking Orbiter-1" је у току фебруара 1977. био тако навођен да је 17 пута пришао близу овог маленог Марсовог месеца. Направљено је око 125 снимака са раздвојном моћи испод 30 m. Посматрана је и Фобосова површина у инфрацрвеном делу спектра.

Физички изглед и спектар одбијене светлости са Фобоса показује да он подсећа по спектру на Церес и Палас, који се састоје из материјала сличног угљеним хондритима. Фобос није ни налик на наш Месец у том погледу. Посматрања гравитационог утицаја Фобоса на орбиту летелице „Viking Orbiter-1" показује да густина Фобоса износи свега $2,0 \pm 0,6$ g cm^{-3}.

Из свега тога извучен је закључак да Фобос припада угљеним хондритима и то изгледа пре типа 1 но 2. Израчунавања, међутим, показују да је протопланетарна маглина била на температури која је била превисока да би се угљени хондрити, пуни лако испарљивих елемената, могли формирати на удаљености од око 1,5 A.J. Из тога произилази да је Фобос настао вероватно у спољнем астероидном појасу и да га је Марс неком приликом захватио.

Science, 1978, Vol. 199, No 4330.

Мр Ј. Милоїрадов-Турин

Čovečanstvo svedok stvaranja jednog kratera na Mesecu? — U hronici Gervez iz Kentrberija (Gervase of Canterbury) je zapisao da je više „pouzdanih lica" videlo uveče 18. juna 1178. godine po Julijanskom kalendaru, kako se uzan srp mladog Meseca nekoliko puta razdvojio. Svedoci su tako videli tu pojavu da su bili ubeđeni da je posmatrana pojava vezana za sam Mesec a ne za Zemlju.

Moguće je da je do presecanja srpa, prema hipotezi Hartunga (Hartung), došlo zbog toga što je vidljivost jednog dela srpa bila smanjena zbog zatamnjenja izazvanog česticama izbačenim pri udaru krupnog meteorita o Mesec. Proračuni pokazuju da bi krater koji je tom prilikom nastao mogao biti Đordano Bruno. To je krater prečnika 20 km, koji ima bogat, mlad sistem zrakova. Odnos dužine zraka prema prečniku kratera je veći no kod bilo kog zrakastog Mesečevog kratera. Krater nije vidljiv sa Zemlje. Početkom 12. veka on je bio oko 370 km iza ruba odnosno 840 km daleko od terminatora. Ako je tom prilikom udarilo jato meteorita dovoljno velike brzine (ali u realnim granicama) sasvim je moguće da je došlo do višestrukog izbacivanja materije do velikih daljina. Tako jak udar morao bi da dovede do slobodnih libracija Meseca, malih doduše, ali u granicama onoga što se danas može izmeriti. Libracije očekivane veličine su i nađene iz laserskih merenja pomeranja mesta spuštanja „Apola-11".

Razrešenju problema bi mogla doprineti i analiza uzoraka sa „Lune-24" koja se spustila 1200 km daleko od kratera Đordano Bruno, na jedan od njegovih zrakova.

prema Science, 1978, **199**, No 4331.

Mr Jelena Milogradov-Turin

Novi satelit za rendgensku astronomiju. — 12. avgusta 1977. godine lansiran je prvi HEAO (High Energy Astronomical Observatory) satelit. On već radi skoro godinu dana, sa svoja 4 detektora X zrakova, od kojih je najveći onaj koji treba da načini novi pregled neba u X-zracima, a koji ima efektivnu površinu od 10 000 cm^2. Očekuje se da će se posle pregleda koji on obavi broj poznatih X-izvora skočiti sa 200, koliko ih je od 1970. do 1975. otkrilo pola tuceta drugih satelita, na bar 1000.

Već do sada je HEAO našao mnogo zanimljivih objekata i zabeležio mnogo zanimljivih pojava kao što su:

1. Registracija bljeska u X-području koji potiče od optičkog bljeska (flera) Novae Ophiuchi.
2. Bljesak gama zračenja, nalik na one pri nuklearnim eksplozijama, nepoznatog porekla.
3. Otkriveno je da je objekat 4UO15+63 pulsar koji zrači u X-području što su skoro istovremeno utvrdila i dva druga satelita.
4. Specijalna pažnja je posvećena X-izvorima po imenu Cygnus X-1 i Circinus X-1, koji su kandidati za crne jame.
5. Nađeno je slabo X-zračenje nekoliko zvezda tipa U Geminorum. One izgleda da, kao i Sunce, emituju X-zrake iz korone.
6. Merenja HEAO ukazuju da međugalaktički gas zrači jače X-zračenje no što se to očekivalo, što povlači za sobom da je njegova temperatura 500×10^6K. Izgleda da je spektar termičke prirode. Taj nalaz bi značio i da međugalaktičke materije ima 5 puta više no što je masa svih galaksija. To bi sa svoje strane ukazivalo na to da je svemir zatvoren.
7. Nađeno je da Sajfertovska galaksija NGC 4151 zrsija ponekad u X-području i tako blještava ostane oko 1,5 dana a zatim oslabi na normalnu meru u toku 1 nedelje. To bi značilo da je aktivna oblast koja zrači velika svega 1—2 svetlosna dana. O fizičkim uslovima u takvim malim a aktivnim oblastima mi za sada ne znamo ništa.

Science, 1978, Vol. 199, No 4331.

Mr J. Milogradov-Turin

Paleomagnetizam Meseca — Vulkanske stene i breča visokog stepena koje su vratili astronauti iz Apolo misije poseduju prirodnu, zaostalu namagnetisanost, sličnu onoj u zemaljskim stenama. Ta zaostala paleomagnetizacija Meseca se tumači kao zaostatak termoremanentne

magnetizacije stečene prilikom kristalizacije lave pre 4 do 3,2 milijarde godina. Mesečeve magnetne anomalije kartirane pomoću satelita i na samom rubu pokazuju da one potiču od remanentne magnetizacije kristalnih stena. Današnji magnetni moment Meseca je zanemarljiv. Nekadašnje magnetno polje je nestalo, iako je bilo oko 1,3 gausa.

Prema engleskom naučniku Rankornu (Runcorn) nekada je Mesečevo jezgro bilo tečno i u njemu se zbog konvektivnog kretanja stvarale struje koje su, kao u dinamo mašini, bile uzročnik stvaranja dipolnog magnetnog polja. Termodinamička razmatranja zahtevaju izvor toplote dovoljno jak da stvori konvektivna kretanja. Poznati izvori kao radioaktivnost, prelaz obrtne energije u toplotnu itd. nisu dovoljni. Prema Rankornu, superteški elementi atomskih brojeva od 116 do 124 su možda bili prisutni u većoj koncentraciji i dodavali energiju. Za sada je odgovor još uvek pod znakom pitanja. Danas magnetnog polja nema jer je jezgro očvrsnulo ili je magnetni Rejnoldsov broj pao ispod kritične vrednosti i to pre 3,2 milijarde godina.

Science, 1978, Vol. 199, No 4330.

Mr J. Milogradov-Turin

Vulkani na Veneri — Završena je obrada radarskih posmatranja Venere, izvršenih sa 300-metarskim radio-teleskopom u opservatoriji Aresibo, Portoriko. Ispitivanja su vršena na talasnoj dužini 12,6 cm. Srednje razdvajanje radarskih likova je 22 km.

Karta koju su sastavili američki radioastronomi obuhvata veći deo severne hemisfere Venere, između 46° i 75° s.š., razvučene po dužini više od 80°. Tu oblast preseca sa severa na jug tamni „Severni basen". Dug je oko 1500 km, a srednja širina mu je 1000 km. U blizini je oblast u kojoj se vide svetli pojasevi. Po mišljenju specijalista, to bi mogli biti stepenasti obronci meteoritskog kratera. Na jugoistoku od kratera je svetla oblast, koja bi mogla biti skupina stenja izbačenog prilikom pada meteora na površinu planete.

Na severnoj granici „Severnog basena" nalaze se tri svetle pege. Jedna pega je nazvana Depresija Maksvela i ima oko 800 km u prečniku. Druga dva objekta su manji. Moguće je da su ti svetli objekti obrazovani posle „Severnog basena". Oni imaju jasne granice i nepravilne obrise. Nastanak ovih pega se ne može objasniti meteorskim poreklom. One su se, verovatno, pojavile kao rezultat vulkanske aktivnosti.

Science, **192**, 4238, 1976.

preveo *S. Djorgovski*

Projekt „Orion" — Grupa američkih astronoma, fizičara i inženjera, sa doktorom D. Blekom na čelu, razrađuje novu metodiku traženja planetnih sistema kod drugih zvezda (projekt „Orion").

U tom cilju biće izgrađen interferometar, sastavljen od dva teleskopa, razdvojena 60 metara jedan od drugog. Optika teleskopa će biti u vakuumu, da bi se izbegle turbulencije u tubusima. Sa takvim uređajem biće moguće određivati položaje zvezda sa tačnošću oko sto puta većom nego što je dostignuta do danas. Mali poremećaji položaja zvezda, neotkriveni do danas, mogu biti indikacija postojanja planete, koje i izazivaju te poremećaje. Autori se nadaju da će moći otkriti planete Zemljine mase na rastojanjima do 32 svetlosne godine. Do te daljine je poznato oko 400 zvezda. Planete mase Jupitera biće moguće otkriti i na mnogo većim rastojanjima.

Radi povećanja efektivnosti instrumenta predlaže se da se upotrebe dva interferometra, koji će ispitivati jedan isti objekat na jugoistoku i jugozapadu (u različito vreme). Nadalje se priprema iznošenje interferometra na orbitalnu stanicu, ili korišćenje kombinacije interferometra na tlu i dva interferometra u orbitalnim stanicama.

Spaceflight, **19**, 3, 1977.

preveo *S. Đorgovski*

Rotacija Merkura — Najtačnije do sada je period rotacije Merkura odredio R. Klasen iz Sjedinjenih Država. Njegov rezultat je osnovan na analizi fotografije planete, koju je poslao „Mariner-10" (v. „Vasiona" br. 2 od 1975. g.) i iznosi 58,646±0,005 dana. U suštini, Klasen je dobio vrednost blisku onoj koja bi se dobila ako se Merkur okrene tri puta oko ose za vreme od dve revolucije (obilaska oko Sunca), t.j. 58,6462 dana.

Klasen je odredio i orijentaciju Merkurove ose rotacije u prostoru. Preliminarni proračuni pokazuju, da ako je rotacija Merkura stabilna, nagib ose prema vertikali na ravan orbite iznosi manje od jednog stepena. Ako se severni nebeski pol Merkura poklapa sa polom orbite, njegove koordinate bi bile $\alpha = 18h43m$, i $\delta = +61°24'$ (između zvezda γ i δ Draconis).

Sky and Telescope **53**, 1, 1977.

preveo *S. Djorgovski*

Nova procena starosti Metagalaksije — Laboratorijska merenja preseka zahvata neutrona jezgrima osmijuma-186 i osmijuma-187 omogućila su D. Šramu i K. Hajnebahu iz Sjedinjenih Država da pokušaju da tačnije dobiju starost Metagalaksije, tj. vreme proteklo od početka njenog širenja.

Prirodni radioaktivni izotop renijum-187 se beta-raspadom pretvara u osmijum-187 sa periodom poluraspada od 40 milijardi godina, što je mnogo više od perioda poluraspada urana i torijuma. Iz odnosa renijuma i osmijuma u ugljenim hondritima (tip kamenih meteorita), koji iznosi 12,7 po broju atoma, starost Metagalaksije je 18—20 milijardi godina. To je za oko 5—7 milijardi godina više od starosti određene ranije po odnosu broja atoma izotopa urana i torijuma. Radi tačnijeg rezultata treba preciznije utvrditi period poluraspada renijuma-187.

Chemical and Engeneering News, **55**, 14, 1977.

preveo *S. Djorgovski*

Optički barster — Do sada je poznato oko 30 bljeskajućih rentgenskih izvora, ili kako se nazivaju, barstera. No, tek nedavno je jedan barster indentifikovan sa optičkim objektom.

Još 1971. g. su irski astrofizičari P. Birn i P. Vajman, u Južnoj Africi, ispitujući oblast galaktičkog centra, primetili mnogo slabih optičkih bljeskova. Izvedena statistička analiza je pokazala da je najveći deo ovih bljeskova samo posledica prolaska slabih meteora kroz vidno polje teleskopa. Ipak su se dve serije bljeskova još u to vreme pokazale kao neobjašnjive. U jednoj je bilo tri bljeska, a u drugoj šest. Bljeskovi su sledili jedan za drugim u intervalima od nekoliko sekundi. Mogućnost instrumentalnih grešaka je bila ocenjena kao malo verovatna. Birn i Vajman su u svom članku (publikovanom 1975. g., pre otkrića barstera) predložili ideju da su, možda, otkrili fenomen povezan sa procesima u blizini centra Galaksije. Kasnije se pokazalo da je u oblasti neba, gde su Birn i Vajman registrovali optičke bljeskove, barster MXB—1743—293. Ako je indentifikacija pravilna, onda se pri bljesku barstera u optičkom dijapazonu zrači oko 100 puta više energije, nego u rendgenskom.

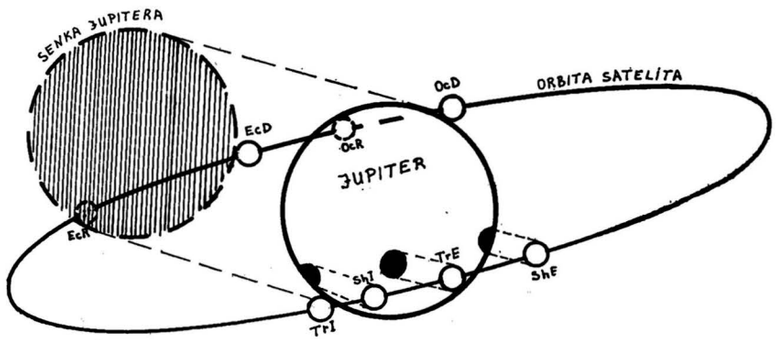
Monthly Notices of Royal Astronomical Society, **178**, 2, 1977.

preveo *S. Djorgovski*

АСТРОНОМСКЕ ЕФЕМЕРИДЕ ЗА 1979. ГОДИНУ

Астрономске ефемериде за 1979. год. представљају одређену селекцију података такве тачности, да их астрономи-аматери могу користити при планирању и обради својих посматрачких програма.

У рубрици Календар дати су датум, дан у недељи, фракција тропске године, број дана Јулијанске периоде протеклих до 12^h светског времена (TU) и средње звездано време у 0^h TU у Гриничу. Рубрика „Велике планете" садржи, само за планете видљиве голим оком или мањим телескопом, ректасцензију — α, деклинацију — δ, лонгитуду — λ, латитуду — β, право растојање од Земље — Δ_z, право растојање од Сунца — $\Delta_\odot$, тренутак горњег пролаза кроз меридијан Београда — T (у средњеевропском времену — СЕВ), привидни полупречник — ρ и привидну величину — m . Подаци су дати за сваки десети дан у месецу, почев од првог, сем за Нептун, за који су дати само за петнаести у месецу.



У одељку посвећеном Јупитеровим сателитима представљена је графички приближна конфигурација Галилејевих сателита и тренуци у TU геоцентричних појава везаних за њих. Вертикалне линије у средини сваког графика представљају екваторијални дијаметар диска Јупитера, а хоризонталне линије означавају моменат 0^h светског времена за сваки датум у месецу. Положаји сателита у односу на Јупитеров диск за сваки тренутак представљени су синусоидалним линијама. Испод графика дате су фазе помрачења у систему сателита. Словима „d" и „r" означене су одговарајуће тачке улаза (почетак помрачења), односно излаза (крај помрачења) сателита из сенке Јупитера. Графици су преузети из The Astronomical Ephemeris for the Year 1979, Her Majesty's Stationery Office, London. Ознаке геоцентричних појава имају следеће значење:

TrI — почетак пролаза сателита испред диска Јупитера
TrE — свршетак пролаза сателита испред диска Јупитера
ShI — почетак пролаза сенке испред диска планете
ShE — свршетак пролаза сенке испред диска планете
OcD — почетак окултације
OcR — свршетак окултације
EcD — почетак помрачења
EcR — свршетак помрачења

Напомињемо да овде нису узете у обзир оне појаве које се дешавају пре свршетка астрономског сумрака и после 24^hTU.

У рубрици Месец дате су Месечеве фазе у TU (● — млад Месец, ◐ — прва четврт, — пун ○ Месец, ◐ — последња четврт) и старост у данима у 0^hTU.

Ефемериде Сунца за 1979. год. садрже датум, горњи пролаз центра диска Сунца кроз ефемеридни меридијан у ефемеридном времену, тренутак излаза и залаза у Београду у СЕВ, ректасцензију — α, деклинацију — δ, положајни угао — P северног краја Сунчеве ротационе осе мерено позитивно ка истоку и негативно ка западу, хелиографску ширину — $B_\odot$ и дужину — $L_\odot$ средишта Сунчевог диска, привидни полупречник Сунчевог диска — ρ и растојање Сунца од Земље у астрономским јединицама. Ове године нема помрачења Сунца које би било видљиво са територије Југославије.

Следећа таблица садржи податке о тренуцима излаза и залаза Месеца у Београду у СЕВ.

Таблица Појаве, 1979 даје најинтересантније појаве са датумом и часом у TU, при чему N означава север, S — југ, W — запад и E — исток.

Коначно, дати су и подаци о делимичном помрачењу Месеца које ће бити видљиво са територије Југославије.

Начин употребе Астрономских ефемерида и примери за израчунавање дати су у неким ранијим бројевима Васионе, нпр. 1973/4, 1974/4 и 1975/4.

Трајковска Веселка
Винце Иштван

ПОМРАЧЕЊА 1979. год.

У 1979. години ће бити четири помрачења; два Сунчева и два Месечева:

I	26. Фебруар	. . . . .	Потпуно помрачење Сунца
II	13/14 Март	. . . . .	Делимично помрачење Месеца
III	22. Август	. . . . .	Прстенасто помрачење Сунца
IV	6. Септембар	. . . . .	Потпуно помрачење Месеца

Са територије СФРЈ ће се видети само делимично помрачење Месеца 13/14. марта. За ову појаву дајемо ефемериде.

Делимично помрачење Месеца 13. и 14. *марта* 1979.

Почетак помрачења се види из Европе, Азије, Африке, Аустралије, са Анктартика, Северног Леденог океана и Индијског океана.
Крај помрачења се види из Јужне Америке, Европе, Азије, Африке, са Гренланда, Антарктика, Атланског, Северног Леденог, и Индијског океана.
Подаци о помрачењу:

Улаз Месеца у полусенку	19^h11^m
Почетак делимичног помрачења	20^h29^m
Тренутак највеће фазе	22^h08^m
Крај делимичног помрачења	23^h47^m
Излаз Месеца из полусенке (14. март)	1^h05^m

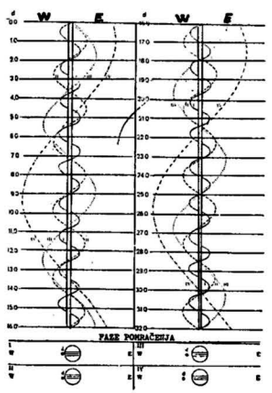
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.0	2443	h m s
1	По	000	875	6 40 12
2	Ут	027	876	6 44 09
3	Ср	055	877	6 48 06
4	Че	082	878	6 52 02
5	Пе	110	879	6 55 59
6	Су	137	880	6 59 55
7	Не	164	881	7 03 52
8	По	192	882	7 07 48
9	Ут	219	883	7 11 45
10	Ср	246	884	7 15 41
11	Че	274	885	7 19 38
12	Пе	301	886	7 23 35
13	Су	328	887	7 27 31
14	Не	356	888	7 31 28
15	По	383	889	7 35 24
16	Ут	411	890	7 39 21
17	Ср	438	891	7 43 17
18	Че	465	892	7 47 14
19	Пе	493	893	7 51 10
20	Су	520	894	7 55 07
21	Не	548	895	7 59 04
22	По	575	896	8 03 00
23	Ут	602	897	8 06 57
24	Ср	630	898	8 10 53
25	Че	657	899	8 14 50
26	Пе	684	900	8 18 46
27	Су	712	901	8 22 43
28	Не	739	902	8 26 40
29	По	767	903	8 30 36
30	Ут	794	904	8 34 33
31	Ср	821	905	8 38 29

Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
Меркур									
1	17 13	—21 54	202.8	+3.0	1.152	0.421	10 12	2.9	—0.2
11	18 13	23 38	233.5	—0.7	1.292	0.457	10 32	2.6	0.2
21	19 19	—23 31	261.2	—3.8	1.377	0.466	10 59	2.4	—0.3
Венера									
1	15 32	—15 15	132.5	+2.8	0.542	0.718	8 30	15.5	—4.3
11	16 09	17 09	148.8	3.4	0.617	0.719	8 27	13.6	4.2
21	16 50	—18 56	165.0	+3.2	0.693	0.719	8 29	12.1	—4.2
Марс									
1	19 04	—23 33	288.0	—1.6	2.398	1.421	12 01	2.0	+1.4
11	19 38	22 33	294.0	1.7	2.393	1.412	11 55	2.0	1.4
21	20 11	—21 06	300.2	—1.7	2.387	1.403	11 49	2.0	+1.3
Јупитер									
1	8 38	+19 05	122.1	+0.5	4.374	5.268	1 36	21.0	—2.1
11	8 33	19 25	122.9	0.5	4.318	5.272	0 52	21.3	2.1
21	8 28	+19 45	123.7	+0.5	4.294	5.275	0 07	21.4	—2.2
Сатурн									
1	11 04	+ 8 03	158.4	+1.8	8.837	9.311	4 01	8.4	+0.9
11	11 03	8 10	158.8	1.8	8.696	9.314	3 20	8.6	0.9
21	11 01	+ 8 21	159.1	+1.8	8.573	9.317	2 40	8.7	+0.8
Уран									
1	15 09	—17 20	227.4	+0.3	19.278	18.666	8 06	1.8	+5.9
11	15 11	17 27	227.5	0.3	19.138	18.666	7 28	1.8	5.9
21	15 12	—17 32	227.6	+0.3	18.984	18.669	6 50	1.8	+5.9
Нептун									
15	17 14	—21 38	258.3	+1.4	31.084	30.283	9 15	1.2	+7.8

Јупитерови сателити



d	h	m		d	h	m	
1	19	09	IIShI	17	19	55	ITrI
	20	16	IITrI		21	22	IIIShE
	21	29	IShI		22	01	IShE
	22	01	IIShE		22	04	IIITrE
	22	02	ITrI		22	11	ITrE
	23	09	IITrE		22	14	IIOcR
	23	45	IShE	21	19	31	IVShE
2	21	31	IOcR		20	13	IVTrE
6	23	55	IIIEcD	24	21	38	ITrI
8	21	45	IIShI		21	39	IShI
	22	32	IITrI		21	39	IIOcD
	23	23	IShI		21	44	IIITrI
	23	46	ITrI		21	46	IIIShI
9	20	35	IEcD		23	54	ITrE
	23	15	IOcR		23	55	IShE
10	20	01	IIOcR	25	21	11	IEcR
	20	07	IShE	29	21	34	IVOcD
	20	28	ITrE	31	23	22	ITrI
16	22	29	IEcD		23	33	IShI
17	19	45	IShI		23	52	IIOcD

Месец

	d	h	m
●	29	06	20
◐	5	11	15
○	13	07	09
◑	21	11	23

Старост у данима у 0h TU

d	
1.	2.2
15.	16.2
30.	1.7

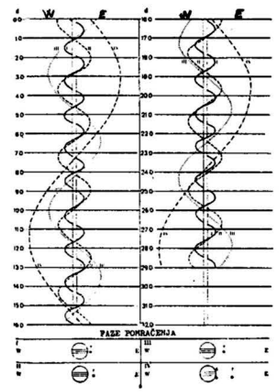
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2443	h m s
1	Че	0849	906	8 42 26
2	Пе	0876	907	8 46 22
3	Су	0904	908	8 50 19
4	Не	0931	909	8 54 15
5	По	0958	910	8 58 12
6	Ут	0986	911	9 02 08
7	Ср	1013	912	9 06 05
8	Че	1040	913	9 10 02
9	Пе	1068	914	9 13 58
10	Су	1095	915	9 17 55
11	Не	1123	916	9 21 51
12	По	1150	917	9 25 48
13	Ут	1177	918	9 29 44
14	Ср	1205	919	9 33 41
15	Че	1232	920	9 37 37
16	Пе	1259	921	9 41 34
17	Су	1287	922	9 45 31
18	Не	1314	923	9 49 27
19	По	1342	924	9 53 24
20	Ут	1369	925	9 57 20
21	Ср	1396	926	10 01 17
22	Че	1424	927	10 05 13
23	Пе	1451	928	10 09 10
24	Су	1478	929	10 13 06
25	Не	1506	930	10 17 03
26	По	1533	931	10 21 00
27	Ут	1561	932	10 24 56
28	Ср	1588	933	10 28 53

Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
Меркур									
1	20 34	—20 46	292.7	—6.3	1.412	0.445	11 31	2.4	—0.7
11	21 44	15 44	226.4	6.9	1.384	0.400	12 02	2.4	1.3
21	22 53	— 8 23	10.2	—4.3	1.275	0.343	12 31	2.6	—1.1
Венера									
1	17 40	—20 20	182.8	+3.3	0.777	0.720	8 35	10.8	—4.1
11	18 27	20 52	199.0	2.9	0.852	0.721	8 43	9.9	4.0
21	19 15	—20 33	215.1	+2.2	0.927	0.723	8 52	9.1	—3.9
Марс									
1	20 46	—19 04	307.0	—1.8	2.379	1.396	11 41	2.0	+1.3
11	21 18	16 51	313.2	—1.8	2.370	1.390	11 34	2.0	1.3
21	21 49	—14 21	319.5	—1.8	2.361	1.386	11 25	2.0	+1.4
Јупитер									
1	8 22	+20 07	124.6	+0.5	4.303	5.279	23 13	21.4	—2.1
11	8 17	20 25	125.4	0.6	4.344	5.282	22 28	21.1	2.1
21	8 12	+20 40	126.2	+0.6	4.414	5.286	21 45	20.8	—2.1
Сатурн									
1	10 59	+ 8 37	159.5	+1.8	8.463	9.320	1 54	8.8	+0.7
11	10 57	8 55	159.9	1.8	8.392	9.323	1 12	8.9	0.6
21	10 54	+ 9 13	160.2	+1.8	8.350	9.326	0 30	8.9	+0.6
Уран									
1	15 14	—17 37	227.8	+0.3	18.803	18.671	6 08	1.8	+5.9
11	15 14	17 39	227.9	0.3	18.633	18.672	5 29	1.8	5.9
21	15 15	—17 41	228.0	+0.3	18.464	18.674	4 50	1.9	+5.8
Нептун									
15	17 18	—21 41	258.4	+1.4	30.677	30.283	7 17	1.2	+7.8

Јупитерови сателити



d	h	m		d	h	m	
1	20	34	IOcD	16	21	16	ITrI
	23	05	IEcR		21	50	IShI
2	20	04	ITrE		22	59	IITrI
4	20	17	IShE		23	32	ITrE
	21	19	IITrE	17	21	24	IEcR
	21	47	IIShE	18	21	23	IIIOcD
4	19	26	IIIEcR		21	27	IIEcR
8	22	19	IOcD	23	20	20	IVTrI
9	19	32	ITrI		23	02	ITrI
	19	55	IShE		23	44	IShI
	20	42	IITrI	24	20	16	IOcD
	21	31	IIShI		23	19	IEcR
	21	48	ITrE	25	19	44	ITrE
	22	12	IShE		19	45	IIOcD
	23	35	IITrE		20	29	IShE
11	23	26	IIIEcR				
15	21	33	IVEcR				

Месец

	d	h	m
●	26	16	45
◐	04	00	36
○	12	02	39
◑	20	01	17

Старост у данима у 0h TU

d	
1.	3.7
15.	17.7
28.	1.3

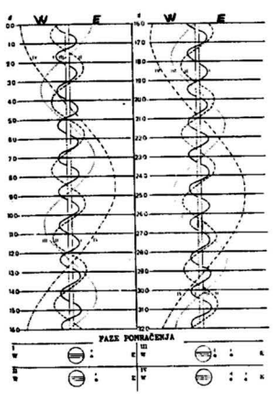
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске годин.	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2443	h m s
1	Че	1615	934	10 32 49
2	Пе	1643	935	10 36 46
3	Су	1670	936	10 40 42
4	Не	1698	937	10 44 39
5	По	1725	938	10 48 35
6	Ут	1752	939	10 52 32
7	Ср	1780	940	10 56 28
8	Че	1807	941	11 00 25
9	Пе	1834	942	11 04 22
10	Су	1862	943	11 08 18
11	Не	1889	944	11 12 15
12	По	1917	945	11 16 11
13	Ут	1944	946	11 20 08
14	Ср	1971	947	11 24 04
15	Че	1999	948	11 28 01
16	Пе	2026	949	11 31 57
17	Су	2053	950	11 35 54
18	Не	2081	951	11 39 51
19	По	2108	952	11 43 47
20	Ут	2136	953	11 47 44
21	Ср	2163	954	11 51 40
22	Че	2190	955	11 55 37
23	Пе	2218	956	11 59 33
24	Су	2245	957	12 03 30
25	Не	2272	958	12 07 26
26	По	2300	959	12 11 23
27	Ут	2327	960	12 15 20
28	Ср	2355	961	12 19 16
29	Че	2382	962	12 23 13
30	Пе	2409	963	12 27 09
31	Су	2437	964	12 31 06

Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′ ″	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
Меркур									
1	23 43	— 1 32	55.5	+0.9	1.109	0.311	12 49	3.0	—0.8
11	0 23	+ 5 13	117.6	6.6	0.839	0.321	12 47	4.0	+0.5
21	0 17	+ 5 43	168.6	+6.0	0.638	0.372	12 00	5.2	+3.9
Венера									
1	19 55	—19 37	227.9	+1.6	0.985	0.724	9 00	8.5	—3.9
11	20 43	17 38	243.8	0.7	1.056	0.725	9 09	8.0	3.8
21	21 31	—14 50	259.7	—0.2	1.125	0.726	9 18	7.5	—3.8
Марс									
1	22 13	—12 10	324.6	—1.8	2.353	1.383	11 18	2.0	—1.4
11	22 43	9 16	330.9	1.8	2.343	1.382	11 09	2.0	1.4
21	23 13	— 6 14	337.2	—1.8	2.332	1.381	10 58	2.0	+1.4
Јупитер									
1	8 09	+20 50	126.9	+0.6	4.489	5.289	21 11	20.2	—2.1
11	8 07	20 58	127.7	0.6	4.604	5.292	20 29	20.6	2.0
21	8 05	+21 02	128.5	+0.6	4.737	5.295	19 48	19.4	—1.9
Сатурн									
1	10 52	+ 9 28	160.5	+1.8	8.338	9.328	23 47	8.9	+0.5
11	10 49	9 47	160.9	1.8	8.352	9.331	23 10	8.9	0.5
21	10 46	+10 04	161.3	+1.8	8.396	9.334	22 28	8.9	+0.6
Уран									
1	15 15	—17 40	228.1	+0.3	18.332	18.675	4 19	1.9	+5.8
11	15 14	17 39	228.2	0.3	18.176	18.677	3 39	1.9	5.8
21	15 14	—17 36	228.4	+0.3	18.035	18.678	2 59	1.9	+5.8
Нептун									
15	17 19	—21 41	258.6	+1.4	30.208	30.283	4 28	1.2	+7.8

Јупитерови сателити



d	h	m		d	h	m	
1	21	16	IIIShE	18	23	57	IShI
3	22	03	IOcD	19	19	25	IIIEcR
4	20	07	IShI	19	20	09	IOcD
	21	31	ITrE		23	33	IEcR
	22	04	IIOcD	20	19	36	ITrE
	22	23	IShE		20	41	IShE
6	19	43	IITrE		21	42	IITrI
	21	35	IIShE		23	01	IVOcR
8	21	26	IIITrE		23	57	IIShI
	21	41	IIIShI	22	21	05	IIEcR
10	23	52	IOcD	26	19	48	IIIEcD
11	21	03	ITrI		21	59	IOcD
	22	02	IShI		23	25	IIIEcR
	23	19	ITrE	27	19	11	ITrI
12	20	57	IVShI		20	20	IShI
	21	38	IEcR		21	26	ITrE
13	21	19	IIShI		22	36	IShE
	22	07	IITrE	28	19	57	IEcR
15	21	27	IIITrI	29	19	41	IVShE
18	22	53	ITrI		23	41	IIEcR

Месец

	d	h	m
●	28	02	59
◐	5	16	23
○	13	21	14
◑	21	11	22

Старост у данима у 0h TU

	d
1.	2.3
15.	16.3
30.	1.9

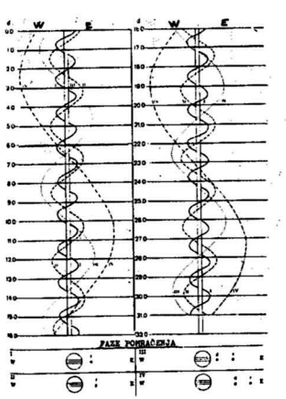
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2443	h m s
1	Не	2464	965	12 35 07
2	По	2491	966	12 38 59
3	Ут	2519	967	12 42 55
4	Ср	2546	968	12 46 52
5	Че	2574	969	12 50 48
6	Пе	2601	970	12 54 45
7	Су	2628	971	12 58 42
8	Не	2656	972	13 02 38
9	По	2683	973	13 06 35
10	Ут	2711	974	13 10 31
11	Ср	2738	975	13 14 28
12	Че	2765	976	13 18 24
13	Пе	2793	977	13 22 21
14	Су	2820	978	13 26 17
15	Не	2847	979	13 30 14
16	По	2875	980	13 34 11
17	Ут	2902	981	13 38 08
18	Ср	2930	982	13 42 04
19	Че	2957	983	13 46 00
20	Пе	2984	984	13 49 57
21	Су	3012	985	13 53 53
22	Не	3039	986	13 57 50
23	По	3066	987	14 01 46
24	Ут	3094	988	14 05 43
25	Ср	3121	989	14 09 40
26	Че	3149	980	14 13 36
27	Пе	3176	991	14 17 33
28	Су	3203	992	14 21 29
29	Не	3231	993	14 25 26
30	По	3258	994	14 29 22

Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′ ″	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
Меркур									
1	23 48	+ 0 28	209.5	+2.2	0.608	0.430	10 49	5.5	+3.0
11	23 48	— 2 16	239.2	—1.4	0.704	0.461	10 11	4.7	1.3
21	0 15	— 1 02	266.8	—4.4	0.844	0.465	9 59	4.0	+0.7
Венера									
1	22 22	—10 56	277.1	—1.2	1.199	0.727	9 26	7.0	—3.7
11	23 08	6 50	292.8	2.0	1.263	0.728	9 32	6.7	3.7
21	23 53	— 2 24	308.8	—2.7	1.325	0.728	9 37	6.4	—3.7
Марс									
1	23 44	— 2 48	344.2	—1.7	2.320	1.383	10 47	2.0	+1.4
11	0 13	+ 0 21	350.5	1.6	2.308	1.385	10 36	2.0	1.4
21	0 41	+ 3 28	356.9	—1.5	2.295	1.389	10 25	2.0	+1.4
Јупитер									
1	8 05	+21 01	129.4	+0.6	4.898	5.299	19 05	18.8	—1.9
11	8 07	20 57	130.2	+0.6	5.054	5.302	18 27	18.2	1.8
21	8 10	+20 48	131.0	+0.7	5.214	5.305	17 51	17.6	—1.7
Сатурн									
1	10 43	+10 27	161.6	+1.8	8.478	9.338	21 42	8.8	+0.6
11	10 41	10 32	162.0	1.9	8.580	9.340	21 01	8.7	0.7
21	10 39	+10 40	162.3	+1.9	8.703	9.343	20 20	8.7	+0.7
Уран									
1	15 12	—17 32	228.5	+0.3	17.901	18.680	2 15	1.9	+5.8
11	15 11	17 27	228.6	0.3	17.804	18.682	1 34	1.9	5.8
21	15 10	—17 21	228.7	+0.3	17.733	18.683	0 54	1.9	+5.8
Нептун									
15	17 18	—21 39	258.8	+1.4	29.708	30.282	3 26	1.2	+7.7

Јупитерови сателити



d	h	m		d	h	m	
2	22	27	IIIOcR	18	22	08	IOcD
	23	48	IIIEcD	19	19	18	ITrI
	23	52	IOcD		20	34	IShI
3	21	03	ITrI		21	34	ITrE
	22	15	IShI		22	50	IShE
	23	18	ITrE	20	20	02	IIITrE
4	21	53	IEcR		20	12	IEcR
5	20	59	IIOcD		21	38	IIIShI
6	23	04	IVEcD	21	21	10	IITrI
7	21	21	IIShE		23	44	IIShI
9	22	43	IIIOcD	23	20	46	IIEcR
10	22	56	ITrI		21	55	IVEcR
11	20	13	IOcD	26	21	13	ITrI
	23	48	IEcR		22	29	IShI
12	20	55	IShE		23	29	ITrE
	23	31	IIOcD	27	20	30	IIITrI
13	21	14	IIIShE		22	07	IEcR
14	21	07	IIShI	28	23	48	IITrI
	21	11	IVTrI		23	23	IIEcR
	21	24	IITrE				
	23	58	IIShE				

Месец

	d	h	m
●	26	13	15
◐	4	09	57
○	12	13	15
◑	19	18	30

Старост у данима у 0h TU

	d
1.	3.9
15.	17.9
30.	3.4

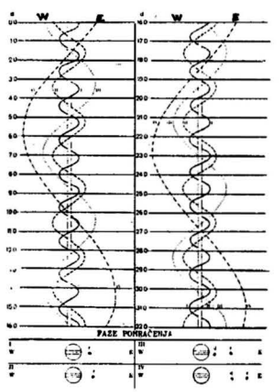
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2443	h m s
1	Ут	3285	0995	14 33 19
2	Ср	3313	0996	14 37 15
3	Че	3340	0997	14 41 12
4	Пе	3368	0998	14 45 09
5	Су	3395	0999	14 49 05
6	Не	3422	1000	14 53 02
7	По	3450	1001	14 56 58
8	Ут	3477	1002	15 00 55
9	Ср	3505	1003	15 04 51
10	Че	3532	1004	15 08 48
11	Пе	3559	1005	15 12 44
12	Су	3587	1006	15 16 41
13	Не	3614	1007	15 20 37
14	По	3641	1008	15 24 34
15	Ут	3669	1009	15 28 31
16	Ср	3696	1010	15 32 27
17	Че	3724	1011	15 36 24
18	Пе	3751	1012	15 40 20
19	Су	3778	1013	15 44 17
20	Не	3806	1014	15 48 13
21	По	3833	1015	15 52 10
22	Ут	3860	1016	15 56 06
23	Ср	3888	1017	16 00 03
23	Че	3915	1018	16 04 00
25	Пе	3943	1019	16 07 56
26	Су	3970	1020	16 11 53
27	Не	4997	1021	16 15 49
28	По	4025	1022	16 19 46
29	Ут	4052	1023	16 23 42
30	Ср	4079	1024	16 27 39
31	Че	4107	1025	16 31 36

Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
Меркур									
1	0 59	+ 3 10	295.9	—6.5	0.997	0.441	10 04	3.4	+0.3
11	1 56	9 19	330.3	6.8	1.149	0.394	10 22	2.9	—0.2
21	3 07	+16 28	15.6	—3.8	1.277	0.338	10 54	2.6	—1.0
Венера									
1	0 37	+ 2 13	324.5	—3.1	1.383	0.728	9 42	6.1	—3.7
11	1 22	6 48	340.4	3.4	1.438	0.727	9 48	5.9	3.6
21	2 08	+11 11	356.3	—3.3	1.489	0.727	9 54	5.6	—3.6
Марс									
1	1 09	+ 6 29	3.1	—1.3	2.282	1.394	10 14	2.0	+1.4
11	1 38	9 23	10.6	1.2	2.267	1.401	10 03	2.1	1.5
21	2 06	+12 07	15.4	—1.0	2.250	1.409	9 52	2.1	+1.5
Јупитер									
1	8 13	+20 36	131.7	+0.7	5.373	5.309	17 15	17.1	—1.7
11	8 18	20 21	132.5	0.7	5.529	5.312	16 41	16.6	1.6
21	8 24	+20 01	133.3	+0.7	5.678	5.315	16 07	16.2	—1.5
Сатурн									
1	10 38	+10 44	162.6	+1.9	8.844	9.346	19 40	8.4	+0.8
11	10 38	10 44	162.0	1.9	8.998	9.349	19 00	8.3	0.9
21	10 39	+10 40	163.3	+1.9	9.160	9.352	18 21	8.1	+0.9
Уран									
1	15 08	—17 14	228.9	+0.3	17.690	18.685	0 13	1.9	+5.7
11	15 06	17 08	229.0	+0.3	17.677	18.687	23 28	1.9	5.7
21	15 05	—17 01	229.1	+0.3	17.693	18.689	22 47	1.9	+5.7
Нептун									
15	17 16	—21 36	258.9	+1.4	29.372	30.285	1 25	1.2	+7.7

Јупитерови сателити



d	h	m		d	h	m	
3	23	09	ITrI	18	21	03	IVShI
4	20	29	IOcD	19	21	33	ITrI
5	21	09	IShE		22	42	IShI
7	20	38	IIOcD		23	50	ITrE
8	23	25	IIIEcR	20	22	21	IEcR
9	21	06	IIShE	22	23	10	IIIOcD
	23	27	IVOcD	23	21	13	IITrI
11	22	26	IOcD		23	28	IIShI
12	20	47	IShI	25	20	30	IIEcR
	21	52	ITrE	26	21	14	IIIShE
	23	04	IShE		23	22	IVOcR
13	20	26	IEcR		23	32	ITrI
14	23	19	IIOcD	27	20	53	IOcD
15	22	33	IIIOcR	28	20	18	ITrE
	23	46	IIIEcD		21	23	IShE
16	20	52	IIShI	30	23	57	IITrI
	21	20	IITrE				
	23	43	IIShE				

Месец

	d	h	m
●	26	00	00
◐	4	04	25
○	12	02	01
◑	18	23	57

Старост у данима у 0h TU

	d
1.	4.4
15.	18.4
30.	4.0

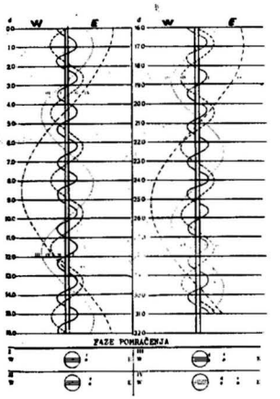
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2444	h m s
1	Пе	4134	026	16 35 32
2	Су	4162	027	16 39 29
3	Не	4189	028	16 43 25
4	По	4216	029	16 47 22
5	Ут	4244	030	16 51 18
6	Ср	4271	031	16 55 15
7	Че	4299	032	16 59 11
8	Пе	4326	033	17 03 08
9	Су	4353	034	17 07 04
10	Не	4381	035	17 11 01
11	По	4408	036	17 14 58
12	Ут	4435	037	17 18 54
13	Ср	4463	038	17 22 51
14	Че	4490	039	17 26 47
15	Пе	4518	040	17 30 44
16	Су	4545	041	17 34 40
17	Не	4572	042	17 38 37
18	По	4600	043	17 42 34
19	Ут	4627	044	17 46 30
20	Ср	4654	045	17 50 27
21	Че	4682	046	17 54 23
22	Пе	4709	047	17 58 20
23	Су	4737	048	18 02 16
24	Не	4764	049	18 06 13
25	По	4791	050	18 10 09
26	Ут	4819	051	18 14 06
27	Ср	4846	052	18 18 03
28	Че	4874	053	18 21 59
29	Пе	4901	054	18 25 56
30	Су	4928	055	18 52 52

Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
Меркур									
1	4 43	+23 10	80.8	+3.8	1.317	0.308	11 49	2.5	—1.9
11	6 15	25 20	140.0	7.0	1.217	0.339	12 41	2.7	—0.7
21	7 32	+23 35	185.1	+4.8	1.051	0.395	13 17	3.2	0.0
Венера									
1	3 00	+15 32	13.8	—3.0	1.541	0.726	10 02	5.5	—3.6
11	3 48	18 51	29.8	2.5	1.583	0.724	10 12	5.3	—3.6
21	4 39	+21 22	45.8	—1.7	1.620	0.723	10 23	5.2	—3.6
Марс									
1	2 38	+14 51	22.1	—0.8	2.230	1.419	9 40	2.1	+1.5
11	3 07	17 05	28.1	0.7	2.209	1.429	9 30	2.1	1.5
21	3 37	+19 01	34.0	—0.5	2.186	1.440	9 20	2.1	+1.5
Јупитер									
1	8 31	+19 37	134.2	+0.7	5.830	5.318	15 31	15.8	—1.5
11	8 38	19 11	135.0	0.7	5.955	5.322	14 59	15.4	1.4
21	8 46	+18 42	135.8	+0.8	6.066	5.325	14 27	15.2	—1.4
Сатурн									
1	10 40	+10 32	163.7	+1.9	9.343	9.355	17 39	8.0	+1.0
11	10 41	10 20	164.1	1.9	9.508	9.358	17 02	7.8	1.0
21	10 44	+10 05	164.4	+1.9	9.668	9.361	16 25	7.7	1.0
Уран									
1	15 03	—16 54	229.2	+0.3	17.745	18.690	22 02	1.9	+5.8
11	15 02	16 48	229.4	0.3	17.821	18.692	21 21	1.9	5.8
21	15 00	—16 43	230.0	+0.3	17.921	18.694	20 40	1.9	+5.8
Нептун									
15	17 13	—21 32	259.1	+1.4	29.269	30.282	23 16	1.2	7.7 +

Јупитерови сателити



d	h	m		d	h	m	
1	23	07	IIEcR	17	20	33	IIShI
2	21	00	IIITrE		21	40	IITrE
	21	36	IIIShI		23	23	IIShE
3	22	52	IOcD	19	21	22	IOcD
4	20	01	ITrI	20	20	48	ITrE
	21	01	IShI		21	38	IShE
	22	18	ITrE		23	23	IIIEcR
	23	19	IShE	24	21	37	IITrI
5	20	40	IEcR		23	08	IIShI
8	20	53	IIOcD	26	20	17	IIEcR
9	21	43	IIITrI		23	22	IOcD
10	20	48	IIShE	27	20	31	ITrI
11	22	00	ITrI		20	46	IIIOcD
	22	56	IShI		21	15	IShI
12	22	34	IEcR		22	49	ITrE
	23	18	IVEcD		23	33	IShE
15	23	39	IIOcD	28	20	52	IEcR
				29	22	13	IVEcR

Месец

	d	h	m
●	24	11	58
◐	2	22	37
○	10	11	55
◑	17	05	01

Старост у данима у 0h TU

	d
1.	6.0
15.	20.0
30.	5.5

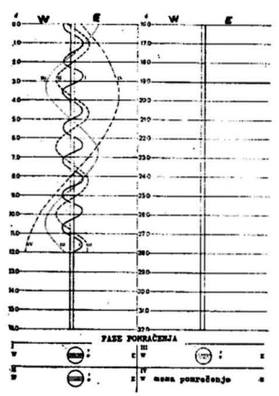
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2444	h m s
1	Не	4956	056	18 33 49
2	По	4983	057	18 37 45
3	Ут	5010	058	18 41 42
4	Ср	5038	059	18 45 38
5	Че	5065	060	18 49 35
6	Пе	5093	061	18 53 32
7	Су	5120	062	18 57 28
8	Не	5147	063	19 01 25
9	По	5175	064	19 05 21
10	Ут	5202	065	19 09 18
11	Ср	5229	066	19 13 14
12	Че	5257	067	19 17 11
13	Пе	5284	068	19 21 07
14	Су	5312	069	19 25 04
15	Не	5339	070	19 29 01
16	По	5366	071	19 32 57
17	Ут	5394	072	19 36 54
18	Ср	5421	073	19 40 50
19	Че	5448	074	19 44 47
20	Пе	5476	075	19 48 43
21	Су	5503	076	19 52 40
22	Не	5531	077	19 56 36
23	По	5558	078	20 00 33
24	Ут	5585	079	20 04 30
25	Ср	5613	080	20 08 26
26	Че	5640	081	20 17 23
27	Пе	5667	082	20 16 19
28	Су	5695	083	20 20 16
29	Не	5722	084	20 24 12
30	По	5750	085	20 28 09
31	Ут	5777	086	20 32 05

Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
Меркур									
1	8 27	+19 44	219.0	+1.1	0.880	0.442	13 31	3.8	+0.6
11	8 58	15 35	247.7	—2.4	0.729	0.465	13 22	4.6	1.2
21	9 02	+12 56	275.3	—5.2	0.618	0.461	12 44	5.4	+2.5
Венера									
1	5 31	+22 54	61.8	—0.9	1.652	0.722	10 36	5.1	—3.6
11	6 25	23 21	77.9	+0.1	1.679	0.720	10 50	5.0	3.6
21	8 18	+22 40	94.1	+1.0	1.700	0.719	11 04	5.0	—3.6
Марс									
1	4 06	+20 39	39.8	—0.3	2.160	1.451	9 10	2.2	+1.5
11	4 36	21 56	45.5	—0.1	2.131	1.463	9 00	2.2	1.5
21	5 05	+22 53	51.1	0.0	2.098	1.476	8 50	2.2	+1.5
Јупитер									
1	8 54	+18 11	136.6	+0.8	6.160	5.328	13 56	14.9	—1.3
11	9 02	17 37	137.4	0.8	6.237	5.331	13 25	14.7	1.3
21	9 10	+17 00	138.2	+0.8	6.295	5.334	12 54	14.6	—1.3
Сатурн									
1	10 46	+ 9 47	164.8	+1.9	9.818	9.364	15 48	7.6	+1.1
1 1	10 50	9 26	165.1	1.9	9.957	9.367	15 12	7.5	1.1
21	10 53	+ 9 03	165.5	+2.0	10.080	9.370	14 36	7.4	+1.1
Уран									
1	14 59	—16 39	229.6	+0.3	18.044	18.695	20 00	1.9	+5.8
11	14 59	16 36	229.8	+0.3	18.184	18.697	19 20	1.9	5.
21	14 58	—16 35	229.9	+0.3	18.338	18.699	18 40	1.9	+5.8
Нептун									
15	17 09	—21 29	259.3	+1.4	29.430	30.282	21 04	1.2	+7.-

Јупитерови сателити



d	h	m	
3	22	54	IIEcR
4	22	32	ITrI
	23	10	IShI
5	22	47	IEcR
7	21	40	IVTrI
8	21	12	IIIShE
10	21	30	IIOcD
12	20	26	IIShE
	21	54	IOcD

Месец

	d	h	m
●	24	01	41
◐	2	15	24
○	9	19	59
◑	16	10	59

Старост у данима у 0^h TU

d	
1.	6.5
15.	20.5
30.	5.9

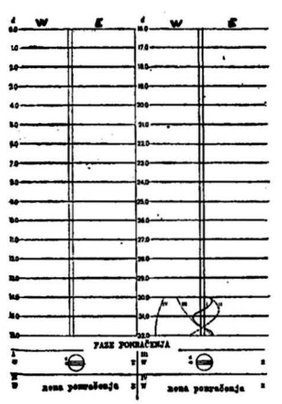
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2444	h m s
1	Ср	5804	087	20 36 02
2	Че	5832	088	20 39 59
3	Пе	5859	089	20 43 55
4	Су	5887	090	20 47 52
5	Не	5914	091	20 51 48
6	По	5941	092	20 55 45
7	Ут	5969	093	20 59 41
8	Ср	5996	094	21 03 38
9	Че	6023	095	21 07 34
10	Пе	6051	096	21 11 31
11	Су	6078	097	21 15 28
12	Не	6106	098	21 19 24
13	По	6133	099	21 23 21
14	Ут	6160	100	21 27 17
15	Ср	6188	101	21 31 14
16	Че	6215	102	21 35 10
17	Пе	6242	103	21 39 07
18	Су	6270	104	21 43 03
19	Не	6297	105	21 47 00
20	По	6325	106	21 50 57
21	Ут	6352	107	21 54 53
22	Ср	6379	108	21 58 50
23	Че	6307	109	22 02 46
24	Пе	6434	110	22 06 43
25	Су	6461	111	22 10 39
26	Не	6489	112	22 14 36
27	По	6416	113	22 18 32
28	Ут	6544	114	22 22 29
29	Ср	6571	115	22 26 25
30	Че	6598	116	22 30 22
31	Ре	6626	117	22 34 19

Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
Меркур									
1	8 35	+13 35	308.8	—6.9	0.596	0.425	11 32	5.6	+5.0
11	8 19	16 31	346.9	6.1	0.715	0.371	10 40	4.7	+2.0
21	8 45	+17 37	37.9	—1.2	0.954	0.320	10 29	3.5	—0.1
Венера									
1	8 15	+20 39	111.9	+2.0	1.716	0.719	11 18	4.9	—3.7
11	9 06	17 46	128.2	2.6	1.726	0.718	11 29	4.9	3.7
21	9 55	+14 03	144.4	+3.1	1.729	0.719	11 39	4.9	—3.7
Марс									
1	5 38	+23 31	57.1	+0.2	2.057	1.490	8 40	2.3	+1.5
11	6 07	23 45	62.5	0.4	2.016	1.502	8 92	2.3	1.5
21	6 36	+23 38	67.8	+0.6	1.970	1.516	8 18	2.4	+1.5
Јупитер									
1	9 20	+16 22	139.1	+0.8	6.337	5.337	12 20	14.5	—1.3
11	9 29	15 38	139.9	0.8	6.353	5.340	11 50	14.5	1.3
21	9 36	+14 57	140.6	+0.8	6.349	5.343	11 19	14.5	—1.3
Сатурн									
1	10 58	+ 8 36	165.9	+1.9	10.195	9.373	13 58	7.3	+1.2
11	11 02	8 09	166.2	1.9	10.278	9.376	13 23	7.3	1.2
21	11 06	+ 7 41	166.6	+1.9	10.340	9.379	12 38	7.2	+1.2
Уран									
1	14 58	—16 35	230.0	+0.3	18.502	18.700	18 01	1.9	+5.8
11	14 59	16 37	230.1	0.3	18.687	18.702	17 18	1.8	5.9
21	14 59	—16 40	230.2	+0.3	18.855	18.704	16 40	1.8	+5.9
Нептун									
15	17 08	—21 28	259.5	+1.3	29.820	30.281	19 01	1.2	+7.7

Јупитерови сателити



Због привидне близине Јупитера Сунцу ове појаве су невидљиве.

Месец

	d	h	m
●	22	17	10
◐	1	05	57
○	8	03	21
◑	14	19	02
◐	30	18	09

Старост у данима у 0^h TU

d	
1,	7.9
15.	21.9
30.	7.3

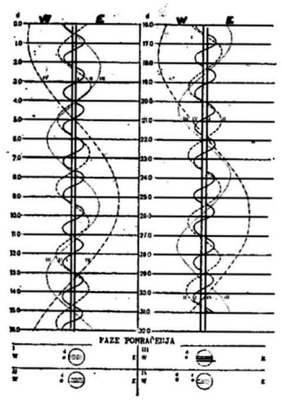
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2444	h m s
1	Су	6653	118	22 38 15
2	Не	6680	119	22 42 12
3	По	6708	120	22 46 08
4	Ут	6735	121	22 50 05
5	Ср	6763	122	22 54 01
6	Че	6790	123	22 57 58
7	Пе	6817	124	23 01 54
8	Су	6845	125	23 05 51
9	Не	6872	126	23 09 48
10	По	6900	127	23 13 44
11	Ут	6927	128	23 17 41
12	Ср	6954	129	23 21 37
13	Че	6982	130	23 25 34
14	Пе	7009	131	23 29 30
15	Су	7036	132	23 33 27
16	Не	7064	133	23 37 23
17	По	7091	134	23 41 20
18	Ут	7119	135	23 45 17
19	Ср	7146	136	23 49 13
20	Че	7173	137	23 53 10
21	Пе	7201	138	23 57 06
22	Су	7228	139	0 01 03
23	Не	7255	140	0 04 59
24	По	7283	141	0 08 56
25	Ут	7310	142	0 12 52
26	Ср	7338	143	0 16 49
27	Че	7365	144	0 20 45
28	Пе	7492	145	0 24 42
29	Су	7420	146	0 28 39
30	Не	7447	147	0 32 35

Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
Меркур									
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
1	9 57	+14 09	105.9	+5.9	1.227	0.314	10 58	2.7	—1.1
11	10 10	+ 7 15	159.9	6.5	1.364	0.361	11 32	2.4	1.5
21	12 16	— 0 38	199.7	+3.3	1.398	0.417	11 58	2.4	—0.8
Венера									
1	10 47	+ 9 13	162.2	+3.3	1.726	0.719	11 47	4.9	—3.7
11	11 33	4 23	178.5	3.3	1.719	0.720	11 54	4.9	3.7
21	12 19	— 0 40	194.6	+3.0	1.706	0.721	12 00	4.9	—3.7
Марс									
1	7 06	+23 10	73.6	+0.8	1.914	1.530	8 06	2.4	+1.5
11	7 34	22 28	78.7	0.9	1.858	1.543	7 53	2.5	1.5
21	8 00	+21 31	83.8	+1.0	1.797	1.556	7 40	2.6	+1.4
Јупитер									
1	9 47	+14 11	141.5	+0.9	6.320	5.346	10 45	14.5	—1.3
11	9 55	13 29	142.3	0.9	6.273	5.349	10 14	14.6	1.3
21	10 03	+12 47	143.1	+0.9	6.207	5.352	9 43	14.8	—1.3
Сатурн									
1	11 11	+ 7 10	166.9	+2.0	10.380	9.382	12 09	7.2	+1.2
11	11 16	6 41	167.3	2.0	10.392	9.385	11 35	7.2	1.2
21	11 21	+ 6 12	167.6	+2.0	10.379	9.388	11 00	7.2	+1.2
Уран									
1	15 00	—16 46	230.4	+0.3	19.035	18.706	15 58	1.8	+5.9
11	15 02	16 52	230.5	0.3	19.187	18.707	15 20	1.8	5.9
21	15 04	—16 59	230.6	+0.3	19.327	18.709	14 42	1.8	+5.9
Нептун									
15	17 07	—21 30	259.7	+1.4	30.330	30.281	17 09	1.2	+7.8

Јупитерови сателити



d h m		d h m	
4 21 52	IShI	21 20 17	IOcR
22 14	ITrI	20 29	IITrI
5 21 47	IOcR	22 04	IIShE
23 13	IIOcR	22 20	IVOcR
7 20 50	IIIOcR	23 19	IITrE
11 23 47	IShI	23 26	IIIEcD
12 21 00	IEcD	27 22 03	IShI
22 06	IIEcD	22 46	ITrI
23 47	IOcR	28 21 48	IIShI
13 20 34	IShE	22 16	IOcR
21 04	ITrE	23 14	IITrI
14 20 33	IITrE	29 21 01	IVShI
19 22 54	IEcD	30 21 05	IIOcR
20 20 09	IShI		
20 46	ITrI		
22 28	IShE		
23 05	ITrE		

Месец

	d	h	m
●	21	09	47
◐	29	04	20
○	6	10	59
◑	13	06	15

Старост у данима у 0^h TU

d	
1.	9.3
15.	23.3
30.	8.6

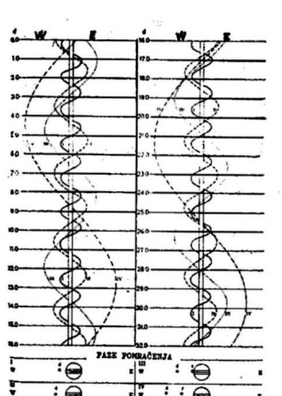
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2444	h m s
1	По	7474	148	0 36 32
2	Ут	7502	149	0 40 28
3	Ср	7529	150	0 44 25
4	Че	7557	151	0 48 21
5	Пе	7584	152	0 52 18
6	Су	7611	153	0 56 14
7	Не	7639	154	1 00 11
8	По	7666	155	1 04 08
9	Ут	7694	156	1 08 04
10	Ср	7721	157	1 12 01
11	Че	7748	158	1 15 57
12	Пе	7776	159	1 19 54
13	Су	7803	160	1 23 50
14	Не	7830	161	1 27 47
15	По	7858	162	1 31 43
16	Ут	7885	163	1 35 40
17	Ср	7913	164	1 39 36
18	Че	7940	165	1 43 33
19	Пе	7967	166	1 47 30
20	Су	7995	167	1 51 26
21	Не	8022	168	1 55 23
22	По	8049	169	1 59 19
23	Ут	8077	170	2 03 16
24	Ср	8104	171	2 07 12
25	Че	8132	172	2 11 09
26	Пе	8159	173	2 15 06
27	Су	8186	174	2 19 02
28	Не	8214	175	2 22 59
29	По	8241	176	2 26 55
30	Ут	8268	177	2 30 52
31	Ср	8296	178	2 34 48

Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
Меркур									
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
1	13 16	— 8 07	230.9	—0.3	1.367	0.455	12 18	2.4	—0.3
11	14 12	14 33	258.7	3.6	1.287	0.467	12 34	2.6	0.0
21	15 05	—19 48	287.0	—6.0	1.162	0.451	12 48	2.9	—0.1
Венера									
1	13 04	— 5 44	210.7	+2.4	1.688	0.722	12 06	5.0	—3.7
11	13 51	10 36	226.8	1.7	1.666	0.724	12 13	5.0	3.6
21	14 58	—10 05	242.7	+0.8	1.640	0.725	12 27	5.1	—3.6
Марс									
1	8 25	—20 23	88.7	+1.2	1.731	1.568	7 26	2.7	+1.4
11	8 49	19 05	93.6	1.3	1.661	1.580	7 10	2.8	1.3
21	9 11	—17 41	98.4	+1.4	1.586	1.591	6 54	3.0	+1.3
Јупитер									
1	10 11	+12 06	143.9	+0.9	6.121	5.355	9 11	15.0	—1.4
11	10 18	11 27	144.6	0.9	6.018	5.357	8 39	15.3	1.4
21	10 25	+10 50	145.4	+0.9	5.899	5.360	8 06	15.6	—1.4
Сатурн									
1	11 25	+ 5 44	168.0	+2.0	10.341	9.391	10 25	7.2	+1.3
11	11 30	5 17	168.3	2.0	10.280	9.394	9 50	7.2	1.3
21	11 34	+ 4 51	168.6	+2.0	10.197	9.397	9 15	7.3	+1.3
Уран									
1	15 05	—17 07	230.8	+0.3	19.448	18.711	14 05	1.8	+6.0
11	15 08	17 16	230.9	0.3	19.550	18.712	13 27	1.8	6.0
21	15 10	—17 25	231.0	+0.3	19.627	18.714	12 50	1.8	+6.0
Нептун									
15	17 10	—21 34	259.9	+1.4	30.808	30.281	15 13	1.2	+7.8

Јупитерови сателити



d h m		d h m	
2 20 31	IIITrI	21 19 23	IEcD
20 58	IIIShE	22 41	IOcR
4 23 57	IShI	22 19 00	IShE
5 21 09	IEcD	20 01	ITrE
6 20 44	IShE	23 20 47	IITrI
21 34	ITrE	21 35	IIShE
9 21 19	IIIShI	23 37	IITrE
12 23 02	IEcD	24 23 30	IVEcD
13 20 20	IShI	27 19 15	IIIEcD
21 15	ITrI	22 53	IIIEcR
22 38	IShE	23 37	IIIOcD
23 33	ITrE	28 21 17	IEcD
14 20 43	IOcR	29 19 41	ITrI
21 48	IIEcD	20 53	IShE
16 19 43	IVShE	21 58	ITrE
20 55	IITrE	30 19 08	IOcR
20 19 22	IIIOcD	21 18	IIShI
22 14	IShI	23 28	IITrI
22 59	IIIOcR		
23 14	ITrI		

Месец

	d	h	m
●	21	02	23
◐	28	13	06
○	05	19	35
◑	12	21	24

Старост у данима у 0^h TU

d	
1.	9.6
15.	23.6
30.	8.9

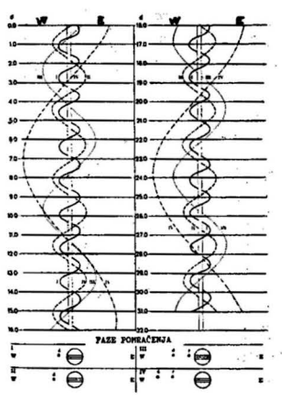
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2444	h m s
1	Че	8323	179	2 38 45
2	Пе	8351	180	2 42 41
3	Су	8378	181	2 46 38
4	Не	8405	182	2 50 34
5	По	8433	183	2 54 31
6	Ут	8460	184	2 58 28
7	Ср	8488	185	3 02 24
8	Че	8515	186	3 06 21
9	Пе	8542	187	3 10 17
10	Су	8570	188	3 14 14
11	Не	8597	189	3 18 10
12	По	8624	190	3 22 07
13	Ут	8652	191	3 26 03
14	Ср	8679	192	3 30 00
15	Че	8707	193	3 33 57
16	Пе	8734	194	3 37 53
17	Су	8761	195	3 41 50
18	Не	8789	196	3 45 46
19	По	8816	197	3 49 43
20	Ут	8843	198	3 53 39
21	Ср	8871	199	3 57 36
22	Че	8898	200	4 01 32
23	Пе	8926	201	4 05 29
24	Су	8953	202	4 09 26
25	Не	8980	203	4 13 22
26	По	9008	204	4 17 19
27	Ут	9035	205	4 21 15
28	Ср	9063	206	4 25 12
29	Че	9090	207	4 29 08
30	Пе	9117	208	4 33 05

Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
Меркур									
1	15 55	—23 19	323.0	—7.0	0.971	0.405	12 54	3.4	+0.1
11	16 13	23 21	5.7	—4.7	0.770	0.348	12 31	4.3	1.0
21	15 36	—18 32	62.3	+1.7	0.680	0.309	11 12	4.9	+5.2
Венера									
1	15 33	—19 16	260.2	—0.2	1.606	0.726	12 33	5.2	—3.6
11	16 25	22 11	276.0	1.1	1.572	0.727	12 46	5.4	3.7
21	17 19	—24 02	291.8	—1.9	1.535	0.728	13 00	5.5	—3.7
Марс									
1	9 35	—16 05	103.7	+1.5	1.498	1.603	6 34	3.1	+1.2
11	9 55	14 37	108.4	1.6	1.415	1.613	6 14	3.3	1.0
21	10 13	—13 11	113.0	+1.7	1.329	1.622	5 53	3.5	+0.9
Јупитер									
1	10 31	+10 14	146.3	+0.9	5.753	5.363	7 30	16.0	—1.5
11	10 37	9 45	147.2	1.0	5.608	5.366	6 55	16.4	1.5
21	10 41	+ 9 21	147.8	+1.0	5.455	5.368	6 21	16.8	—1.6
Сатурн									
1	11 38	+ 4 25	169.0	+2.0	10.092	9.401	8 36	7.4	+1.4
11	11 42	4 04	169.4	2.0	9.955	9.404	8 00	7.5	1.3
21	11 45	+ 3 46	169.7	+2.1	9.814	9.407	7 24	7.6	+1.3
Уран									
1	15 12	—17 36	231.2	+0.3	19.683	18.716	12 10	1.7	+6.0
11	15 15	17 46	231.3	0.3	19.706	18.717	11 33	1.7	6.0
21	15 18	—17 55	231.4	+0.3	19.700	18.719	10 56	1.7	+6.0
Нептун									
15	17 13	—21 39	260.0	+1.4	31.156	30.281	13 55	1.2	+7.8

Јупитерови сателити



d	h	m		d	h	m	
1	21	29	IIOcR	15	21	29	IIEcD
2	19	31	IVTrI	17	20	57	IITrE
3	23	13	IIIEcD	20	21	24	IEcD
4	23	10	IEcD	21	19	58	ITrI
5	20	30	IShI		21	02	IShE
	21	38	ITrI		21	07	IIIShI
	22	47	IShE		22	14	ITrE
	23	55	ITrE	22	19	23	IOcR
6	21	04	IOcR	24	20	43	IITrI
	23	52	IIShI		21	07	IIShE
7	21	27	IIITrE		23	34	IITrE
10	22	11	IVEcR	25	19	41	IIIOcR
12	22	23	IShI	27	23	17	IEcD
	23	34	ITrI		23	39	IVOcD
13	19	31	IEcD	28	20	38	IShI
	23	00	IOcR		21	52	ITrI
14	19	08	IShE		22	55	IShE
	20	20	ITrE	29	21	17	IOcR
	20	45	IIIShE				
	22	03	IIITrI				

Месец

	d	h	m
●	19	18	04
◐	26	21	09
○	4	05	47
◑	11	16	24

Старост у данима у 0h TU

	d
1.	10.9
15,	24.9
30.	10.2

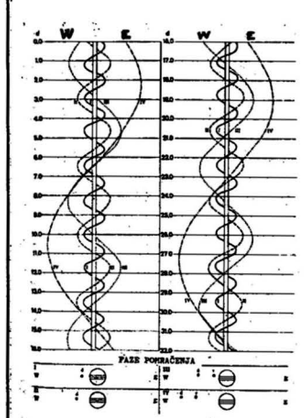
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2444	h m s
1	Су	9145	209	4 37 01
2	Не	9172	210	4 40 58
3	По	9199	211	4 44 55
4	Ут	9227	212	4 48 51
5	Ср	9254	213	4 52 48
6	Че	9282	214	4 56 44
7	Пе	9309	215	5 00 41
8	Су	9336	216	5 04 37
9	Не	9364	217	5 08 34
10	По	9391	218	5 12 30
11	Ут	9418	219	5 16 27
12	Ср	9446	220	5 20 24
13	Че	9473	221	5 24 20
14	Пе	9501	222	5 28 17
15	Су	9528	223	5 32 13
16	Не	9555	224	5 36 10
17	По	9583	225	5 40 06
18	Ут	9610	226	5 44 03
19	Ср	9637	227	5 48 00
20	Че	9665	228	5 51 56
21	Пе	9692	229	5 55 53
22	Су	9720	230	5 59 49
23	Не	9747	231	6 03 46
24	По	9774	232	6 07 42
25	Ут	9802	233	6 11 39
26	Ср	9829	234	6 15 35
27	Че	9856	235	6 19 32
28	Пе	9884	236	6 23 28
29	Су	9911	237	6 27 25
30	Не	9939	238	6 31 22
31	По	9966	239	6 35 18

Велике планете

Датум	α	δ	λ	β	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	°	°	A.J.	A.J.	h m	″	
Меркур									
1	15 12	—15 12	123.9	+6.8	0.848	0.325	10 12	3.9	+0.3
11	15 45	17 47	173.3	5.7	1.085	0.379	10 07	3.1	—0.3
21	16 41	—21 25	209.8	+2.2	1.262	0.430	10 24	2.6	—0.3
Венера									
1	18 13	—24 41	307.7	—2.6	1.494	0.728	13 15	5.6	—3.7
11	19 08	24 06	323.5	3.1	1.450	0.728	13 30	5.8	3.7
21	20 01	—22 19	339.3	—3.4	1.402	0.728	13 43	6.0	—3.7
Марс									
1	10 30	+11 53	117.6	—1.7	1.240	1.630	5 30	3.8	+0.8
11	10 44	10 44	122.1	1.8	1.151	1.637	5 05	4.1	0.6
21	10 56	+ 9 50	126.6	—1.8	1.062	1.644	4 38	4.4	+0.4
Јупитер									
1	10 45	+ 9 02	148.6	+1.0	5.297	5.371	5 45	17.4	—1.7
11	10 46	8 50	149.4	1.0	5.139	5.374	5 08	17.9	1.7
21	10 49	+ 8 45	150.2	+1.0	4.985	5.376	4 30	18.4	—1.8
Сатурн									
1	11 48	+ 3 31	170.1	+2.1	9.661	9.410	6 38	7.7	+1.3
11	11 50	3 20	170.4	2.1	9.500	9.412	6 10	7.8	1.2
21	11 51	+ 3 14	170.8	+2.1	9.334	9.415	5 33	8.0	+1.2
Уран									
1	15 20	—18 05	231.5	+0.3	19.667	18.721	10 19	1.7	+6.0
11	15 22	18 14	231.6	0.3	19.607	18.723	9 42	1.8	6.0
21	15 25	—18 22	231.8	+0.3	19.521	18.724	9 05	1.8	+6.0
Нептун									
15	17 18	—21 45	260.2	+1.4	31.263	30.281	11 22	1.2	+7.8

Јупитерови сателити



d	h	m		d	h	m	
1	20	50	IIShI	17	21	05	IIEcD
	23	18	IITrI	19	20	28	IITrE
	23	41	IIShE	20	21	14	IIITrE
2	20	07	IIIOcD		23	25	IEcD
	23	39	IIIOcR	21	20	47	IShI
3	21	20	IIOcR		21	56	ITrI
5	20	52	IVShI		23	03	IShE
	22	32	IShI	22	19	21	IVShE
	23	45	ITrI		21	20	IOcR
6	23	10	IOcR	24	23	40	IIEcD
7	20	29	ITrE	26	20	05	IITrI
8	23	24	IIShI		20	41	IIShE
9	22	37	IIIEcR		22	56	IITrE
10	23	52	IIOcR	27	20	29	IIIShE
13	21	32	IEcD		21	30	IIITrI
14	20	05	ITrI	28	22	40	IShI
	21	10	IShE		23	46	ITrI
	21	28	IVOcR	29	23	10	IOcR
	22	21	ITrE	30	20	28	ITrE
16	22	59	IIIEcD		23	29	IVEcD

Месец

	d	h	m
●	19	08	23
◐	26	05	11
○	3	18	08
◑	11	13	59

Старост у данима у 0h TU

	d
1.	11.2
15.	25.2
30.	10.6

ИЗЛАЗ И ЗАЛАЗ МЕСЕЦА У БЕОГРАДУ 1979

Датум	Јануар		Фебруар		Март		Април		Мај		Јун		Датум
	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	
	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	
01	09 01	19 41	9 22	22 09	07 51	20 58	08 12	22 59	08 22	23 24	09 52	23 47	01
02	09 42	20 55	9 55	23 17	08 25	22 07	08 55	23 54	09 15	— —	10 50	— —	02
03	10 17	22 07	10 28	— —	09 00	23 12	09 43	— —	10 10	00 06	11 49	00 16	03
04	10 50	23 16	11 03	00 23	09 38	— —	10 33	00 45	11 06	00 43	12 48	00 14	04
05	11 21	— —	11 40	01 24	10 18	00 13	11 26	01 29	12 04	01 15	13 49	01 12	05
06	11 54	00 24	12 21	02 23	11 02	01 10	12 21	02 08	13 02	01 45	14 50	01 39	06
07	12 26	01 28	13 06	03 18	11 50	02 03	13 17	02 43	14 02	02 14	15 55	02 09	07
08	13 01	02 31	13 54	04 07	12 41	02 49	14 15	03 15	15 02	02 42	17 01	02 42	08
09	13 49	03 31	14 46	04 52	13 34	03 31	15 14	03 44	16 04	03 10	18 07	03 20	09
10	14 21	04 28	15 40	05 32	14 29	04 09	16 15	04 12	17 07	03 39	19 11	04 05	10
11	15 08	05 22	16 36	06 09	15 27	04 41	17 16	04 41	18 12	04 11	20 12	04 58	11
12	15 58	06 10	17 34	06 40	16 25	05 13	18 17	05 09	19 18	04 46	21 07	05 57	12
13	16 51	06 53	18 32	07 11	17 24	05 42	19 21	05 39	20 22	05 27	21 55	07 03	13
14	17 46	07 32	19 32	07 39	18 24	06 10	20 25	06 12	21 24	06 15	22 36	08 14	14
15	18 43	08 07	20 31	08 07	19 25	06 38	21 29	06 49	22 20	07 09	23 14	09 25	15
16	19 41	08 38	21 32	08 35	20 26	07 07	22 31	07 31	23 11	08 09	23 49	10 36	16
17	20 39	09 07	22 33	09 04	21 29	07 38	23 29	08 20	23 58	09 15	— —	11 47	17
18	21 38	09 34	23 34	09 35	22 32	08 12	— —	09 16	— —	10 24	00 20	12 57	18
19	22 39	10 03	— —	10 10	23 35	08 49	00 23	10 17	00 35	11 35	00 52	14 05	19
20	23 40	10 31	00 41	10 50	— —	09 33	01 11	11 24	01 11	12 46	01 24	15 12	20
21	— —	11 01	01 43	11 37	00 36	10 24	01 54	12 34	01 43	13 56	01 57	16 17	21
22	00 43	11 34	02 44	12 32	01 33	11 22	02 33	13 45	02 16	15 06	02 36	17 19	22
23	01 48	12 11	03 42	13 55	02 26	12 27	03 08	14 58	02 48	16 15	03 18	18 17	23
24	02 54	12 56	04 35	14 46	03 13	13 37	03 42	16 10	03 22	17 28	04 04	19 11	24
25	03 59	13 50	05 22	15 59	03 56	14 49	04 15	17 21	03 59	18 29	04 55	19 58	25
26	05 02	14 50	06 04	17 16	04 35	16 04	04 49	18 32	04 39	19 30	05 47	20 39	26
27	05 58	16 00	06 42	18 31	05 11	17 19	05 25	19 39	05 23	20 26	06 44	21 17	27
28	06 50	17 13	07 17	19 46	05 45	18 32	06 04	20 43	06 12	21 17	07 41	21 49	28
29	07 34	18 30			06 19	19 44	06 46	21 42	07 04	22 02	08 39	22 18	29
30	08 14	19 45			06 54	20 53	07 32	22 36	07 58	22 42	09 37	22 46	30
31	08 49	20 59			07 32	21 58			08 54	23 16			31

Датум	Јул		Август		Септембар		Октобар		Новембар		Децембар		Датум
	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	
	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	10 36	23 13	12 26	23 12	14 21	— —	14 47	— —	15 15	02 27	14 56	03 47	1
2	11 35	23 41	13 29	23 48	15 17	00 05	15 29	01 06	15 48	03 41	15 33	04 59	2
3	12 36	— —	14 33	— —	16 09	01 07	16 08	02 19	16 23	04 56	16 15	06 08	3
4	13 37	00 09	15 36	00 32	16 56	02 16	16 44	03 35	17 00	06 09	17 02	07 12	4
5	14 41	00 40	16 36	01 23	17 38	03 30	17 19	04 51	17 41	07 20	17 53	08 10	5
6	15 47	01 15	17 32	02 22	18 16	04 46	17 54	06 07	18 25	08 27	18 48	09 03	6
7	16 52	01 55	18 23	03 30	18 51	06 04	18 30	07 22	19 14	09 28	19 44	09 48	7
8	17 55	02 44	19 06	04 42	19 26	07 20	19 09	08 34	20 07	10 24	20 43	10 28	8
9	18 54	03 40	19 47	05 58	20 01	08 34	19 51	09 42	21 02	11 11	21 42	11 02	9
10	19 47	04 44	20 22	07 15	20 37	09 46	20 37	10 44	21 59	11 53	22 40	11 32	10
11	20 33	05 55	20 56	08 30	21 16	10 54	21 26	11 41	22 56	12 29	23 37	12 00	11
12	21 14	07 08	21 29	09 43	21 58	11 57	22 19	12 32	23 53	13 01	— —	12 27	12
13	21 50	08 22	22 04	10 54	22 44	12 56	23 14	13 16	— —	13 30	00 38	12 53	13
14	22 23	09 36	22 40	11 47	23 23	13 49	— —	13 54	00 53	13 58	01 37	13 20	14
15	22 55	10 47	23 18	13 05	— —	14 36	00 08	14 29	01 52	14 25	02 38	13 49	15
16	23 28	11 57	— —	14 06	00 25	15 17	01 07	14 59	02 51	14 51	03 40	14 21	16
17	— —	13 05	00 01	15 02	01 23	15 54	02 05	15 27	03 52	15 19	04 43	14 58	17
18	00 02	14 10	00 48	15 52	02 18	16 27	03 04	15 57	04 53	15 50	05 47	15 40	18
19	00 38	15 13	01 38	16 37	03 15	16 56	04 03	16 22	05 56	16 24	06 49	16 31	19
20	01 18	16 11	02 32	17 17	04 13	17 24	05 03	16 49	06 59	17 03	07 48	17 28	20
21	02 02	17 06	03 27	17 53	05 12	17 51	06 02	17 18	08 01	17 48	08 42	18 33	21
22	02 50	17 55	04 24	18 24	06 11	18 18	07 04	17 50	09 00	18 41	09 28	19 42	22
23	03 42	18 38	05 22	18 53	07 10	18 46	08 06	18 25	09 56	19 39	10 10	20 52	23
24	04 37	19 16	06 20	19 20	08 10	19 16	09 08	19 05	10 45	20 44	10 47	22 04	24
25	05 33	19 51	07 18	19 48	09 11	19 48	10 09	19 53	11 28	21 52	11 20	23 16	25
26	06 30	20 21	08 17	20 15	10 12	20 24	11 04	20 47	12 08	23 02	11 52	— —	26
27	07 28	20 49	09 16	20 43	11 13	21 07	11 57	21 46	12 43	— —	12 24	00 26	27
28	08 27	21 17	10 16	21 13	12 12	21 57	12 44	22 52	13 16	00 12	12 57	01 37	28
29	09 25	21 44	11 17	21 47	13 08	22 53	13 27	23 59	13 48	01 25	13 32	02 46	29
30	10 24	22 11	12 19	22 26	13 59	23 53	14 06	— —	14 21	02 37	14 12	03 54	30
31	11 24	22 40	13 21	23 12			14 41	01 13			14 52	04 58	31

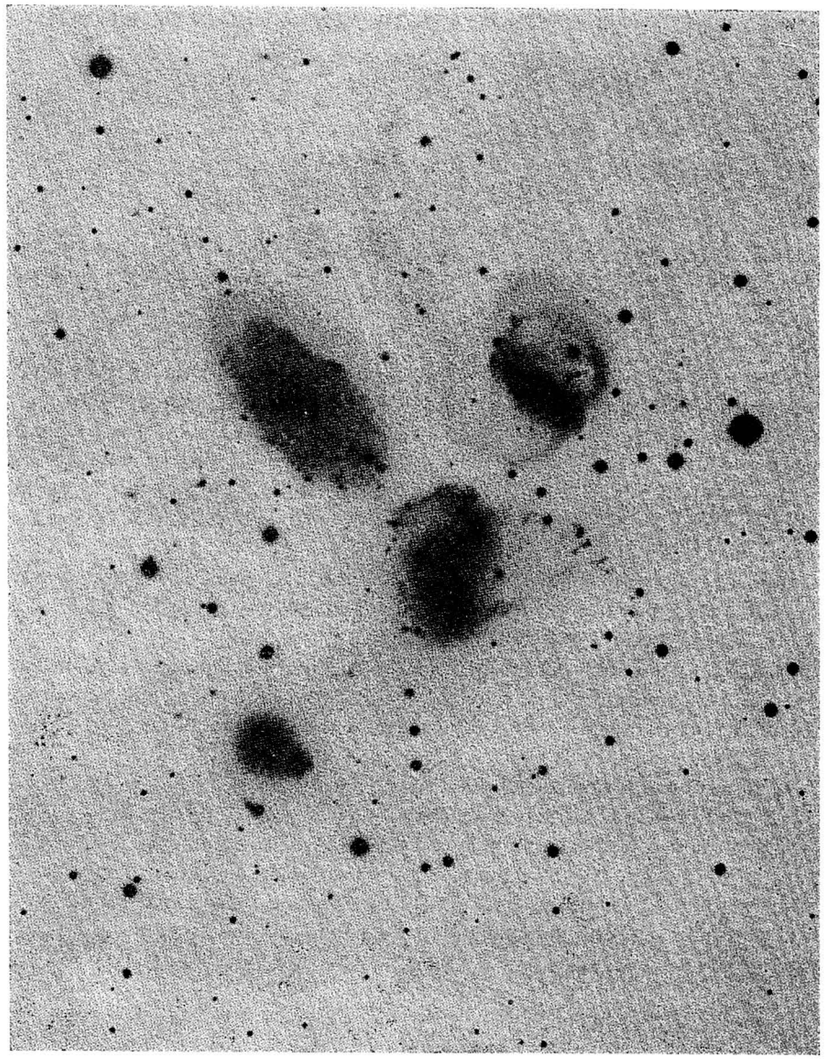
Датум		T	Београд		Физичке координате Сунца						
			излаз	залаз	α	δ	P	B_0	l_0	ρ	Δ
		h m s	h m	h m	h m	° ′	°	°	°	″ ′	А.Ј.
Јан.	0	12 02 55	7 16	16 06	18 39	—23 08	+ 2.8	—2.9	95.9	16 17	0.983
	8	12 06 31	7 15	16 14	19 14	22 21	— 1.8	3.8	350.6	16 17	0.983
	16	12 09 39	7 12	16 24	19 49	21 05	4.9	4.6	245.2	16 17	0.984
	24	12 12 01	7 06	16 34	20 23	19 24	8.0	5.4	140.0	16 16	0.985
Феб.	1	12 13 34	6 58	16 45	20 56	17 20	12.0	6.0	34.6	16 16	0.985
	9	12 14 15	6 49	16 56	21 28	14 56	15.1	6.5	289.2	16 14	0.986
	17	12 14 05	6 37	17 08	22 00	12 16	17.9	6.9	183.9	16 13	0.988
	25	12 13 11	6 24	17 19	22 30	09 23	20.4	7.2	78.5	16 11	0.990
Март	5	12 11 40	6 10	17 30	23 00	06 22	22.4	7.2	333.2	16 09	0.992
	13	12 09 40	5 55	17 41	23 30	03 15	24.0	7.2	227.7	16 07	0.994
	21	12 07 22	5 41	17 51	23 59	—00 05	25.2	7.0	122.3	16 05	0.996
	29	12 07 57	5 26	18 01	00 28	+03 04	26.0	6.7	16.8	16 03	0.998
Апр.	6	12 02 35	5 11	18 11	00 57	06 08	26.3	6.3	271.2	16 01	1.001
	14	12 00 24	4 57	18 21	01 27	09 07	26.2	5.7	165.6	15 58	1.003
	22	11 58 36	4 43	18 31	01 57	11 55	25.5	5.0	60.0	15 56	1.005
	30	11 57 16	4 30	18 41	02 27	14 31	24.5	4.3	314.3	15 54	1.007
Мај	8	11 56 29	4 19	18 51	02 57	16 52	22.9	3.5	208 6	15 52	1.009
	16	11 56 18	4 10	19 00	03 29	18 54	20.9	2.6	102.8	15 51	1.011
	24	11 56 43	4 01	19 09	04 01	20 37	18.5	1.6	356.9	15 49	1.013
Јун	1	11 57 41	3 55	19 16	04 33	21 56	15.7	—0.7	251.1	15 48	1.014
	9	11 59 04	3 52	19 22	05 06	22 52	12.6	+0.3	145.2	15 47	1.015
	17	12 00 42	3 51	19 26	05 39	23 21	9.2	1.2	39.3	15 46	1.016
	25	12 02 26	3 53	19 28	06 12	23 24	5.7	2.2	293.4	15 46	1.016
Јул	3	12 04 03	3 57	19 27	06 46	23 01	— 2.1	3.1	187.5	15 45	1.017
	11	12 05 21	4 02	19 24	07 19	22 13	+ 1.6	3.9	81.6	15 45	1.017
	19	12 06 11	4 09	19 19	07 51	21 00	5.1	4.7	335.8	15 46	1.016
	27	12 06 28	4 18	19 11	08 23	19 24	8.6	5.4	230.0	15 46	1.016
Авг.	4	12 06 05	4 26	19 01	08 54	17 28	11.8	6.0	124.1	15 47	1.015
	12	12 05 04	4 35	18 50	09 25	15 13	14.8	6.5	18.4	15 48	1.013
	20	12 03 28	4 45	18 37	09 55	12 43	17.5	6.8	272.6	15 50	1.012
	28	12 01 21	4 55	18 23	10 24	10 00	19.9	7.1	166.9	15 51	1.010
Септ.	5	11 58 51	5 04	18 09	10 53	07 07	21.9	7.2	61.2	15 53	1.008
	13	11 56 05	5 14	17 54	11 22	04 07	23.6	7.2	315.6	15 55	1.006
	21	11 53 15	5 23	17 39	11 51	+01 02	24.9	7.1	210.0	15 57	1.004
	29	11 50 30	5 32	17 24	12 19	—02 05	25.8	6.8	104.4	15 59	1.002
Окт.	7	11 47 59	5 42	17 09	12 48	05 11	26.3	6.4	358.8	16 02	0.999
	15	11 45 54	5 53	16 54	13 18	08 13	26.3	5.9	253.3	16 04	0.997
	23	11 44 26	6 03	16 41	13 48	11 07	25.8	5.2	147.8	16 06	0.995
	31	11 43 40	6 14	16 29	14 18	13 50	24.8	4.5	42.3	16 08	0.993
Нов.	8	11 43 44	6 25	16 18	14 50	16 20	23.3	3.7	296.8	16 10	0.991
	16	11 44 42	6 35	16 10	15 22	18 32	21.3	2.8	191.3	16 12	0.989
	24	11 46 34	6 46	16 02	15 56	20 23	18.9	1.8	85.9	16 13	0.987
Дец.	2	11 49 14	6 56	15 58	16 30	21 50	16.0	+0.8	340.4	16 15	0.986
	10	11 52 34	7 04	15 57	17 05	22 50	12.7	—0.2	235.0	16 16	0.985
	18	11 56 22	7 10	15 58	17 40	23 22	9.1	1.2	129.6	16 17	0.984
	26	12 00 21	7 14	16 02	18 15	—23 23	5.3	2.2	24.2	16 18	0.983

ПОЈАВЕ 1979

	d	h	
Јан.	04	22	Земља у перихелу
	09	18	Алдебаран 0°5 S од Месеца
	14	11	Јупитер 4°N од Месеца
	15	18	Венера 8°N од Антареса
	17	16	Сатурн 2°N од Месеца
	18	06	Венера у највећој елон. W (47°)
	20	12	Марс у конјункцији са Сунцем
	22	21	Уран 4°S од Месеца
	24	15	Јупитер у опозицији
	24	22	Венера 2°S од Месеца
	25	01	Нептун 4°S од Месеца
	26	18	Венера 1°9N од Нептуна
Феб.	06	00	Алдебаран 0°3S од Месеца
	09	06	Меркур у горњој конјункцији
	10	10	Јупитер 4°N од Месеца
	13	19	Сатурн 3°N од Месеца
	19	05	Уран 4°S од Месеца
	21	11	Нептун 4°S од Месеца
	23	15	Венера 3°S од Месеца
	24	13	Уран у застоју
	27	18	Меркур 0°6N од Месеца
Март	01	18	Сатурн у опозицији
	05	07	Алдебаран 0°2S од Месеца
	08	01	Меркур у највећој елон. E (18°)
	09	12	Јупитер 5°N од Месеца
	12	21	Сатурн 3°N од Месеца
	14	15	Меркур у застоју
	18	11	Уран 4°S од Месеца
	20	18	Нептун 4°S од Месеца
	21	05	Еквинокцији
	23	10	Нептун у застоју
	24	14	Меркур у доњој конјункцији
	25	09	Венера 2°S од Месеца
	26	01	Јупитер у застоју
	27	02	Марс 0°7S од Месеца
Апр.	01	16	Алдебаран 0°3S од Месеца
	01	22	Меркур 3°N од Марса
	05	18	Јупитер 5°N од Месеца
	06	01	Меркур у застоју
	09	01	Сатурн 3°N од Месеца
	14	15	Уран 4°S од Месеца
	16	23	Нептун 4°S од Месеца
	21	13	Меркур у највећој елон. W (27°)
	24	03	Венера 0°3S од Месеца
	24	13	Меркур 1°S од Месеца
	24	23	Марс 2°N од Месеца
	29	01	Алдебаран 0°4S од Месеца
Мај	03	06	Јупитер 4°N од Месеца
	05	08	Меркур 2°S од Марса
	06	07	Сатурн 3°N од Месеца
	10	04	Сатурн у застоју
	10	06	Уран у опозицији
	11	21	Уран 4°S од Месеца
	14	05	Нептун 4°S од Месеца
	20	06	Венера 1°1S од Марса
	23	19	Марс 3°N од Месеца
	23	22	Венера 3°N од Месеца
	29	23	Меркур у горњој конјункцији
	30	22	Јупитер 4°N од Месеца
Јун	02	16	Сатурн 2°N од Месеца
	08	04	Уран 4°S од Месеца
	10	12	Нептун 4°S од Месеца
	10	15	Нептун у опозицији
	20	03	Венера 5°N од Алдебарана
	21	16	Марс 5°N од Месеца
	22	00	Солстицији
	22	17	Алдебаран 0°4S од Месеца
	22	22	Меркур 5°S од Полукса
	23	00	Венера 4°N од Месеца
	26	18	Меркур 5°N од Месеца
	27	16	Јупитер 3°N од Месеца
	30	03	Сатурн 2°N од Месеца
Јул	03	22	Земља у афелу
	03	22	Меркур у највећој елон. E (26°)
	05	11	Уран 5°S од Месеца
	07	20	Нептун 4°S од Месеца
	10	16	Марс 5°N од Алдебарана
	17	02	Меркур у застоју
	19	23	Алдебаран 0°3S од Месеца
	20	12	Марс 5°N од Месеца
	26	15	Уран у застоју
	27	14	Сатурн 2°N од Месеца
	31	17	Меркур у доњој конјункцији
Авг.	01	20	Уран 5°S од Месеца
	04	05	Нептун 4°S од Месеца

	d	h	
	10	12	Меркур у застоју
	13	09	Јупитер у конјункцији са Сунцем
	16	04	Алдебаран 0°25 од Месеца
	18	08	Марс 5°N од Месеца
	19	04	Меркур у највећој елон. W (19°)
	21	02	Меркур 2°N од Месеца
	25	12	Венера у горњој конјункцији
	29	03	Уран 5°S од Месеца
	30	11	Меркур 0°7N од Јупитера
	31	13	Нептун 4°S од Месеца
Сеп.	02	11	Меркур 1°2N од Регулуса
	10	14	Сатурн у конјункцији са Сунцем
	12	11	Алдебаран 0°2S од Месеца
	13	05	Меркур у горњој конјункцији
	14	23	Марс 6°S од Полукса
	16	03	Марс 5°N од Месеца
	18	22	Јупитер 2°N од Месеца
	23	15	Еквинокциј
	25	11	Уран 5°S од Месеца
	26	13	Јупитер 0°3N од Регулуса
	27	20	Нептун 4°S од Месеца
Окт.	02	12	Меркур 1°9N од Спике
	05	07	Венера 3°N од Спике
	09	20	Алдебаран 0°3S од Месеца
	14	20	Марс 4°N од Месеца
	16	15	Јупитер 1°N од Месеца
	18	05	Сатурн 0°7N од Месеца
	22	00	Меркур 3°S од Урана
	22	08	Венера 5°S од Месеца
	22	22	Меркур 8°S од Месеца
	25	03	Нептун 4°S од Месеца
	27	16	Венера 0°2S од Урана
	29	16	Меркур у највећој елон. E (24°)

	d	h	
Нов.	06	06	Алдебаран 0°4S од Месеца
	08	20	Меркур 2°S од Венере
	09		Меркур у застоју
	11	14	Венера 4°N од Антареса
	12	10	Марс 3°N од Месеца
	12	15	Регулус 1°N од Месеца
	13	07	Јупитер 0°8N од Месеца
	14	07	Уран у конјункцији са Сунцем
	14	18	Сатурн 0°3N од Месеца
	17	17	Марс 1°6N од Регулуса
	20	04	Меркур у доњој конјункцији
	20	05	Венера 2°S од Нептуна
	21	11	Нептун 4°S од Месеца
	21	14	Венера 6°S од Месеца
	25	02	Меркур 1°7N од Урана
	29	10	Меркур у застоју
Дец.	03	16	Алдебаран 0°5S од Месеца
	05	00	Меркур 2°N од Урана
	07	16	Меркур у највећој елон. W (21°)
	09	23	Регулус 0°8N од Месеца
	10	18	Марс 2°N од Месеца
	10	20	Јупитер 0°4N од Месеца
	12	05	Сатурн 0°01S од Месеца
	12	20	Нептун у конјункцији са Сунцем
	13	17	Марс 1°7N од Јупитера
	16	18	Уран 5°N од Месеца
	17	20	Меркур 4°S од Месеца
	18	22	Меркур 6°N од Антареса
	21	17	Венера 5°S од Месеца
	22	11	Солстициј
	27	05	Јупитер у застоју
	27	07	Меркур 1°4S од Нептуна
	31	00	Алдебаран 0°4S од Месеца



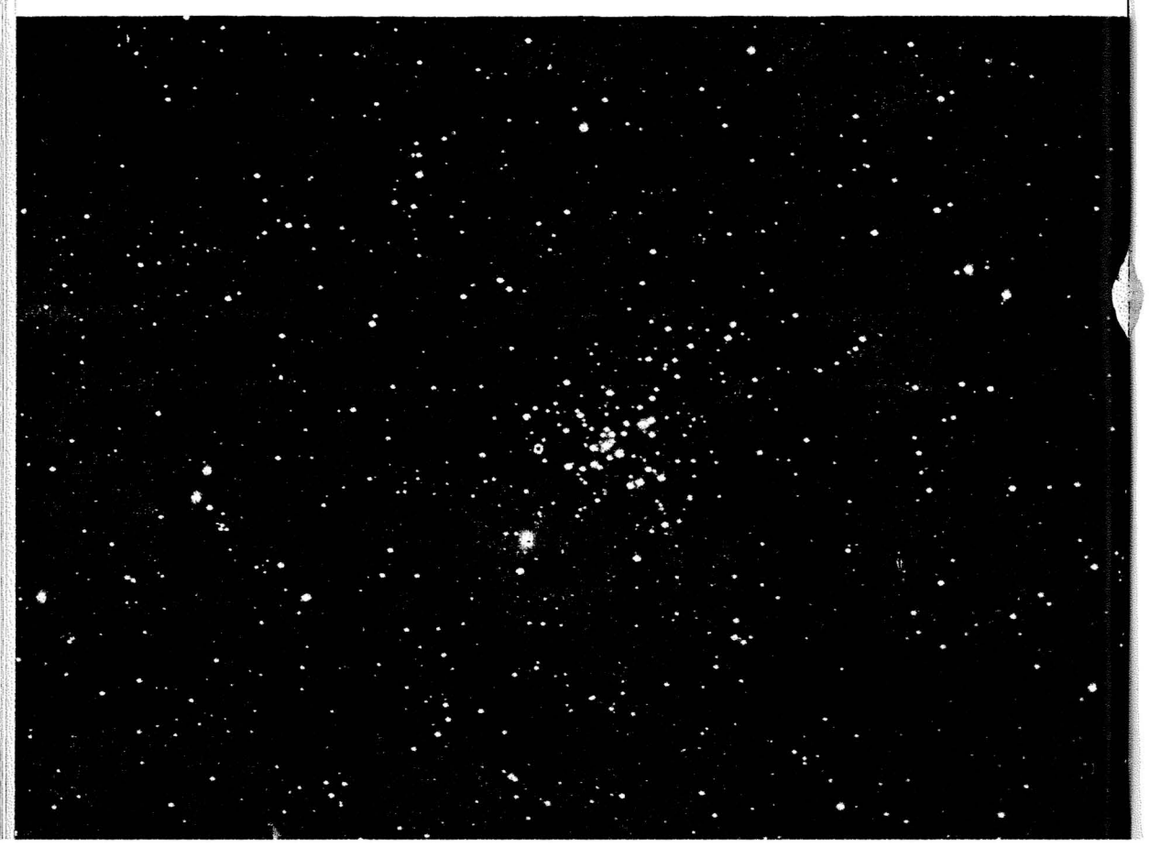
Штефанов квинтет галаксија. Познат је по томе што две галаксије у њему иако физички повезане мостовима гаса имају веома различите црвене помаке. Када би њихов црвени помак био последица искључиво удаљавања од нас оне би требало да имају скоро исти помак јер се као међусобно блиске галаксије налазе скоро на истој удаљености од нас. NGC 7320 (горња лева) има помак око 800 km s^{-1} *док NGC 7319 (горња десна) има као и остале три има помак око 6000* km s^{-1} *Ова група галаксија се често наводи као аргумент против тумачења црвеног помака као искључиве последице удаљавања. Проблем црвеног помака још увек није сасвим разјашњен.*

VASIONA



ČASOPIS ZA ASTRONOMIJU I ASTRONAUTIK

Звездано јато M 41 у сазвежђу Велики Пас ($\alpha = 6^h 44{,}9^m$, $\delta = -20°42'$) има угаони пречник 50'. Удаљено је 1630 светлосних година и стварни пречник износи 24 светлосне године. Сјајна звезда у близини је звезда 12 CMa, класе B8. Овај снимак начинили су сарадници Академског астрономског друштва из Сарајева 16. 2. 1970. године, камером 68/480 mm. Филм Agfa, осетљивост 27 DIN. Експозиција 60 минута



ВАСИОНА



ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИК

YU ISSN 0506-429

ЦРНЕ РУПЕ — НОВИЈА ИСТРАЖИВАЊА

○

НЕОБИЧАН МЕТЕОРИТ?

○

ФОТОГРАФИСАЊЕ МЕСЕЦА И ПЛАНЕТА

○

АТМОСФЕРСКА ЕКСТИНКЦИЈА

○

ПОСМАТРАЊА ПОМРАЧЕЊА МЕСЕЦА 16. IX 1978.

○

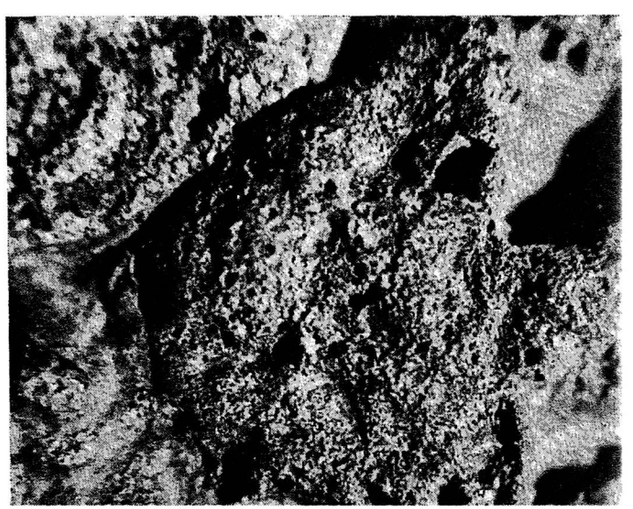
МЕСЕЧЕВА КРЕТАЊА

○

НОВОСТИ И БЕЛЕШКЕ

1979 — 1

Детаљи површине објекта пронађеног 25. VII 1978. т. бли села Романовци ($\lambda = 17^0 15{,}5'$ E, $\varphi = 44^0 49{,}5'$), увећање 6 пу Изглед, тежина, боја, богатство реголита и оком видљиви хондра већ на први поглед сугеришу да је у питању метеорит. Ауто чланка класификовао га је као хондрит типа L 3.



VASIONA

REVUE D'ASTRONOMIE ET D'ASTRONAUTIQUE

ANNÉE XXVII 1979 № 1 BEOGRAD

Bulletin de la Société Astronomique „R. Bošković". Adresse: VASIONA, Narodna opservatorija, Kalemegdan, Gornji Grad, Beograd, Yougoslavie

САДРЖАЈ

В. Челебоновић: О неким новијим истраживањима црних рупа 1
B. Jovanović: Mogući hondrit Romanovci 6
A. Tomić: Osnovni astrofotografije (II) 11
Н. Рамани: Утицај апсорпције светлости на фотометрију звезда 16
З. Танасијевић: Потпуно помрачење Месеца 16. IX 1978. 21
Lj. Jovanović: Posmatranje potpunog pomračenja Meseca 16. IX 1978. .. 21
М. Јеличић: Кретање, периоди и орбита Месеца 23
In memoriam: Др Захарије Бркић 30
Новости и белешке 31

ИЗВИЊАВАМО СЕ ЧИТАОЦИМА ЗБОГ ВЕЛИКОГ ЗАКАШЊЕЊА БРОЈЕВА 2 и 3—4/78, ДО КОГ ЈЕ ДОШЛО ЗБОГ ВАНРЕДНИХ И НЕОДЛОЖНИХ ОБАВЕЗА ШИРО „СРБИЈА".

МОЛИМО ЧИТАОЦЕ ДА ПРИХВАТЕ НОВУ ЦЕНУ ЧАСОПИСА. ДРУШТВО ЈЕ БИЛО ПРИНУЂЕНО НА ОВАЈ КОРАК ЗБОГ СТАЛНОГ ПОВЕЋАЊА ТРОШКОВА ШТАМПАЊА И СМАЊЕЊА ДОТАЦИЈЕ.

Издавачки савет

Академик ТАТОМИР АНЂЕЛИЋ, НЕНАД ЈАНКОВИЋ, Др АЛЕКСАНДАР КУБИЧЕЛА, Мр ЈЕЛЕНА МИЛОГРАДОВ-ТУРИН, Инж. АЛЕКСАНДАР ПОПОВИЋ, Мр МАРИЈА ПОТКОЊАК, Др СОФИЈА САЦАКОВ, АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ, НИНОСЛАВ ЧАБРИЋ, Проф. Др БРАНИСЛАВ ШЕВАРЛИЋ

Уређивачки одбор

Др РАДОВАН ДАНИЋ, Др МИЛАН ДИМИТРИЈЕВИЋ, НЕНАД ЈАНКОВИЋ, Проф. Др БРАНИСЛАВ ШЕВАРЛИЋ, АЛЕКСАНДАР КУБИЧЕЛА, Мр ЈЕЛЕНА МИЛОГРАДОВ-ТУРИН, Инж. АЛЕКСАНДАР ПОПОВИЋ, АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ, НИНОСЛАВ ЧАБРИЋ,

Главни одговорни уредник

Мр ЈЕЛЕНА МИЛОГРАДОВ-ТУРИН

Помоћник уредника АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ

Насловну страну израдио ПЕТАР КУБИЧЕЛА

ВАСИОНА, часопис за астрономију и астронаутику. Издаје Астрономско друштво „Руђер Бошковић", уз учешће Републичке заједнице за научни рад СР Србије. Годишња претплата НД 50, за ученике свих школа ако поруче одједном најмање десет примерака по НД 30, а за иностранство НД 100. Појединн број НД 12,50. Власник и издавач Астрономско друштво „Руђер Бошковић", Београд. Уредништво и администрација: Београд, Народна опсерваторија, Калемегдан, Горњи Град. Тел 624-605. Рукописи се не враћају. Претплате слати у корист рачуна број 60806-678-6639

На основу мишљења Републичког секретаријата за културу број 413-665/74-02 од 27. XII 1974. ово издање је ослобођено пореза на промет

Штампа: НИГРО „Привредни преглед", Београд, Маршала Бирјузова 3—5.

ВАСИОНА

ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИКУ

ГОДИНА XXVII 1979 БРОЈ 1 БЕОГРАД

О НЕКИМ НОВИЈИМ ИСТРАЖИВАЊИМА ЦРНИХ РУПА

. . . „Једно светлеће небеско тело исте густине као Земља, чији би пречник био 250 пута већи од пречника Сунца не би, због своје привлачне силе, допустило да иједан његов зрак доспе до нас; постоји могућност дакле да највећа тела Свемира буду невидљива" . . .

Аутор цитираног пасуса је француски научник из XVIII века Пјер Симон Лаплас (P. S. Laplace), а објавио га је у свом делу „Излагање о систему света" 1795. године. Лаплас је свој закључак извео полазећи од Њутнове корпускуларне теорије светлости, према којој се светлост састоји из честица, и услед тога је подложна дејству силе гравитације. Иако је каснији развој физике модификовао ову теорију, Лапласов закључак је ипак задржао историјски значај јер је дао прву формулацију идеје о могућности постојања небеских тела која се не виде, пошто светлост не може да напусти њихова јака гравитациона поља.

Савремена физика и астрономија такође проучавају могућност постојања оваквих објеката. Невидљива небеска тела веома јаких гравитационих поља означавају се термином „црне рупе". Средином прошле деценије, после открића квазара, нагло је порастао интерес физичара и астрофизичара за ову класу тела. Било је покушаја да се огромне количине енергије које квазари зраче објасне присуством црних рупа у њима. Један од водећих истраживача црних рупа је Стивен Хоукинг (S. Hawking) са Универзитета у Кембриџу (Cambridge) у Енглеској. Циљ овог чланка је да упозна читаоца са закључцима до којих су Хоукинг и неколицина других физичара дошли у току последњих година, али је пре тога потребно упознати се и са резултатима „класичног" периода испитивања црних рупа, за који се може узети да је трајао до 1974. год.

Основни проблем физике црних рупа је питање њиховог настанка. Данас се сматра да ови објекти настају гравитационим колапсом звезда са масама већим од око 3 масе Сунца. У току прве половине двадесетог века откривено је да енергија зрачења звезда потиче из термонуклеарних процеса који се одвијају у њиховој унутрашњости. Када резерве „горива" за ове процесе буду знатно смањене, звезда почиње да се сажима под дејством силе гравитације (отпочиње гравитациони колапс). У току колапса, расте енергија гравитационог поља звезде, а то значи да се повећава и енергија, тј. брзина, коју нека честица мора имати да би могла да напусти то поље. У тренутку када ова брзина постане једнака брзини светлости, полупречник звезде достиже вредност названу Шварцшилдов радијус (Schwarzschild). Почевши од тада никакве честице или зрачење не могу да напусте звезду. Удаљени посматрач више не може да је види, па се зато каже да је звезда доспела у стадијум црне рупе. Овај механизам настајања црних рупа предложили су Опенхајмер и Снајдер (Oppenheimer, Snyder) 1939. године.

Димензије црне рупе карактеришу два параметра: Шварцшилдов радијус и хоризонт догађаја. Из дефиниције Шварцшилдовог радијуса види се да је црна рупа ограничена сферном површином чији је полупречник сразмеран њеној маси. Површина ове сфере означава се као хоризонт догађаја. Његова основна карактеристика је, да је област коју он обухвата потпуно одвојена од остатка Свемира. Никакви сигнали емитовани у унутрашњости хоризонта догађаја не могу да га напусте.

1971. године Хоукинг је изложио нову идеју за објашњење процеса стварања црних рупа. Различита астрономска посматрања извршена у току овог века, пока-

зују да се Свемир налази у ширењу за које се верује да је отпочело у тзв. Великој експлозији. Према Хоукингу, огромни притисци који су владали у току Велике експлозије, могли су да сабију мале количине материје до великих густина какве се срећу у црним рупама. Овако створене, тзв. првобитне црне рупе, имале би различите вредности маса, са доњом границом од око 10^{-5} g.

По броју података који се о њима могу сазнати, црне рупе су изузетно једноставне. Хоукинг, Картер (Carter) и други доказали су теорему познату под називом „Црна рупа нема косе". Према овој теореми, спољашњим мерењима могу се одредити само укупна маса, наелектрисање и момент импулса материје која је упала у црну рупу. Показано је, такође, да при интеракцији црних рупа укупна површина њихових хоризоната догађаја мора да остане иста или да се увећа. Овај резултат потсећа на други принцип термодинамике, по коме ентропија изолованог система може само да расте у току времена. Разрађивањем овога дошло се до успостављања аналогије између механике црних рупа и термодинамике, у којој површина хоризонта догађаја одговара ентропији (Bekenstein, 1972), а даљом аналогијом је изведен закључак да температура црне рупе треба да буде пропорционална јачини гравитационог поља на хоризонту догађаја. С друге стране, из чињенице да црне рупе не могу да зраче (како се тада веровало), изведен је закључак да се оне морају налазити на апсолутној нули температуре, иако имају различите јачине гравитационих поља.

Упркос успесима које је постигла, теорија црних рупа није успевала да објасни судбину материје која доспева у црну рупу. Пенроуз (Penrose) и Хоукинг су показали да црне рупе морају да дају физичке сингуларитете. Сингуларитети, највероватније, представљају области у којима веома јаке гравитационе силе сабијају материју до бесконачних густина.

Према Хоукингу би сви закони физике у сингуларитетима престали да важе што би значило да се даљи развој тела које је колапсирало у црну рупу не може предвидети. Радови у којима је дата претпоставка о постојању сингуларитета, указивали су и на то да ће они заувек остати у унутрашњости црних рупа. Пенроуз се чак питао да ли, можда, не постоји неки „космички цензор" који спречава појављивање слободних сингуларитета, док Хоукингови најранији радови показују да су слободни сингуларитети неизбежни. Поред тога, највећи сингуларитет од свих је раније поменута Велика експлозија, а њу ни једна теорија не може да занемари. По мишљењу Џона Уилера (J. Wheeler), познатог космолога са Универзитета у Принстону (Princeton), тешкоће које у теорији ствара присуство сингуларитета, можда би се могле избећи стварањем квантне теорије гравитације. Таква теорија би, по његовим речима, претстављала „венчање опште теорије релативности и квантне теорије". На жалост, оно још увек није обављено.

Класични период испитивања црних рупа завршио се марта 1974. године, када се у часопису „Природа" (Nature) појавио Хоукингов чланак под насловом „Експлозије црних рупа". У овом раду Хоукинг је показао да у гравитационим пољима црних рупа постоји могућност стварања и емитовања честица. У основи овог резултата лежи појам „виртуелних честица". Овим термином означавају се честице које настају у вакууму под дејством јаких поља. Израчунавања су, такође, показала да би снага овог зрачења требало да одговара снази зрачења тела чија је температура управо сразмерна јачини његовог гравитационог поља. Толику вредност температуре предвиђа и раније поминьана аналогија између механике црних рупа и термодинамике.

Хоукингови прорачуни према томе указују да црне рупе ипак зраче, иако се њима не објашњава начин на који то зрачење настаје. За тај процес су до сада предложена два алтернативна механизма.

Један од њих заснива се на појму антиматерије. Свака елементарна честица има своју античестицу, која се од ње разликује по знаку наелектрисања. При судару честице и античестице долази до њихове анихилације, уз ослобађање одговарајуће количине енергије. На пример, при судару електрона и позитрона настају два гама зрака или неке друге честице. Постоји могућност и за одвијање супротне појаве; настајање електрона и позитрона из два гама зрака. Овај процес познат је под називом стварање парова. Присуство јаких поља, каква постоје око црних рупа, потпомаже његово одвијање. Ако би једна од овако насталих честица пала у црну рупу, друга не би имала „партнера" за анихилацију, па би могла да се неометано удаљи од црне рупе. Удаљени посматрач би стекао утисак да је црна рупа емитовала честицу.

Друга предложена могућност заснива се на математичком објашњењу античестица које је дао амерички физичар Фајнман (Feynman). По њему, античестице су у ствари честице које се крећу унатраг кроз време. Оваква интерпретација је на први поглед немогућа, међутим њена примена у физици елементарних честица даје добре резултате. Са тачке гледишта, стварање парова и њихова касније анихилација могу се претставити као понашање једне честице. Она се од свог настанка до анихилације креће унапред кроз време, а затим уназад док не сретне саму себе. Ако би таква честица упала у црну рупу, могла би да се схвати као античестица која излази из црне рупе крећући се уназад кроз време.

Најједноставнији пример за други од предложених механизама представља пар електрон-позитрон. Према Хоукингу, позитрон се понаша као електрон који се креће уназад кроз време, при чему излази из црне рупе односећи и део њене масе.

У тренутку стварања парова, електрон интерагује са гравитационим пољем црне рупе, мења правац кретања и удаљава се од црне рупе као обичан електрон.

Описани процес зрачења црних рупа има једну важну последицу. Услед зрачења, маса црне рупе се смањује у току времена. С друге стране, снага зрачења и температура црне рупе обрнуто су сразмерни маси. Одавде непосредно следи да се у току дугих периода времена снага зрачења и температура црне рупе повећавају, што на крају доводи до њене експлозије. Хоукингови прорачуни (упрошћене формуле су дате у књизи Шкловског) омогућују да се приближно одреди време трајања живота црне. рупе. Ове процене показују да ефекат губљења масе услед зрачења не би имао утицаја на црне рупе велике масе. На пример, за црну рупу чија је маса једнака маси Сунца, израчунавање даје фантастично време живота од 10^{64} година. На супрот томе, првобитне црне рупе са масама од 10^{15} г. имале би време живота од око 10^{10} година. Пошто су, по Хокингу, првобитне црне рупе настале у најранијем периоду историје Васионе, а њена старост је реда величине 10^{10} година, експлозије ових црних рупа могле би се очекивати у садашњем периоду.

Извршени су покушаји детектовања гама зрачења, које се, по теорији, јавља приликом експлозија црних рупа. Посматрања су обављана са сателита и са површине Земље. Резултати са сателита показују да је учестаност експлозија црних рупа веома мала; износи мање од 2 експлозије по кубној светлосној години у току 100 година. У мереньима са Земље коришћена је тзв. атмосферска метода Черенкова. Циљ овог поступка је да се запази Черенковљево зрачење електрона који настају при судару честица космичких зрака са молекулима гасова из атмосфере Земље. До исте појаве долази и при продирању гама зракова у атмосферу. Зрачење Черенкова настаје кад се наелектрисана честица креће кроз провидну средину брзином већом од фазне брзине светлости у тој средини. Применом ове методе нису запажене очекиване ерупције гама зрака.

Из тога се може израчунати највећа вредност учестаности експлозија првобитних црних рупа у нашој Галаксији. Узимајући у обзир осетљивост инструмената

који су коришћени, претпоставља се да ова учестаност износи највише једну експлозију по кубној светлосној години годишње.

Поред описаног, у трагању за црним рупама примењују се још неке методе. На пример:

— проналажење невидљивих масивних компонената у двојним или вишеструким системима звезда,
— истраживање двојних звезда које су јаки извори рентгенског зрачења, и
— трагање за гравитационим таласима које звезда зрачи при колапсу.

Применом ових поступака откривено је десетак парова звезда за које се претпоставља да садрже црну рупу.

Досадашњи резултати посматрачких радова у астрофизици црних рупа били су предмет дискусија на симпозијуму о развоју Опште теорије релативности, који је почетком јуна 1978. одржан у Лондону. По мишљењу Мартина Риза (M. Rees), директора Института за Астрономију из Кембрица, највероватнији „кандидат" за црну рупу у нашој Галаксији је извор X зрачења познат као Лабуд X—1. Овај објекат се састоји из сјајне, оптички видљиве звезде, масе око 20 маса Сунца, и невидљиве компоненте чија је маса око 10 маса Сунца. Утврђено је да X зрачење Лабуда X—1 варира са периодом 10^{-2} — 10^{-3} секунди, што показује да су димензије невидљиве компоненте једнаке или мање од димензија Земље. На основу података о великој маси а малој величини, може се показати да ова компонента има и велику густину и јако гравитационо поље, што би одговарало очекиваним карактеристикама црних рупа.

Од октобра 1978, када је завршен главни део овог чланка, појавила су се у литератури два интересантна текста (референце A и B). Један од њих се односи на могућности посматрачке идентификације евентуалних црних рупа. У другом се говори о могућим утицајима црних рупа на еволуцију галаксија.

Познато је да се дуготрајна посматрања астрономских извора X зрака могу вршити са авиона који лете на великим висинама, или са сателита. Августа 1977 лансиран је сателит HEAO 1 (High Energy Astronomical Observatory, у преводу Астрономска Опсерваторија за зрачења високих енергија). Резултати посматрања са овог сателита помогли су да се боље упозна систем Лабуд X—1. На основу испитивања доплеровог ефекта у спектру сјајне плаве компоненте овог објекта утврђено је да период револуције износи 5,6 дана, као и да је угао нагиба равни орбите у односу на правац ка систему веома висок. Сматра се да доња граница масе густе компоненте овог пара износи око 3 масе Сунца.

Паралелно са посматрањима, одвија се рад и на стварању теоријског модела процеса који настаје X зрачење у извору Лабуд X—1 и сличним објектима. Претпоставља се да са плавог суперцина ка црној рупи струји гас. Услед орбиталног кретања, гас се према црној рупи не креће по правој; његова путања има облик спирале. Крећући се дуж ње, гас формира тзв. „акрециони диск". На висини од око 200 км изнад црне рупе, кретања материје у диску постају турбулентна, а температура гаса достиже ред величине од 10^7 K. Верује се да спорадично X зрачење, које је у току посматрања запажено, потиче од ових турбулентних кретања.

Поред детаљних посматрања Лабуда X—1, захваљујући посматрањима са HEAO 1 откривена су два нова могућа припадника класе црних рупа. То су пулсар GX 339—4, и извор X зрака Circinus X—1. Дијаграми који приказују број пристелих фотона X зрака у функцији времена за Лабуд X—1 и GX 339—4 веома су слични. На таквим дијаграмима за извор Circinus X—1 уочавају се повремени нагли скокови, али и трагови периоде од око 2,5 s. Даља испитивања ових објеката су у току. (A).

Многи астрономи сматрају да се еволуција галаксија завршава настанком црних рупа велике масе. Један од твораца ове хипотезе је и раније помињани енглески астрофизичар Мартин Риз. Детаљи тог процеса се још увек интензивно испитују, тако да резултате које наводимо у наставку треба схватити само као радну хипотезу.

Сматра се да после настанка галаксије долази до формирања језгра у њеном центру. Густина звезда у језгру је тако висока, да су међузвездани судари веома чести. Услед тога, долази до експлозија звезда, али и до формирања тзв. „суперзвезде". Верује се да суперзвезда претрпи гравитациони колапс када њена маса достигне 10^3 — 10^4 маса Сунца. На тај начин настаје црна рупа велике масе. Својим јаким гравитационим пољем црна рупа привлачи околни гас и звезде, повећавајући на тај начин своју масу. При томе међузвездани гас емитује електромагнетно зрачење из области X и гама зрака. Према Ризовој хипотези, овај процес пораста масе траје око 10^8 година. У том временском интервалу, суперзвезда може да прерасте у „супермасивну" црну рупу, способну да регулише енергетски биланс квазара или језгара тзв. Сајфертових галаксија.

Установљено је да у нашој галаксији постоји централни објекат пречника око 1 астрономске јединице, који садржи приближно 10^6 звезда и емитује X зраке и релативистичке електроне. Његова физичка природа је неразјашњена, мада постоји хипотеза да је то „ембрион" из кога ће се у будућности развити квазар. (B).

На крају, треба приметити да физика црних рупа претставља област која се веома брзо развија. Резултати које је она постигла, а посебно Хоукингова теорија о зрачењу црних рупа, морали би у будућности да буду потврђени или оповргнути посматрањима. Рад на развијању посматрачких техника, као и даље продубљивање теорије, пружају могућност за рад данашњим и претстојећим генерацијама физичара и астронома.

Владан Челебоновић

Литература:

1. C. W. Misner, K. S. Thorne, J. A. Wheeler: Gravitation, izd. W. H. Freeman, San Francisco, 1973.
2. D. Overbye: Out from Under the Cosmic Censor: Stephen Hawking's Black Holes, Sky and Telescope, Vol. 54, No. 2, August 1977.
3. N. A. Porter and T. C. Weekes: A Search for Exploding Black Holes, Sky and Telescope, Vol. 55, No. 2, February 1978.
4. D. Overbye: Einstein at the Royal Society, Sky and Telescope, Vol. 46, No, 4, October 1978.
5. Ј. Б. Зељдович и И. Г. Новиков: Црне рупе у Васиони, „Васиона", број 3, година XXI, 1973 године.
6. И. С. Шкловский: Звезды, их рождение жизнь и смерт, (Изд. Второе) Наука, Москва, 1977,

A) Friedman H., and Wood K. S.: X-ray astronomy with HEAO-1, Sky and Telescope, Vol. 56. No. 6, December 1978, p. 492.

B) Collin — Souffrin, S.: Les quasars, L'Astronomie, Vol. 92, p. 504, Decembre 1978.

СТРУЧНИ ПРИЛОЗИ

МОГУЋИ HONDRIT ROMANOVCI

ОТКРИЋЕ

Objekt za koji smatram da je meteorit je pronađen 25. 7. 1978. god., sasvim slučajno, prilikom skupljanja slame na njivi. Njiva pripada Milošu Deviću iz Romanovaca, opština Bosanska Gradiška. Ova njiva je u Lijevču, u ravnici, na kraju sela Romanovci i u neposrednoj blizini sela Vilusi. Od njive, romanovačke kose Kozare su južno na daljini oko 1500 m, a škola u Vilusima je daleko oko 1000 m severozapadno. Geografske koordinate mesta na kome je meteorit nađen određene su pomoću specijalne karte, a iznose: širina 44°59′,5 N, dužina 17°15′,5 E (1^h 9^m E). Kamen je bio na površini tla, sav ulepljen humusom. To znači da je oranjem prethodne jeseni, plugom izbačen na površinu. Prema tome, ne zna se kad je pao. Velika je sreća što se tog dana, na tome mestu, zatekao moj prijatelj Rade Popović, profesor istorijskih nauka. Izgled i težina kamena su privukli njegovu pažnju, pomislio je da bi mogao biti meteorit, uzeo ga je i kasnije ga meni predao. Time, sva zasluga za otkriće pripada njemu. Mogući meteorit se sada nalazi kod autora ovog članka.

FIZIČKI IZGLED

Pranjem u tekućoj vodi i pažljivim čišćenjem, potpuno je odstranjena zemlja od kamena. Oblik, boja, tekstura, regmaglipti i golim okom vidljivi hondri, su potvrđivali da mi se u rukama verovatno nalazi meteorit, i to najlepši od svih koje sam do sada video.

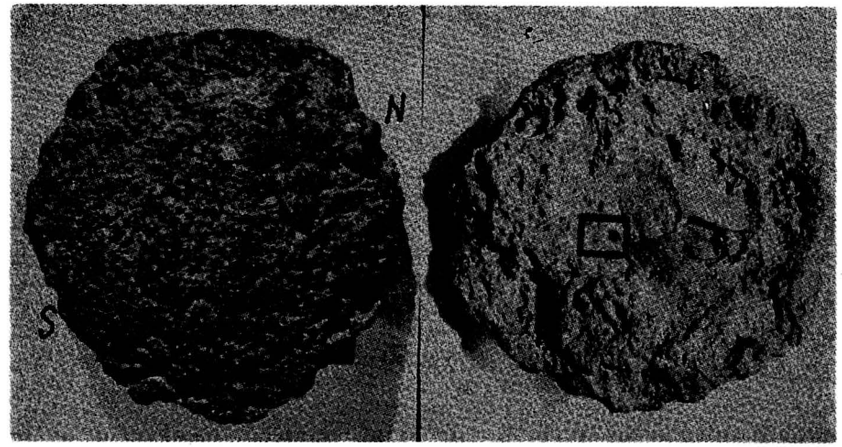
Kamen je diskoidnog oblika, tamnosive boje, a izdalja posmatran liči na oklop manje barske kornjače. Po obodu su uočljiva četiri veća mesta starih lomova. Njihov izgled omogućava da se proceni oblik i veličina komadića kojih više nema, pa se može izvršiti rekonstrukcija prvobitnog oblika meteorita. On je imao oblik sfernog, plan-konveksnog sočiva. Usrednjena linija koja predstavlja rub je elipsa čije su ose 16 cm i 15 cm. Najveća debljina sočiva je oko 4,5 cm.

Na ravnom delu je „venac" prosečne širine 1 cm, a prečnik mu je 10 cm. On ima reljef preloma. Na jednom kraju kruga unutar venca, se ističe „jarak" veličine 3 × 1,5 cm, a dubina mu se povećava od ivice venca ka sredini kamena postepeno od 1 cm, a uskim kanalićem je povezan sa okruglim otvorom koji je približno na sredini ravne površine kamena. Između venca i ruba kamena, svuda okolo, ima otvora raznih širina, dubina i oblika.

Na jednom kraju ispupčene strane dominira plitki reljef gustih regmaglipta.

Površina objekta je rapava sa mnoštvom sitnih otvora i sa posvuda rasutim sfernim hondrima nejednake veličine. (Sl. 2). Golim okom se vide hondri prečnika između 1 mm i 3 mm. Vidljivo je i nekoliko okruglih matrica hondra koji su odatle ispali.

Ispupčena površina je tamno-sive boje, na obodu ima i boje rđe, a na dva dijametralna mesta boja rđe nadvladava. Boja rđe se prostire prema vencu, Unutar venca boja je žućkasto-zelena sa puno svetlucavih pegica metalnog sjaja. Svetlucavih površinica ima i na ispupčenom delu. Na ivici venca, površine dva nova loma sijaju se kao emajl.

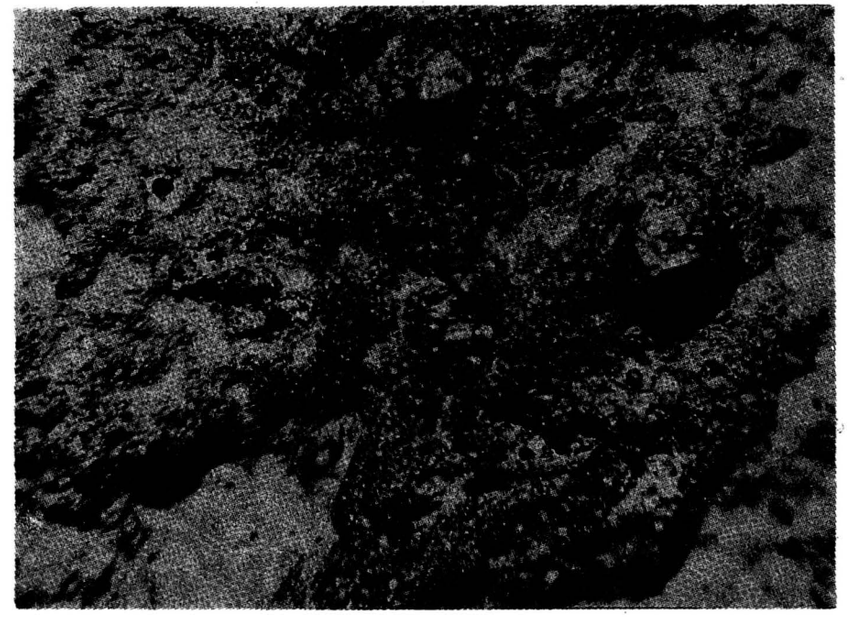


Sl. 1.

Objekat Romanovci; na slici gore levo vidi se spoljna strana meteorita čiji oblik je sličan menisku, sa označenim polaritetom magnetnih polova; na slici gore desno je unutrašnja strana. Deo označen pravougaonikom vidi se uvećan na slici 2.

Sl. 2.

Površina objekta je hrapava sa mnoštvom sitnih otvora i hondrima nejednake veličine. Dimenzije uvećanog dela prikazanog na ovoj slici u stvarnosti iznose 14 × 20 mm. Udubljenje na desnoj strani ima 3 do 4 mm u prečniku.



OSOBINE I SASTAV

Objekat ima masu 1770 g. Gustina je određena potapanjem u vodu i iznosi 3,78 g cm^{-3}. Ima slabo magnetsko polje sa izraženom bipolarnošću. Polovi se nalaze na rubu kamena na mestima boje rđe (Sl. 1).

Gustina i boja svedoče da se on sastoji najviše od silikata: olivina $(Fe, Mg)_2SiO_4$ i piroksena $(Fe, Mg)SiO_3$. Magnetska svojstva potiču od magnetita Fe_3O_4, a boja rđe od hidroksida $Fe(OH)_3$. Metalno sjajne, iskričave mikroploćice pripadaju legurama Fe—Ni (tenit i kamasit). Žućkasta boja na ravnoj površi kamena govori o prisustvu troilita FeS. U silikatnoj matrici su utisnuuti kamenčići raznih veličina (jedan od njih je dimenzija 12 × 5 mm), po formi i boji; to su feldspati. Jedan kamenčić je izraziti belutak SiO_2. Na ispupčenoj strani i rubu ima nekoliko bledosivih kamenčića koji se mogu zaparati noktom, tj. tvrdoća im je 2 po Mohsovoj skali (nije mi poznato koji je mineral).

Na taj način, ovaj objekat predstavlja vrlo složeni aglomerat koji je nastao dugotrajnim procesima.

Uz pomoć lupe sa uvećanjem šest puta, prebrojao sam hondre na površini kamena. Na konveksnoj strani ih ima 31, sa dijametrima: do 1 mm — 20, oko 2 mm — 7 i oko 3 mm — 4. Na ravnoj strani ih je 18, i to: do 1 mm — 12, od 2 mm — 4 i od 3 mm — 2, ali osim ovoga, ovde ima mnogo hondra ispod 1 mm koji su u procesu raspadanja, a sačinjeni su od željeza (Fe), odnosno od hidroksida $Fe(OH)_3$. Sa obe strane sam prebrojao 31 plitko, okruglo udubljenje u silikatnoj osnovi, što ukazuje da su tu nekada bili loptasti hondri i da su odatle na neki način (verovatno prilikom pada na Zemlju) ispali.

Detalji se najbolje razaznaju posmatranjem kroz mikroskop pri uvećanju od 50 puta. Tek onda se otkriva sve bogatstvo hondra raznih dimenzija, počevši od onih koji imaju prečnik od 10^{-2} mm. Svi posmatrani hondri su skoro savršene lopte, ali je njihov sastav različit: jedni su silikatni, a drugi železni. Kada se crni silikatni hondr od blizu 3 mm, koji se nalazi na ispupčenoj strani, blizu ruba kamena, posmatra kroz mikroskop, vidi se grozd kristala olivina, tako da su zrnca kristala slepljena staklom.

Posebna interesantnost jesu duborezni ornamenti u opisanom jarku. Kada sam prvi put sagledao ove reljefne šare, pomislio sam da su u pitanju Widmanstetten-ove figure. To me je navelo da jarak malo očistim od naslage. Naime, jarak je na svom početku zapunjen železnim oksidima i hidroksidom, sa nekoliko gusto zbijenih železnih hondra. Oštricom odvrtka sam pažljivo skinuo polovinu tog sloja, te tako povećao vidljivu površinu dna jarka. Na taj način mogao sam da posmatram površinu koja je bila zaštićena od direktnih vanjskih uticaja. Posmatranja sam vršio mikroskopom. Šare su načinjene od relativno tankih vlakana, koja su na nejednakim dužinama isprekidana. Između ovih dugačkih vlakana su brazde, te vlakna liče na grebene. Vlaknasti grebeni omeđuju nekoliko dubljih kanjona i depresija u obliku trostrane pravougle piramide. Međutim, i u neposrednoj okolini jarka postoji sličan reljef, samo što su vlakna kratka, isprekidana, a brazde pliće, pa to sve asocira na tek izorano polje. Došao sam do zaključka da su u pitanju kristali piroksena, jer pripadaju osnovnoj silikatnoj komponenti kamena, tamno-zeleno-sive su boje, a oblik sam im komparirao sa fotografijom piroksenovih kristala koju objavljuje J. A. Wood. U drugom kraju jarka sijaju široke metalne pločice. Na tako malom kamenu — toliko mnogo detalja!

Letom kroz Zemljinu atmosferu, meteorit se veoma zagreva, pa minerali mogu promeniti svoju primarnu boju. Tako su, npr. zelene boje silikata možda prešle u sive raznih nijansi. Bolje su sačuvane na ovom objektu boje kamenčića feldspata i belutka na ravnoj strani handrita. Te okolnosti otežavaju identifikaciju minerala.

Da bi se utvrdio tačan sastav i mesto u klasifikacionom sistemu hondrita, potrebno je da se izvrši precizna diferencijalna mineraloška i hemijska analiza, a koje ja nisam u stanju

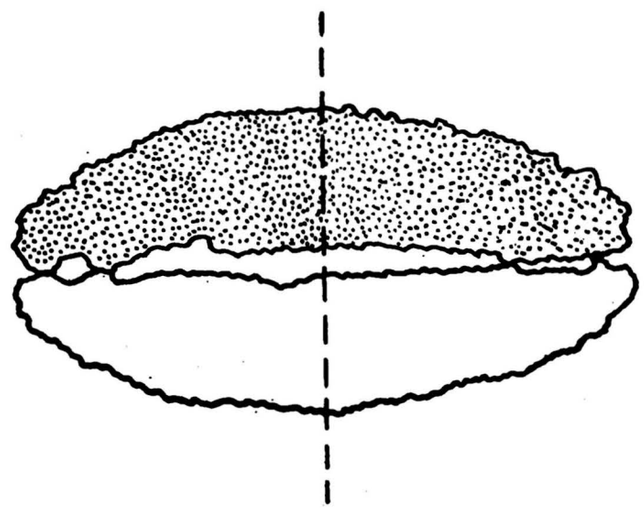
da izvedem. Npr., važno je da se znaju odnosi elementarnog željeza i ukupnog željeza, te ukupnog željeza i silicijuma.

NEKE PRETPOSTAVKE

Usled nedostatka potrebnih podataka, koji bi se dobili odgovarajućim analizama, nije moguće klasificirati ovaj hondrit. Ipak je moguće doći do izvesnih zaključaka, kao npr. u pogledu stepena metamorfoze. Poznato je da hondriti tipa 3 i dalje, sadrže kristale kamasita i tenita. S druge strane, magnetit sadrže hondriti tipa od 1 do 3, tj. oni koji su nemetamorfizovani. Pošto ovaj sadrži istovremeno kako kristale kamasita i tenita, tako i magnetit, to bi se moglo smatrati da je ovaj kamen u stadijumu metamorfoze koji se označava kao tip 3 (J. A. Wood). Pored toga, ako se na osnovi gustine i ukupnog izgleda može prihvatiti da silicijum nadvladava celokupno železo, a da ovo nadvladava metalno železo, onda bi pripadao klasi L. Na osnovu toga, hondrit verovatno pripada grupi L 3.

Drugo razmatranje se odnosi na njegov stvarni primarni izgled i poreklo.

Postoje velike razlike u mnogo čemu između ispupčene i ravne strane: (1) sam oblik tih strana, (2) ispupčena strana je rapava i siva, a ravna je glatkija i zelenkasta, (3) na ravnoj strani se nalazi kružni venac, neprirodnog reljefa, kao da je nastao nasilnim kidanjem



Sl. 3.

Presek hipotetičnog dvojnog sistema sa verovatnim položajem ose rotacije.

meteorita od nekog drugog tela. To bi moglo značiti da se ravna strana nekada nalazila u sredini objekta, pa nije pretrpela tolika zagrevanja kao ispupčena strana, što je uticalo da se silikatne boje bolje sačuvaju. Osim toga, unutrašnjost venca je nešto ulegnutija, a veliki otvori pripadaju ravnoj strani.

Kada se sve odlike međusobno povežu, može se stvoriti hipotetični model tela koje je uletelo u Zemljinu atmosferu. To bi telo trebalo da izgleda kao dvostruko ispupčeno sočivo, ili pravi diskos. Drugim rečima, nađeni kamen bi mogao biti polovina prvobitnog

tela. Ta dva konstituenta su bila spojena vencem i rubom, a između njih, u šupljinama, se nalazio deponovan gas. Presek hipotetičkog sistema je prikazan crtežom (sl. 3.) Centar mase postojećeg komada je tačno na glavnoj osi, a nalazio bi se u sredini diskosa pod uslovom da i zamišljeni, drugi komad, ima isti oblik i masu. Odavde i sledi zaključak da se početno telo sastojalo iz dva komada koja su približno iste mase, približno iste veličine i približno istog oblika. Forma tog sistema se može objasniti njegovom rotacijom oko slobodne ose za koju sistem ima najveću vrednost momenta inercije. Ta osa prolazi kroz temena diskosa (na crtežu je prikazana isprekidanom linijom). Povremeno telo je bilo i u tečnoj fazi, zahvaljujući kojoj se ostvarivala ravnoteža mase u odnosu na osu rotacije.

Padanjem kroz vazduh, meteorsko telo bi se zagrejavalo, rastao bi pritisak zarobljenih gasova i para, što bi konačno uzrokovalo kidanje i odvajanje ova dva tela, ili pred sam pad na tle Zemlje, ili neposredno pri udaru u Zemlju.

Ovaj model će imati jedan ozbiljan argument za potvrdu, ako se u blizini istog mesta na zemljištu pronađe hipotetični dvojnik.

U literaturi opisivane eksplozije bolida verovatno nastaju sličnim mehanizmom delovanja velikih količina gasova u njima. U ovom slučaju, eksplozija nije bila toliko snažna da razdrobi na sitne delove čitav meteorit, ali je uspela da ga rascepi na dva dela.

Na kraju, oblik primarnog tela, njegova rotacija i njegova aglomeratska struktura, navode nas na zaključak da je ovaj objekat možda nekada davno bio jezgro male komete, koja se možda i pre mnogo hiljada godina raspala. Uostalom, minerolaški sastav i struktura se mogu objasniti procesima koji uključuju periodična zagrejavanja tela. Ovakva zagrejavanja se događaju kada kometa prolazi kroz perihel, ali i sudarima sa drugim česticama. Osim toga, komete malih masa se veoma brzo raspadaju i, takođe, lako menjaju orbitu. Jezgro komete je postalo jezgrom siromašnog meteorskog potoka oko Sunca. Jednom se možda dogodilo da ga Zemlja zahvati svojim gravitacionim poljem i ono se srušilo na nju. Ovim aktom je prestalo da bude samostalno vasionsko telo, a istovremeno je postalo umireni meteorit.

U uslovima u kojima je ispitivanje obavljeno došlo se do zaključka da je navedeni kamen meteorit; radi konačne ocene prirode tog kamena bilo bi potrebno izvršiti kompletne analize. Zainteresovani istraživači mogu se obratiti autoru preko pomoćnika urednika „Vasione".

Borivoje Jovanović

REFERENCE:

1) JOHN A. WOOD: Meteorites and the origin of planets, 1968 (izdanje na ruskom jeziku, „Mir", Moskva, 1971).
2) P. I. BAKULIN, red.: Astronomičeskij kalendar, postojana a čast, „Nauka", Moskva, 1973.

POSSIBLE METEORITE ROMANOVCI

SUMMARY

The possible meteorite was found by accident on July 25, 1978 on a field at village Romanovci near Bosanska Gradiška. It was pasted all over with humus. That is to say it was thrown out on the earth surface when the field was ploughed. We don't know when it has fallen. Geographic coordinates of the place where the possible meteorite was found are determined by a special map. They are: $\varphi = 44°59'.5$ N, $\lambda = 17°15'.5$ E ($1^h\,9^m$ E).

The object has got a shape of a discus, that is of a plan-convex lens. Its diameter is about 15.5 cm. The convex side is gray colour, the plane side greenly gray. The both sides differ in relief and in texture. On the plane side ther is a circular wreath — diameter 10 cm — which outward appearance shows that the proposed meteorite was separated from another body. In the composition there is an explanation to be found, according to which another part of the meteorite should be entirely similar to those we have. The primary meteorite should have had the shape of a biconvex discus.

Mass of the found out component is 1770 g, while the density is 3.78 g cm^{-3}. It has got a weak magnetic field. It is clearly bipolar. Magnetic poles are on the stone rim.

The object consists of: olivine, pyroxene, magnetite, fieldspate, tenite, camassite, troilite and infrequent quartz pieces.

The stone is rich in chondrules. They have spherical form, diameter 10^{-2} mm or 3 mm. Specially are discribed carved ornaments made of pyroxene crystals placed in a trench on the plane side of the meteorite.

No precise differential mineralogical and chemical analysis has been done. On the basis of one model the chondrite is supposed to be the type L 3 according to the classification of J. A. Wood (Meteorites and the origin of planets, 1968, McGraw — Hill book company, Russian translation, Moscow, 1971). Final clasification of this stone will be possible only after complete analysis.

OSNOVI ASTROFOTOGRAFIJE (II)

U prvom delu članka videli smo kako pojedini parametri utiču na rezultat snimanja. Pogledajmo sada kako izgledaju obrasci koji uzimaju istovremeno sve te uticaje u obzir. Mislićemo pri tom na Sunce, Mesec i planete. Snimanju zvezda i zvezdolikih objekata posvetićemo poseban odeljak.

Za snimanje detalja na Suncu i Mesecu teleskop-kamera treba da ima žižnu daljinu najmanje 1 m i prečnik objektiva najmanje 75 mm. Za snimanje planeta žižne daljine treba da iznose bar 10 m. O povećanju žižne daljine teleskopa biće govora kasnije.

SNIMANJE SUNCA

U amaterskoj praksi Sunce se često snima tako što se fotografiše ekran na kome se projektuje lik Sunca. O takvom snimanju ovde neće biti reč, već samo o direktnom snimanju kroz teleskop. U ovom slučaju treba posebno voditi računa o zaštiti oka kod izoštravanja. (Videti prvi deo članka.) Amaterska snimanja daju položaje pega i fakula i mogu biti korisna kod proučavanja sunčeve aktivnosti. Vratimo se izvođenju obrasca za vreme osvetljavanja.

Obično se osvetljenost izražava u luksima (lx), a vreme osvetljavanja u sekundama (s). Sunce je izvor svetlosti. Sjaj Sunca u zenitu mesta, van Zemljine atmosfere, iznosi $B_0 = 202\,000$ stilba (sb). Osvetljenost E_0 u istim uslovima određena je sa

$$E_0 = B_0 \, d\omega$$

gde je B_0 izraženo u stilbima, a prostorni ugao $d\omega$ pod kojim se vidi Sunce u steradijanima (sr). Prostorni ugao može se izraziti preko poluprečnika tela R i udaljenosti od posmatrača Δ izrazom

$$d\omega = \pi (R/\Delta)^2$$

a isto tako preko ugaonog poluprečnika tela kao

$$d\omega = \pi (k\,\Omega)^2.$$

Ovde je k konstanta kojom se prevode ugaone jedinice u radijane. Ako se Ω izrazi u lučnim minutama $k = 0{,}00029$.

Tabela 3

Faktor produženja ekspozicije Sunca usled efekta zacrnjenja krajeva

centralno rastojanje		faktor produženja
u delovima radijusa	centralni ugao Θ(°)	b (Θ)
0,00	0	1,000
0,17	10	1,009
0,34	20	1,035
0,50	30	1,081
0,64	40	1,151
0,77	50	1,250
0,87	60	1,389
0,94	70	1,582
0,98	80	1,862
0,996	85	2,046
1,000	90	2,273

Iz ovih i ranije navedenih obrazaca sledi izraz za vreme osvetljavanja u sekundama, kao funkciju instrumentalnih i posmatračkih uslova kod snimanja Sunca

$$t^p = \frac{10\,\Delta^2\,(F/D)^2\,a\,(z)}{S\,\tau\,B_0\,(3438/2\,\Omega)^2\,\pi\,(0.00029\,\Omega)^2}.$$

Ako usvojimo $p = 1$ i uvrstimo brojne vrednosti biće

$$t = \frac{(F/D)^2\,\Delta^2\,a\,(z)}{16\,580\,S}.$$

Ovde je Δ-rastojanje Zemlja—Sunce izraženo u astronomskim jedinicama, S-osvetljivost filma u jedinicama GOST, t-vreme osvetljavanja u sekundama. Uzmu li se u obzir gubici u optici (k_0, k_p) i filtru (k_f) desnu stranu jednačine treba pomnožiti i sa ovim faktorima.

Tabela 4

Geometrijski albedo Meseca i planeta

Objekat	Albedo	
	nesenzibilizovana	panhromatska emulzija
Mesec	0,09	0,12
Merkur	0,08	0,10
Venera	0,49	0,59
Mars	0,08	0,15
Jupiter	0,37	0,44
Saturn	0,32	0,46
Uran	0,60	0,56
Neptun	0,62	0,51

Kod snimanja fakula ili pega blizu limba može se obračunati uticaj efekta „zatamnjenja krajeva". U tom slučaju prethodnu jednačinu treba s desne strane pomnožiti i faktorom produženja ekspozicije usled efekta krajeva

$$b\,(\Theta) = 1/(0{,}44 + 0{,}56\cos\Theta)$$

u kome je Θ centralni ugao (iz centra Sunca) između pravca ka posmatraču i pravca ka posmatranom detalju. Vrednosti b (Θ) date su u Tabeli 3. Kako se Δ menja u toku godine samo za ± 1% dovoljno je uzeti $\Delta^2 = 1$:

$$t = \frac{(F/D)^2\,a\,(z)}{16\,580\,S}.$$

SNIMANJE MESECA I PLANETA

Sjaj Meseca i planeta određen je sjajem Sunca na rastojanju Δ_O planete-Meseca od Sunca, izraženom u astronomskim jedinicama, i geometrijskom albedom A planete i Meseca. Prema tome, osvetljenost će iznositi

$$E_0 = A\,(B_0/\Delta_O^2)\,(k\,\Omega)^2\,\pi.$$

Vrednosti geometrijskog albeda za Mesec i planete date su u tabeli 4.

Ovaj izraz za osvetljenost važi kada se Mesec (planeta) nalazi u opoziciji. U opštem slučaju, kada je fazni ugao (planete) Meseca jednak ψ, gornji izraz treba pomnožiti sa funkcijom faze q (ψ). Funkcija faze q (ψ), ili fazni korektor, određena je faznim uglom. Fazni ugao ψ je ugao sa temenom u centru planete, između pravca ka Suncu i pravca ka Zemlji, tj. posmatraču. Ovaj ugao određen je rastojanjima planeta—Sunce (Δ_O), planeta—Zemlja (Δ_z) i Zemlja—Sunce (Δ).

$$\cos\psi = \frac{\Delta_z^2 + \Delta_O^2 - \Delta^2}{2\,\Delta_z\,\Delta_O}$$

Obično se funkcija faze izražava kao deo vidljive polusfere u opoziciji.

Mesec, Venera i Merkur mogu se videti pod faznim uglom od 0° do 360° .Za Mars je najveći fazni ugao 48°, za Jupiter 11°. Za Saturn i dalje planete vrednost je još manja pa je praktično q (ψ) = 1. U Tabeli 5 date su vrednosti faznog ugla ψ, odnosno faze Φ i njima odgovarajuće vrednosti fazne funkcije.

Prema formulama navedenim ranije, vreme osvetljavanja u sekundama za Mesec i planete dobija se iz izraza

$$t = \frac{10\,\Delta_O^2\,(F/D)^2\,a\,(z)}{S\,\tau\,B_0\,A\,(3438/2\,\Omega)^2\,\pi\,(k\,\Omega)^2\,q\,(\psi)}$$

Uvrštavanjem brojnih vrednosti dobija se

$$t = \frac{(F/D)^2\,\Delta_O^2\,a\,(z)}{16\,580\,SA\,q\,(\psi)}.$$

Ovde je Δ_O — rastojanje planete od Sunca (aj), A — geometrijski albedo, S — osetljivost filma u jedinicama GOST. Vrednosti a (z) i q (ψ) uzimaju se iz tabela. Ukoliko se koristi filter ili uzimaju u obzir gubici u teleskopu, desnu stranu jednačine treba pomnožiti sa k_p (k_0) i k_f.

АСТРОНОМСКО ДРУШТВО "РУЂЕР БОШКОВИЋ" * БЕОГРАД *

Zenitska daljina z može se proceniti ili izračunati za unapred izabrani trenutak snimanja iz jednačine

$$\cos z = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos H$$

u kojoj je φ — geografska širina mesta posmatranja, δ — deklinacija objekta koji se snima i H časovni ugao objekta u trenutku snimanja. Časovni ugao može se približno izračunati pomoću izraza

$$H = TU + S_0 - \alpha - \lambda$$

u kome je TU = SEV − 1^h svetsko vreme trenutka snimanja izraženo preko srednje-evropskog vremena, S_0 — zvezdano vreme u Griniču u prethodnu ponoć, α — rektascenzija objekta snimanja, λ — geografska dužina mesta posmatranja. Kod snimanja Sunca izraz je nešto prostiji

$$H = TU - (12^h + \eta) - \lambda$$

η — je vremensko izjednačenje. Vrednosti za α, δ, η, S_0 uzimaju se iz godišnjaka, dok se φ, λ mogu očitati sa bolje geografske karte.

Tabela 5
Vrednosti funkcije faze q (ψ)

Fazni ugao ψ	Površ. faza Φ	funkcija faze q (ψ) Mesec Mars Merkur	Venera	Jupiter Saturn Uran
0°	1,000	1,000	1,000	1,000
10	0,992	0,774	0,878	0,858
20	0,970	0,595	0,770	0,750
30	0,933	0,460	0,662	—
40	0,883	0,353	0,581	
50	0,821	0,274	0,486	
60	0,750	0,211	0,432	
70	0,671	0,159	0,351	
80	0,587	0,115	0,304	
90	0,500	0,080	0,250	
100	0,413	0,057	0,209	
110	0,329	0,039	0,176	
120	0,250	0,026	0,142	
130	0,179	0,106	0,108	
140	0,117	0,008	0,084	
150	0,067	0,004	0,068	
160	—	—	0,041	
170	—	—	0,027	

SNIMANJE POMRAČENJA I PROLAZA

Fotografisanje pomračenja Sunca i Meseca vrši se u cilju određivanja posmatranih elemenata pomračenja za dato mesto. U tu svrhu načini se niz snimaka u pravilnim vremenskim razmacima.

Za snimanje faza pomračenja Sunca koriste se isti instrument, fotomaterijal i ekspozicija kao za obična snimanja Sunca. U toku snimanja treba koristiti isto vreme osvetljavanja i isti film. Ako je teleskop ekvatorijalne montaže i kućište kamere ima fiksiran položaj prema teleskopu, sa ovakvih snimaka i poznatih trenutaka snimanja mogu se izračunati najveća faza pomračenja, položajni uglovi i trenuci dodira i trenutak najveće faze. (Videti spisak literature na kraju članka).

Ukoliko je teleskop-kamera žižne daljine 40 do 100 cm horizontske montaže i fiksiran, mogu se na isti kadar snimiti dva-tri snimka. U tom slučaju mogu se odrediti položajni uglovi i tetive u svakom trenutku snimanja. Ovo je korisno za one amatere koji nemaju ekvatorski montiran teleskop.

Podesno fiksirana kamera žižne daljine oko 20 cm može poslužiti za snimanje celog toka pomračenja na jednu ploču. Snima se u pravilnim vremenskim razmacima od 2 do 5 minuta, na film niske osetljivosti.

Za fotografisanje faza pomračenja Meseca koristi se ista ekspozicija, fotomaterijal i teleskop kao za snimanje punog Meseca. Da bi se jasnije dobila granica senke, koja nije jasno uočljiva kao kod pomračenja Sunca, film se može preeksponirati.

Potpuno pomračenje Meseca i pomračenje za koje je faza veća od 0,8 može se fotografisati i na kolor film, u trenutku najveće faze, u cilju davanja ocene pomračenja u Danžonovoj skali.

Prolazi Merkura i Venere snimaju se na isti način kao i Sunce, istim teleskopom-kamerom, na isti film i uz isto vreme osvetljavanja. Kamera mora imati žižnu daljinu najmanje 1 m, kako bi se mogao uočiti Merkur na disku Sunca, jer je njegov ugaoni prečnik oko 200 puta manji nego Sunčev.

Sateliti planeta snimaju se amaterskim teleskopima na isti način kao i zvezde. O snimanju zvezda biće govora kasnije.

ZADACI:

1. Izračunati zenitsku daljinu daljinu i faktor produženja ekspozicije usled atmosferske apsorpcije za:

a) Sunce, 4. VII 1978. g. u 9 h 30 m SEV, u Beogradu,

b) Veneru, 29. VIII 1978. g. u 18 h 15 m SEV, u Zagrebu,

c) Jupiter, 18. XII 1978. g. u 22 h 30 m SEV, u Ljubljani.

Rešenje: Koristimo obrasce

$$\cos z = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos H$$

$H = TU - \lambda - (12\,h + \eta)$ za Sunce; $H = TU - \lambda + S_0 - \alpha$, za planete.

a) Za Beograd $\varphi = 44°49'$, $-\lambda = 1$ h 22 m, TU = SEV − 1 h = 8,5 h.

Iz Vasione 3—4/77 na str. 107 nalazimo u drugoj koloni za traženi trenutak T = 12 h + $+ \eta = 12$ h 04 m 18 s = 12,0717 h i $\delta = 22°07'$. Ove vrednosti uvrstimo u izraz za H

H = 8,5 h + 1,3667 h − 12,0717 h = − 2,2051 h = − 33°,0765.

Dalje sledi cos z = 0,8160 i z = 35°,3. Za nesenzibiliziranu emulziju (Mikrofilm) u tabeli 2 nalazimo a (z) = 1,087.

b) Za Zagreb $\varphi = 45°49'$, $-\lambda = 1$ h 04 m. TU = 17,25 h. Iz istog broja Vasione na str. 102—3 za Veneru u datom trenutku nalazimo $\alpha = 12$ h 52 m, $\delta = -7°26'$ i $S_0 = 22$ h 27 m 23 s. Za H dobija se

H = 17,25 h + 1,0667 h + 22,4564 h − 12,8667 h = 3,9064 h = 58°,5960

što daje cos z = 0,2673 i z = 74°,5. Za panhromatsku emulziju (KB 21) nalazimo a (z) = 1,630.

c) za Ljubljanu φ = 46°03′, − λ = 0 h 58 m, TU = 21,5 h. Na str. 106 Vasione 3−4/77 nalazimo za navedeni trenutak α = 8 h 42,6 m, δ = + 18°45′ i S_0 = 5 h 45 m 01 s. Sledi H = 19,5070 h = 292°,605 = − 67°,395 i dalje cos z = 0,4840, z = 61°,1. Za pahromatski film a (z) = 1,224.

2. Izračunati vreme osvetljavanja Sunca u primarnom fokusu refraktora 100/2000 mm 4. VII 1978. u 9 h 30 m SEV, uz upotrebu filtra za koji je k_f = 3,5 i Mikrofilm-a.

Rešenje: Osnovna formula je

$$t = \frac{(F/D)^2\, a\,(z)}{16\,580 \cdot S}$$

Uvrštavanjem a (z) = 1,087 (zadatak 1.a), F/D = 20, S = 8 dobija se t_2 = 1/305 s. Uzimanjem u obzir gubitaka u teleskopu (k_p = 1,25) i filtru (k_f = 3,5) dobija se t_3 = = 1/70 s. Ako je pega na Θ = 70°, b (Θ) = 1,582 i t_3 = 1/45 s. U praksi treba uzeti najbližu vrednost kojom se raspolaže.

3. Odrediti vreme osvetljavanja Venere u uslovima iz primera 1.b ako se koristi film KB21 a Fe/D = 41 253/110.

Rešenje: Koristi se obrazac

$$t = \frac{(Fe/D)^2\, \Delta_O^2\, a\,(z)}{16580\ S\ A\ q\ (\psi)}$$

Iz zadatka 1.b ima se a (z) = 1,630. U tabeli 1 nalazimo S = 110, u tabeli 4 A = 0,59. Na str. 102−3 Vasione 3−4/77 nalazimo Δ_O = 0,728, Δ_z = 0,675 i na str. 107, za Sunce, Δ = 1,010. Fazni ugao ψ izračuna se iz obrasca

$$\cos\psi = \frac{\Delta_z^2 + \Delta_O^2 - \Delta^2}{2 \cdot \Delta_z \cdot \Delta_O}$$

i iznosi ψ = 91,5°. Iz tabele 5 dobija se q(ψ) = 0,246. Bez uzimanja u obzir gubitaka u teleskopu i filtru biće t = 0,55 s. Uzevši k_0 = 1,55 bez filtra t = 0,85 s.

4. Odrediti vreme osvetljenja Jupitera u uslovima iz zadatak 1. c ako je Fe/D = 25 154/110 mm, ako se koriste filmovi DK5, FP4 i NP27. Rešenje: Iz Vasione 3−4/77 na str. 106−7 nalazimo Δ_z = 4,487, Δ_0 = 5,264 i Δ = 0,984 što daje ψ = 7,1°. Sledi iz tabele 5 q (ψ) = 0,899. Iz primera 1.c ima se a(z) = 1,224. Iz tabela 1 i 6 za DK5 vidimo da je S_2 = 11, za FP4 S_2 = 140 i za NP27 S_3 = 435. Za Jupiter A = 0,44 ako je film panhromatski. Kako je Fe/D = 25 154/110 i k_0 = 1,55 sledi t_2 = 38,1 s. Za FP4 uz iste ostale uslove t_2 = 3,0 s, a za NP27 t_3 = 1,0 s.

5. Izračunati vreme osvetljavanja Meseca u primarnom fokusu refraktora 100/2000 mm, u Beogradu, za vreme pomračenja 16. IX 1978. u 18 h 21 m i 19 h 25 m SEV, ako se koristi film KB14..

Rešenje: Najpre izračunamo zenitsku daljinu i faktor produženja usled atmosferske apsorpcije. U godišnjaku „Naše Nebo" 1978 (Astron. geofiz. observatorij Ljubljana), na str. 7 nalazimo rektascenziju i deklinaciju Meseca u navedenim trenucima respektivno: α_1 = 22h 34 m, δ_1 = −2,°44 i α_2 = 22h 36,5 m i δ_2 = −2,°24 i zvezdano vreme S_0 = 23,6392 h. Nalazimo (videti zadatak 1) H_1 = 19,7892 h = −63,°162, H_2 = 20,8142 h = −47,°7870; z_1 = 73,°14, z_2 = 63,°34. Za KB14 (panhromatski film) a(z_2) = 1,54, a(z_3) = 1,248. U osnovi obrazac za vreme osvetljenja

$$t = \frac{(F/D)^2\, a\,(z)}{16\,580\ S\ A}$$

uvrstimo F/D = 20, S = 22, A = 0,12 pa sledi t_1 = 1/71 s i t_2 = 1/88 s. (Za pun Mesec fazni korektor jednak je jedinici). Ako se uzmu u obzir gubici u objektivu (k_p = = 1,25) vreme osvetljavanja iznosi t_1 = 1/57 s i t_2 = 1/70 s.

Tomić Aleksandar

ПРИЛОЗИ НАСТАВИ АСТРОНОМИЈЕ

УТИЦАЈ АПСОРПЦИЈЕ СВЕТЛОСТИ НА ФОТОМЕТРИЈУ ЗВЕЗДА

Циљ овог чланка је да изнесе основне појмове и релације теорије екстинкције, односно слабљења светлости услед апсорпције у Земљиној атмосфери. Задатак теорије екстинкције је да дâ одговор на следећа питања:

— каква је функционална зависност слабљења светлости у функцији зенитне даљине,

— колико је слабљење светлости објеката који се налазе у зениту?

Сва посматрања космичких објеката обављају се кроз сразмерно дебелу Земљину атмосферу. При проласку светлосног зрака кроз атмосферу мења се његов правац и интензитет. Промена правца назива се рефракција и изучава се у астрометрији. Овде ће бити разматрано само слабљење интензитета светлости услед апсорпције у атмосфери. Слабљење светлости у атмосфери често се назива екстинкција, латински extinctio — гашење.

ЕКСТИНКЦИЈА ПРИ ДАТОЈ ЗЕНИТНОЈ ДАЉИНИ

Сагласно закону Buge-a (XVIII век) слабљење dI интензитета паралелног снопа светлости при проласку дуж елемента пута ds у средини густине ρ пропорционално је упадном интензитету I, густини ρ и елементу пута ds:

$$dI = - k\rho I ds \qquad (1)$$

У овој формули k је коефицијент пропорционалности који се назива коефицијент слабљења (апсорпције) светлости, по једном граму материје. Ако се разматра пролаз светлости у стубу попречног пресека 1 cm^2, тад ће ρds бити маса материје кроз коју

пролази светлост на путу ds. Коефицијент k има јединице cm^2/g. Једначина (1) може се написати и на следећи начин

$$dI/I = k\rho ds$$

Ако k не зависи од s, решење је облика

$$I_z = I^0 \exp\left(-k\int_0^S \rho ds\right) \qquad (2)$$

Доња граница интервала односи се на доњу границу атмосфере, а горња граница на горњу границу атмосфере. Са S је означен укупан пут који прелази светлост у атмосфери. I^0 је интензитет светлости пре уласка у земљину атмосферу. Светлост која долази до објекта који се налази у зениту пролази кроз слој атмосфере нормалан на правац простирања. У том случају елемент пута ds постаје елемент висине атмосфере dh (Сл. 1) Тада једначина (2) има решење

$$I_0 = I^0 \exp\left(-k\int_0^H \rho\, dh\right) \qquad (3)$$

где је H висина атмосфере, I_0 интензитет који прими посматрач од објекта који се налази у зениту. Између (2) и (3) постоји веза

$$I_z = I_0 \exp\left[-k\left(\int_0^S \rho\, ds - \int_0^H \rho\, dh\right)\right] \qquad (4)$$

Физички смисао интеграла $F(0) = \int_0^H \rho\, dh$ је следећи: то је ваздушна маса изнад посматрача, у правцу зенита. Смисао $F(z) = \int_0^S \rho\, ds$: то је ваздушна маса дуж пута светлости од светлосног извора на зенитној даљини z до посматрача. Са Сл. 1 види се да је $ds = dh \sec z$, тако да је

$$F(z) = \int_0^S \rho\, ds = \int_0^H \rho \sec z\, dh = \sec z \int_0^H \rho\, dh.$$

Узме ли се сада да је $F(0) = \int_0^H \rho\, dh = 1$, коефицијент k неће се односити на један грам материје већ на ваздушну масу у зениту посматрача. Израз за F (z) тада добија облик

$$F(z) = \sec z.$$

За $z = 0$, $F(z) = F(0) = 1$, као што се и очекивало. Релација (4) биће сада

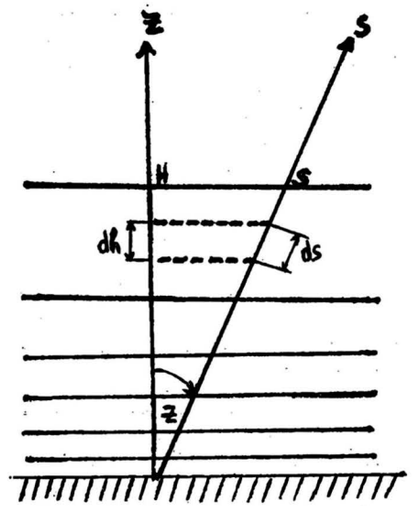
$$I_z = I_0 \exp\left[-k(\sec z - 1)\right]$$

Ако уведемо ознаку

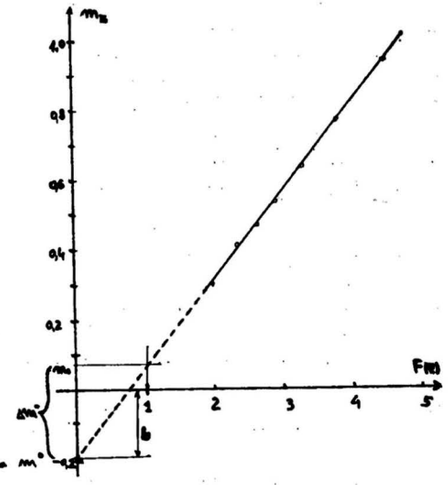
$$\exp\left(-k\int_0^H \rho\, dh\right) = \exp(-k) = p \qquad (5)$$

претходна једначина добија облик

$$I_z/I_0 = p^{(\sec z - 1)}.$$



Сл. 1.



Сл. 2.

Очигледно је да слабљење интензитета светлости доводи и до слабљења осветљености. Ако логаритмујемо и помножимо са $-2{,}5$ горњи израз постаје (сагласно Погсоновом закону)

$$\Delta m = m_z - m_0 = -2{,}5 \log (I_z/I_0) = (\sec z - 1)(-2{,}5 \log p) \qquad (6)$$

Величина Δ m назива се редукција ка зениту. Очигледно да је то величина коју треба одузети од посматране звездане величине m_z да би се добила звездана величина у зениту m_0. С обзиром да је $p < 1$ мора бити $\Delta m > 0$. Величина p дефинисана релацијом (5) назива се коефицијент прозрачности земљине атмосфере. Ако је он познат, позната је и редукција на границу атмосфере Δm^0, која се добија из релација (3) и (5):

$$\Delta m^0 = -2{,}5 \log (I_0/I^0) = -2{,}5 \log p.$$

Ову величину треба одузети од m_0 да би се добила вредност звездане величине светлосног извора ван земљине атмосфере $m^0 = m_0 - \Delta m^0$. Одређивање коефицијента прозрачности p представља важан задатак који се може решити емпиријским путем-посматрањем. Релација (6) даје добре резултате за зенитне даљине од 0^0 до 70^0, уколико не треба тачност боља од $0^m{,}01$.

ОДРЕЂИВАЊЕ КОЕФИЦИЈЕНТА ПРОЗРАЧНОСТИ

Релација (6) даје могућност емпиријског одређивања коефицијента прозрачности p. Наиме, једначина (6) се може трансформисати на следећи начин:

$$m_z - m_0 = (\sec z - 1)(-2{,}5 \log p) = (\sec z - 1)\Delta m^0$$

$$m_z = \Delta m^0 \sec z + m_0 - \Delta m^0$$

Упоређујући ову једначину са једначином праве $y = ax + b$, уочава се да је зависност m_z од sec z права са нагибом Δm^0 и одсечком $b = m_0 - \Delta m^0$ на ординати.

Ако је ноћ стабилна, тако да се може узети да је коефицијент p константан у току неколико часова, посматра се фотометријски било која звезда на зенитном растојању 50^0-70^0. Измерене вредности m_z наносе се на ординату графика у функцији вредности sec z. Кроз добијене тачке повлачи се права, која продужена до вредности апсцисе једнаке један даје звездану величину m_0 звезде у зениту, а продужењем до вредности апсцисе једнаке нула даје величину $\Delta m^0 = -2{,}5 \log p$. (сл. 2)

ЗАКЉУЧАК: Добили смо поправке које треба узети у обзир приликом фотометрисања неког светлосног извора, а које се јављају као последица постојања релативно густе и дебеле земљине атмосфере. Тиме су дати одговори на питања постављена на почетку. Осим тога овде је дефинисан и коефицијент прозрачности и дат емпиријски начин његовог израчунавања и израчунавања споменутих поправки Δm_0 и Δm^0, односно коначно добијање вредности m_0 и m^0.

ДИСКУСИЈА: У општем случају екстинкција светлости зависи и од таласне дужине светлости. Значи да коефицијент апсорпције k зависи од таласне дужине светлости $k = k(\lambda)$. Релација (1) важи само за монохроматски сноп светлости. Слика атмосфере коју смо користили упрошћена је тиме што смо узели да су слојеви паралелни, док смо рефракцију занемарили. У пракси, за $z > 70^0$ треба узети у обзир и закривљеност слојева земљине атмосфере и рефракцију светлости. На таквим зенитним даљинама оптичка својства атмосфере брзо се мењају, па се због тога не препоручују фотометријска посматрања при $z > 70^0$. Горња граница атмосфере није оштра, па се за S и H могу узети само приближе вредности.

ПРИМЕР: Арктур (α Bootis) је фотометријски посматран на различитим зенитским даљинама, при чему су добијене вредности дате у следећој таблици:

z	$60^0{,}0$	$65^0{,}0$	$68^0{,}4$	$70^0{,}0$	$72^0{,}8$	$75^0{,}1$	$77^0{,}4$
F (z)	1,995	2,357	2,700	2,904	3,350	3,840	4,503
m_z	0,30	0,41	0,48	0,54	0,64	0,77	0,94

Одредити привидну звездану величину у зениту m_0, и ван земљине атмосфере m^0, као и коефицијент прозрачности p.

РЕШЕЊЕ: Користећи податке из таблице конструишемо график $m_z = f(\sec z)$ Са графика се очитавају $m_0 = 0{,}07$, $m^0 = -0{,}19$ и одатле $\Delta m^0 = 0{,}07 - (-0{,}19) = 0{,}26$. Како је $\Delta m^0 = -2{,}5 \log p$ одавде следи $p = 0.787$.

ЗАДАТАК: Ванатмосферске привидне величине Веге (α Lyr, $\alpha = 18\text{ h }35\text{m}$, $\delta = +38^0 44'$) и Алтаира (α Aql, $\alpha = 19\text{ h }48\text{ m}$, $\delta = +8^0 44'$) у зениту Београда ($\varphi = +44^0 48'$) износе $+0{,}^m03$ и $0{,}^m76$. Сматрати да коефицијент прозрачности Земљине атмосфере има вредност $p = 0{,}80$; наћи разлику привидних звезданих величина ових звезда на одговарајућим зенитним даљинама. (Решење: $m_z = -0{,}^m78$).

Нухи Рамани

ПОСМАТРАЧКИ ПРИЛОЗИ

ПОТПУНО ПОМРАЧЕЊЕ МЕСЕЦА 16. IX 1978.

Потпуно помрачење Месеца од 16. IX 1978. посматрао сам са једног брда у селу Моравци, код Љига ($\lambda = -1\text{ h }21\text{ m }18\text{ s}$, $\varphi = +44^0 12'$, $h = 300$ m), помоћу телескопа 50/500 mm, са увећањем 20 ×, на азимутној монтажи. Циљ посматрања био је да се што тачније уоче тренуци уласка Месеца и његових кратера у Земљину сенку, као и време њихових појављивања — излазака.

У току дана време је било промењиво облачно, да би се у вечерњим часовима незнатно побољшало. То је свакако умањило веродостојност добијених резултата. Месец је примећен први пут у 18 h 05 m СЕВ. (сви подаци дати су у СЕВ-у.) Тада се Месец назирао кроз облаке. Због близине хоризонта био је наранџасто-црвене боје. Око 18 h 24 m Месец је потпуно изашао из облака. Даљи догађаји регистровани су следећим редом:

18 h 25 m Месечев источни руб налази се у сенци. Сам улазак није посматран због облака. У сенци се налазе кратери Ричоли, Грималди, Хевели и Гасенди. 18 h 35 m Кеплер улази у сенку, 18 h 35,7 m Аристарх улази у сенку, 18 h 36,9 m Тихо улази у сенку, 18 h 37,2 m Коперник улази у сенку, 18h 38 m Океан Бура је у сенци, 18 h 50 m планински венац Атлас ушао у сенку, као и Пиколомини, 18 h 51 m Фабрицијус ушао у сенку, 18 h 52,8 m Руђер Бошковић ушао у сенку, 19 h 01 m Платон улази у сенку, 19 h 14 m сенка дотиче источни руб Мора Криза, 19 h 24,9 m Месец потпуно у сенци, 19 h 25 m на помраченом Месецу уочавају се Море Криза и Море Плодности, 19 h 30 m атмосферски услови се поправљају тако да се виде звезде шесте величине као и Млечни Пут, 19 h 40 m на западном рубу види се интензивна светла зона наранџасто-беличаста са благим црвенкастим тоном. Источни руб таман, 19 h 50 m светла зона помера се ка северном рубу диска Месеца, 20 h 14 m северни, источни и западни руб су јако светли, јужни руб једва видљив, 20 h 29 m до 20 h 43 m Месец је заклоњен облацима, 20 h 44 m Месец почиње да излази из сенке, 20 h 54 m Аристарх излази из сенке, 20 h 58 m Кеплер изашао из сенке, 21 h 00 m Платон излази из сенке, 21 h 08 m Коперник излази из сенке све до 21 h 10 m, 21 h 15 m Тихо излази из сенке, 21 h 14 m Руђер Бошковић излази из сенке, 21 h 35 m источни руб Мора Криза појављује се из сенке и сасвим излази у 21 h 42 m, у 21 h 46 m телескопом се види мало затамњење на западном рубу које је оком једва приметљиво, 21 h 48,1 m крај помрачења.

Танасијевић Зоран

POSMATRANJE POTPUNOG POMRAČENJA MESECA 16. IX 1978

Posmatranje sam vršio iz mesta Barič, udaljenog 20 kilometara od Beograda. Koristio sam sledeće instrumente:

1) teleskop reflektor 140/1400 mm, sa uvećanjima 35 i 90 ×,
2) durbin 20 × 50 i
3) dvogled 8 × 30.

Na početku pomračenja je bilo oblačno, ali se Mesec mogao videti. Oblaci su postepeno nestajali, tako da se u vreme maksimalne faze potpuno razvedrilo. Atmosfera je tada bila izvanredno providna, pa su se detalji na Mesečevoj površini odlično videli.

Vršio sam merenje trenutaka kontakata Zemljine senke sa kraterima i nekim durgim detaljima na površini Meseca. Ovo merenje sam vršio na teleskopu 140/1400 i durbinu 20 × 50. Teleskop sam koristio u periodu kada je senka zahvatala veći deo Mesečeve površine, zbog povećanja sjaja.

U periodu totaliteta vršio sam ocenu obojenosti Mesečevog diska, radi kasnijeg lakšeg određivanja tipa pomračenja po Danžonovoj skali. Polusenka je bila žute boje; spoljnji deo senke je imao izvanrednu plavo-zelenkastu boju. Sa približavanjem centru senke boja je prelazila u narandžastu, zatim u svetlo pa u tamno crvemu. Boja je zatim prelazila u sivo, a u oblasti oko centra senke u crno.

Prema Danžonovoj skali ovo pomračenje ocenio sam tipovima 2 i 4. Interesantno je koliko se više zvezda vidi kada nema Meseca: u periodu totaliteta su se lepo videle zvezde sjaja β Equ i 61 Cyg, dok su posle pomračenja krajnje vidljive zvezde bile sjaja δ Cyg.

Vršio sam i fotografisanje toka pomračenja. Koristio sam fotoaparat „Ljubitelj-2", zbog mogućnosti višestrukog eksponiranja jednog negativa. Koristio sam Orwo 20, razvijač FR-5. Ekspozicija je iznosila tokom totaliteta 30, a tokom delimičnog pomračenja 1/30 sekunde. Eksponiranje sam vršio u razmacima od deset minuta.

Tabela 1

Merenje trenutaka kontakata senke sa kraterima

1 — ulazak u senku		Gassendi	20 01
Menalaus	17 55 TU	Platon	20 02,5
Plinius	18 00	Copernicus	20 05
Platon	18 03	Archimedes	20 08
Petavius	18 05	Eudox	20 15
Eudox	18 07	Tycho	20 16
Aristoteles	18 09	Manilius	20 20
Poseidon	18 10	Menalaus	20 23
Palus Somnii	18 11	Poseidon	20 25
Langrenus	18 12	Chevallier	20 30
Mare Crisium		P. Somnii	20 34
(dodir)	18 15	M. Crisium	
(zahvaćeno)	18 20	(dodir)	20 36
TU 18 25 Totalitet		Parantius	20 39
		M. Crisium	
2 — izlazak iz senke		(izlaz)	20 42
TU 19 45 kraj totaliteta		Langrenus	20 46
Grimaldi	19 49 TU	TU 20 50 kraj pomračenja senkom	
Herodot	19 51		
Kepler	19 57		

Jovanović Ljubiša,
saradnik Narodne opservatorije

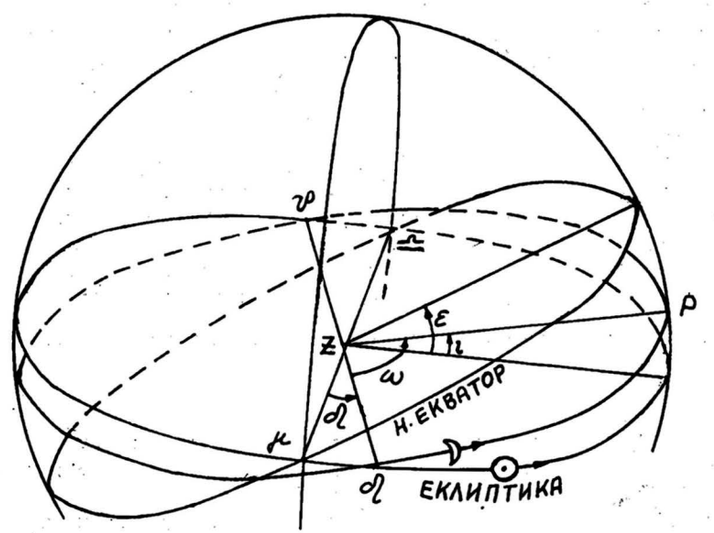
ЗА НАШЕ ПОЧЕТНИКЕ

КРЕТАЊЕ, ПЕРИОДИ И ОРБИТА МЕСЕЦА

У чланку се настојала добити заокружена слика о привидном и стварном кретању, периодима и путањским елементима Месеца. Заједничко излагање набројаних тема отежава праћење појединих, али олакшава увођење нових појмова.

Заједно са звездама, Сунцем и осталим телима небеске лопте и Месец учествује у њеном привидном дневном кретању, око Земљине лопте, са истока на запад. Ово најуочљивије кретање је привидно; последица је Земљиног окретања око своје осе од запада ка истоку. Због овог кретања Месец прелази приближно 15⁰ за 1 h. (360⁰/24 h)

Према звездама, које задржавају сталан међусобни распоред, Месец показује сопствено кретање са запада на исток. Пратећи његово кретање дуже времена утврдићемо да сваког часа пређе отприлике 0⁰,5, или свој привидни пречник. Уколико посматрање траје цео дан, тј. ако га посматрамо следећег дана у исто време видећемо да се на небеском своду померио приближно 13⁰. Идући стално на исток, овом релативно великом брзином, по путањи (сл. 1), која ће бити велики круг[1]) на небеској



Сл. 1.

[1]) Као и свако небеско тело и Земља се налази за посматрача на њеној површини у центру своје огромне и привидно постојеће небеске лопте. У тачки Z (сл. 1) се обзиром на њихову величинску безначајност може се сматрати да се налазе Земља и цео Сунчев систем. Равни нашег стајалишта, Земљиног екватора, Месечеве путање око Земље, и Земљине путање око Сунца, секу небеску лопту по круговима, који се тим редом називају: хоризонт, небески екватор, Месечева путања и еклиптика. Сви ови кругови представљају велике кругове небеске лопте, јер њихове равни пролазе кроз њен центар.

лопти, он ће истим звездама прићи са западне стране после $360^0/13^{\circ}/d \approx 27$ d. Тај временски период, који тачније траје 27,32 дана, назива се сидерички месец (sidus лат. звезда).

Месечево кретање са запада на исток је последица његовог стварног кретања око Земљине лопте са запада на исток. Пратећи његов стални поход на исток, видећемо да се после неколико опхода небеске лопте, крећући се по својој путањи, Месец нашао међу другим звездама. О чему се ради?

Људи су давно уочили да се изглед ноћне звездане полулопте коју видимо током године мења. Посматрајући је стално после заласа Сунца, можемо запазити да се на њеном источном делу појављују звезде, које су ту биле пре годину дана, док се оне на западном губе у Сунчевој светлости, јер им Сунце иде у сусрет. Померајући се са запада на исток по путањи, која је велики круг небеске лопте и зове се еклиптика, Сунце је обиђе за 1 годину (сидеричка година).

Годишња промена изгледа неба и кретање Сунца по еклиптици су последице Земљиног кретања око Сунца.

Због овог Земљиног кретања, неосветљена страна Земљине лопте са које се могу видети сва небеска тела осим Сунца и небеских тела у његовој околини је током године стално окренута новим деловима небеске лопте, па зато долази до годишње промене изгледа ноћног неба.

С обзиром на величинску безначајност Земљине путање око Сунца према удаљености небеске лопте, Месец посматран са Земље око које се креће[2]), иде током године приближно поред истих звезда. Због промене изгледа ноћног неба има се утисак да Месец поседује сопствено годишње кретање међу звездама. Оно је привидно, јер је Месец поред истих звезда и раније пролазио, само се оне нису могле видети због расипања Сунчеве светлости у Земљиној атмосфери. Ни Месец се не може видети дању ако је близу Сунца.

Сунце посматрано за Земље, која се креће око њега, око 1^0 на дан ($360^0/365$ d), са запада на исток, помера се пројектујући се по еклиптичким сазвежђима 1^0 на дан у исту страну. Ово тзв. привидно годишње кретање Сунца међу звездама се наравно не може директно посматрати.

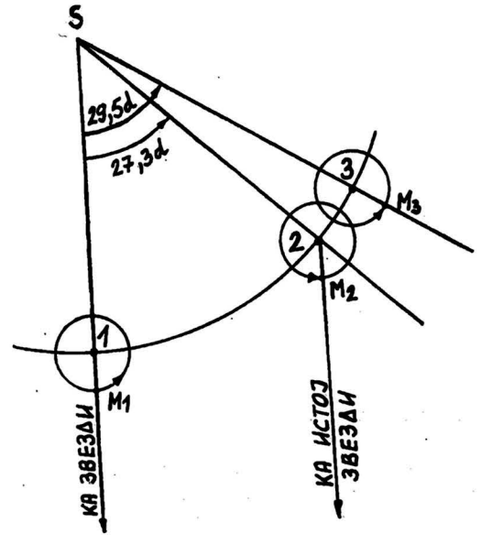
Месечев изглед, његова фаза на небеском своду, зависи од положаја Сунца које га обасјава. Колико је времена потребно да се поново нађе у истој фази, можемо израчунати знајући да се Сунце и Месец крећу са запада на исток брзинама $1\frac{^0}{d}$ и $13\frac{^0}{d}$

---

[2]) Трајање синодичког месеца можемо израчунати преко једначине синодичког кретања, коју ћемо извести. Месец и Сунце се у односу на звезде крећу брзинама $360^0/S_m$ и $360^0/S_g$ (S_m — сидерички месец, $S_g = 365{,}2624$ d — сидеричка година). Пошто је Месец бржи од Сунца он ће се у односу на њега кретати брзином $360^0/S_m - 360^0/S_g$. Крећући се овом брзином доћи ће у исту фазу после синодичког месеца C. Користећи и даље познату релацију да је време код равномерног кретања однос пута и брзине и изражавајући пут у степенима добићемо тражени синодички месец и поменуту једначину:

$$C = \frac{360^0}{\frac{360^0}{S_m} - \frac{360^0}{S_g}} \quad , \quad \frac{1}{C} = \frac{1}{S_m} - \frac{1}{S_g}$$

Одавде излази да је C = 29,53 дана.



Сл. 2.

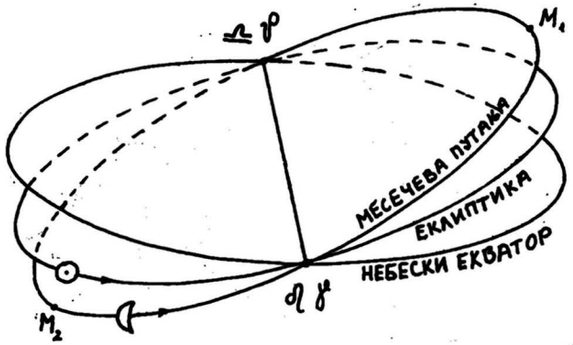
Нека ова два небеска путника пођу у исто време и приближно из истог места, ради веће очигледности. Ово је случај за време Младине, када се Месец не види, или је веома узан срп, јер се налази између Земље и Сунца. После 27 дана Месец ће стићи на исто место са кога је пошао, али неће бити у полазној фази, јер се Сунце за то време померило за 27^0. Месец ће сустићи Сунце и бити у истој фази као раније, тек после $27^0/12\frac{^0}{d} \approx 2\ 1/4$ d[2]) (делимо са $12\frac{^0}{d}$, јер је то брзина Месеца у односу на Сунце; за један дан Месец се удаљи $13^0 - 1^0 = 12^0$) Овај тзв. синодички период (συνοδος грч. састанак), који говори колико је Месецу потребно да се нађе поново у истој фази, дужи је значи од сидеричког за 2 1/4 дана и траје 29,53 дана.

Зашто је синодички месец дужи од сидеричког показује сл. 2. Када је Земља у положају 1 Сунце, Земља, Месец и звезда се налазе на истом правцу. Фаза је пун месец. По истеку сидеричког месеца Земља је у положају 2. Месец је начинивши пун круг око Земље у положају M_2 на правцу Земља звезда. Овај правац према звезди се поклапа са предходним, јер су звезде несразмерно далеке у односу на растојање Сунце Земља. У положају M_2 фаза није пун Месец. Ова фаза ће наступити у положају M_3, када се поново на истом правцу нађу Сунце, Земља и Месец. Месецу је потребно око 2 1/4 дана да пређе из положаја M_2 у M_3.

На слици 1 су приказане на небеској лопти путање Месеца и Сунца и небески екватор. Нагиб између путања износи $i = 5^08'43''$. Њихове пресечне тачке се називају чворови Месечеве путање. Чвор кроз који Месец пролази идући на северну полулопту назива се узлазни чвор и означава се знаком Ω. Дијаметрално супротно њему је силазни чвор $\mho$. Права која пролази кроз оба чвора назива се линија чворова.

Напоменимо да нагиб небеског екватора према еклиптици износи $\varepsilon = 23^027'$ и да се са њом сече у γ (гама) и $\simeq$ (вага) тачки. γ — тачка је она кроз коју Сунце пролази идући на северну небеску полулопту.

Положај Месеца у простору је потпуно одређен са шест тзв. орбиталних елемената. Први елеменат је нагиб Месечеве путање према еклиптици. Заједно са дру-



Сл. 3

гим, дужином узлазног чвора Ω, која се мери од γ-тачке на запад до линије чворова, нагиб одређује положај равни Месечеве путање у простору.

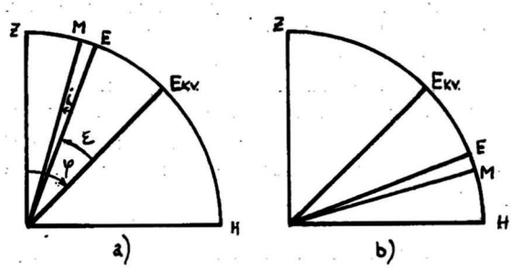
Тачнија посматрања показују да се чворови стално крећу дуж еклиптике у сусрет Месецу. 27,21 дан прође између два узастопна Месечева пролаза кроз исти чвор. Овај се период назива драконистички месец. (draco лат. змај; наводно у чворовима се налази змај који једе Месец и Сунце за време помрачења).

У току једног Месечевог обиласка његове путање чворови се помере $1^0,5$, или око 20^0 годишње. Цео круг еклиптике они пређу за 18 година и 7 месеци. (6793 d) Због овог померања по истеку сидеричког месеца Месец се не враћа тачно у ранији положај, већ строго говорећи он сваки свој обилазак врши по путањи која је отворена крива. Тек после 18 година и 7 месеци, када чворови затворе кругове по еклиптици, Месечева орбита заузима поново пређашњи положај.

Кретање чворова битно утиче на Месечеву видљивост, што значи и на његово привидно дневно кретање. Размотримо најпре како се оно одражава на удаљеност Месеца од небеског екватора, а затим и у односу на хоризонт.

Када се узлазни чвор Месечеве орбите поклопи са γ-тачком, Месечева путања је ван угла који чине екватор и еклиптика (сл. 3) Тада је угао између Месечеве орбите и небеског екватора највећи $28^036'$, ($23^027' + 5^009'$) а Месец је најдаље од екватора у положајима M_1 и M_2.

Висина и видљивост Месеца изнад хоризонта зависе од географске ширине места посматрања. Када је Месец у положају M_1 он је за посматраче на северној Земљиној полулопти највише изнад хоризонта. (сл. 4а) На географској ширини Народне опсерваторије у Београду, која износи $\varphi = 44^049'$, Месечева висина ће износити $73^047'$. ($28^036' + 45^011'$), а зенитна даљина је најмања $16^013'$. Пошто је у



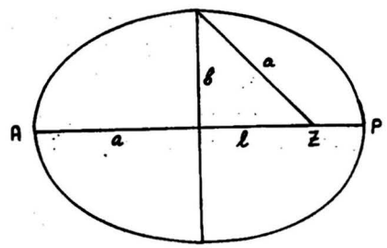
Сл. 4

томе положају ван чворова тј. екватора, следи да ће током свог дневног привидног кретања излазити на североистоку, а залазити на северозападу. То уједно значи да ће бити изнад хоризонта више од пола дана.

Када се после истека половине сидеричког месеца нађе у тачки M_2 он ће за посматрача на северној Земљиној полулопти бити најближе хоризонту; у нашем случају висина ће му износити $16^035'$. (сл. 4б). Сада је место излаза највише на југоистоку, а залаза на југозападу. У том положају Месец већи део дана проводи испод хоризонта.

Ако се у γ-тачки налази силазни чвор, онда је Месечева путања између екватора и еклиптике, па са екватором заклапа $18^018'$ ($23^027' - 5^009'$). У овоме случају осциловање око екватора је мање, па зато највеће висине изнад хоризонта имају мање екстремне вредности него у претходном случају.

Услед тзв. прецесионог кретања Земљине лопте небески екватор клизи по еклиптици, пресецајући је стално у новим γ и ♎ тачкама. Ове тачке иду стално од истока ка западу у сусрет Месецу. Због тога Месец крећући се по својој путањи стиже поново тачно изнад γ-тачке (тачније: стиже у пресечну тачку Месечеве путање и великог тзв. латитудног круга, који је нормалан на еклиптику, а у овоме случају пролази кроз γ-тачку, сл. 1) 7 s раније него што траје сидерички месец. Овај се временски интервал назива тропски период (τροπος грч. обрат)[3])



Сл. 5.

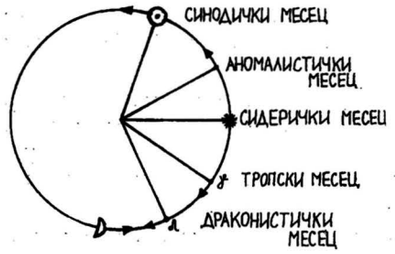
Данас знамо да је Месечева орбита приближно елипса. Њену величину карактерише велика полуоса a (сл. 5), која износи 384 401 km. Тачка Месечеве орбите у којој се Месец налази најближе Земљи назива се перигеј P, а најудаљенија је апогеј A. Линија која пролази кроз ове две тачке назива се линија апсида.

Напоменимо овде да се Месец заједно са Земљом креће око Сунца. По елипси се око Сунца креће уствари центар масе овога система. Центар масе је много ближи Земљином средишту, јер је Месечева маса 0,0123 део Земљине. Налази се око 1700 km испод Земљине површине. Услед тога Месец и Земља описују око Сунца криве сличне синусоиди; Месечева има већу амплитуду.

Положај елипсе у равни орбите се одређује углом између линије чворова и линије апсида ω и то угловним растојањем од узлазног чвора Ω у смеру кретања Месеца ка перигеју P. Овај угао и велика полуоса су трећи и четврти орбитални елементи Месеца.

---

[3]) Уобичајено је да се каже да је то време, које је потребно да се Месечева дужина увећа за 360^0. Дужина је координата еклиптичког координатног система. Представља угао, који се мери од латитудног круга који пролази кроз γ-тачку на запад до онога који пролази преко одређеног небеског тела.



Сл. 6.

Линија апсида АР мења свој правац. Перигеј се помера ка истоку и цео круг начини после 8,85 година. Време које протекне између два суседна Месечева пролаза кроз перигеј износи 25,55 d и назива се аномалистички месец (ανωμαλια грч. одступање).

Тачније вредности периода Месечевих обилазака, редом по времену трајања у средњим сунчаним данима су дате у таблици. Исти редослед, уз приказ смера кретања појединих тачака, је дат на сл. 6. Из мнемотехничких разлога у једној равни су приказане еклиптика и Месечева путања.

$$\begin{aligned} D &= 27,^{d}212\,2200 = 27^{d}\ 5^{h}\ 5^{m}\ 35,^{s}8 \\ T &= 27,\ 321\,5817 = 27\ \ 7\ \ 43\ \ 4,7 \\ S &= 27,\ 321\,6610 = 27\ \ 7\ \ 43\ \ 11,5 \\ A &= 27,\ 554\,5505 = 27\ 13\ 18\ 33,1 \\ C &= 29,\ 530\,5882 = 29\ 12\ 44\ \ 2,8 \end{aligned}$$

Форму елипсе одређује пети орбитални елемент — ексцентрицитет e. Он је једнак количнику линеарног ексцентрицитета l и велике полуосе a,

$$e = \frac{l}{a} = \sqrt{a^2 - b^2}\ /\ a$$

b — мала полуоса елипсе

Ексцентрицитет Месечеве орбите износи $e = 0{,}055 = 1/18$. Разломак нам говори да ако Месечеву велику полуосу представља 18 дужинских јединица, онда ће фокус Z у коме се налази Земља бити удаљен једну од центра његове орбите. Одавде следи да је Месец у перигеју ближи Земљи за $1/18\ a = 21000$ km, а када је у апогеју за толико је даљи.

Да би израчунали положај Месеца у одређеном тренутку, потребно је познавати време t_0 када се налазио у некој одређеној тачки на орбити; обично се узима момент проласка кроз перигеј. Време проласка кроз почетни положај представља последњи шести елеменат Месечеве орбите.

На крају напоменимо да су орбитални елементи Ω, i, ω, e и a изложени сталним променама због вишеструких поремећаја различитих периода и амплитуда, који се могу уочити захваљујући релативној близини Месеца. Зато су напред за e и i дате њихове средње вредности. Тако у зависности од периода апсида који износи 8,85 година долази до промена велике полуосе и ексцентрицитета који варира од 0,044—0,066 (1/23—1/14). Због тога Месечева орбита као да пулсира, развлачи па се заокружује. Нагиб орбите се пак мења у току 173 дана од 4°59'—5°19'.

Све ове промене су условљене привлачним дејством Сунца и планета и несферним обликом Земље.

Но и поред ове сложености данас је рачунарима могуће израчунати положај Месеца, чија грешка не прелази 0,5—1". Неки обрасци представљају суме и по више десетина чланова, чији периодични поремећаји често не прелазе 0",12, што одговара промени положаја Месеца од 200 m.

Савремена теорија кретања Месеца са великом тачношћу приказује његово кретање што је доста важно за израчунавање путања космичких летилица, изучавање помрачења и др. Она доста добро приказује како се Месечево кретање одвијало хиљадама година раније и како ће оно изгледати кроз хиљаде година.

Милан Јеличић

ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Са које стране Сунчевог диска настаје помрачење Сунца? (са десне, западне)
2. Ако под даном подразумевамо време које протекне између два узастопна горња пролаза небеског тела кроз меридијан и знајући да је Сунцу за то потребно 24 h, израчунати колико траје звездани и Месечев дан? (23 h 56 m; 24 h 52 m)
3. Ако Месец пролази у 20 h кроз меридијан места наћи колико ће степени бити удаљен следећег дана од меридијана у 22 h. (16^0)
4. Да ли се може десити да у току дана Месец не изађе? (да)
5. Колико је дана потребно Месецу да се од Сунца удаљи 36^0? (3 дана)
6. Колико пута Месец обиђе Земљу за време једног његог обиласка око Сунца? (око 13,5 пута)
7. Да ли календарска година има цео број синодичких месеци? (нема)
8. Година (тропска) траје 365 d 5 h 48 m 46 s. Колико износи средња дужина календарског месеца? (30 d 10 h 29 m 4 s)
9. Зими се Земља креће брже око Сунца. Да ли је тада синодички месец дужи или краћи од своје средње вредности? (дужи је)
10. Знајући да сидеричка година има 365,26 дана и узимајући из таблице трајање синодичког месеца израчунати трајање сидеричког месеца.
11. Колико степени Месец може бити највише изнад хоризонта у Љењинграду, када знамо да је његова географска ширина око 60^0? ($58^036'$)
12. Да ли се Месец може видети на дну Асуанских бунара. Ширина Асуана је $\varphi = 24^005'$? (да)
13. Који периоди Месеца постоје?
14. Линија апсида се годишње помери $40^041'$, док се за исто време линија чворова помери $19^020'$. Колико им је времена потребно да пређу цео круг еклиптике и да се врате у првобитни положај? (8,85 и 18,61 година)
15. Који орбитални елементи одређују положај равни Месечеве орбите, а који положај елипсе у тој равни?
16. Набројати орбиталне елементе.

IN MEMORIAM

Др ЗАХАРИЈЕ БРКИЋ

Скрхан дугим и тешким болестима, 24. априла 1979. године, заувек нас је напустио др Захарије Бркић, неуморни радник на астрономској науци и на универзитетској настави. И много више од тога — добар, скроман, вредан и поштен човек и верни син своје домовине.

Рођен 8. 11. 1910. у Пољни, код Трстеника, СР Србија. Већ као ђак Крушевачке и Чачанске гимназије одликовао се смислом за математичке науке. 1936. брильантно завршава студије на групи за теоријску математику ондашњег Филозофског факултета у Београду, студија које су водили научници светског гласа — Михаило Петровић, Јован Карамата, Милутин Миланковић и други.

Захарије Бркић, прелази 1938. г. у астрономску струку и у њој остаје неуморни радник пуних 40 година. Од 1938. до 1972. прошао је кроз све службе на Астрономској опсерваторији у Београду; кроз сва њена научна звања. Од 1951. до 1966. био је доцент и ванредни професор Геодетског одсека Грађевинског факултета, а од 1959. до 1978. ванредни и редовни професор Природно-математичког факултета у Београду.

На Астрономској опсерваторији био је суоснивач двеју научних група — оне за тачно време и изучавање промена географске дужине и друге, за изучавање промена географске ширине и померања Земљиних полова. Првом је дуго година руководио с изванредним успехом и подигао њен степен тачности и научни ниво, и поред скромне материјалне и кадровске основице, до тог ступња да је с високим рангом ушла у одговарајућу Међународну службу. Из ове области дао је преко 70 научних прилога и стручних радова. Његова докторска дисертација „Анализа систематских грешака пасажног инструмента и других систематских утицаја" била је у свету запажена, а код нас и другде покренула низ научних радова из ове области. За овакав рад изабран је био за члана две научне комисије Међународне астрономске уније.

Захарије Бркић исто тако је вредно радио и на универзитетској настави. На Геодетском одсеку учествовао је у подизању преко 200 геодетских инжењера, толико потребних нашој привреди и армији, а на Природно-математичком, наших бројних висококвалификованих астрономских стручњака. Више њих је под његовим руководством, са оба факултета, стекло магистарски и докторски научни степен. Касније су и они сами постали истакнути универзитетски наставници и научни радници или запажени стручњаци и руководиоци у привреди и армији.

Радећи на настави, професор Бркић је стигао, као коаутор, да напише и два прва наша потпуна универзитетска уџбеника астрономије који су толико недостајали многим генерацијама. Сем тога, учествовао је и у покретању по једне научне публикације на оба факултета.

Две су основне карактеристике професора Бркића које ће дуго остати у срцима његових сарадника и ђака — његов култ рада и његов родитељски несебични однос према његовим ђацима.

За свој дугогодишњи рад на науци и универзитетској настави професор Бркић одликован је пред смрт Орденом рада са црвеном заставом.

Бранислав Шеварлић

НОВОСТИ И БЕЛЕШКЕ

Правила за додељивању имена детаљима рељефа на Венери. — Недавно је Међународна астрономска унија усвојила критеријуме по којима ће се додељивати имена појединим детаљима на површини Венере. Кратери и прстенасте формације типа Месечевих мора добијаће женска имена. Највећим кружним удолинама и равницама даваће се имена богиња, док ће кратери са пречником већим од 100 километара бити именовани у част јунакиња из митологије. Мањи кратери добијаће обична женска имена разних народа.

Очекује се да ће у блиској будућности, испитивањем површине планете помоћу радио-таласа (радио-локација), моћи да се направи мапа површине Венере. Пошто ће испитивању површине планете највише допринети радио-локациона и космичка истраживања, планине и кањони ће добијати имена људи који су се истакли радом у овим областима.

Изузетак је први детаљ рељефа, откривен приликом најранијих радиолокационих истраживања Венере који се незванично означавао грчким словом α. Овај детаљ, пречника око 1000 километара, представља једну од најсјајнијих и најбоље уочљивих области на радио-локационој карти Венере. Његово званично име је сада Алфа и узет је за почетак рачунања дужине на Венери а налази се на 25⁰ јужне ширине.

Совјетска космичка станица „Венера-9" спустила се у сличну област, сјајну према радиолокационој карти и пренела телевизијску слику површине. На основу слике, може се предпоставити да се ради о каменитом планинском пределу, па је то највероватније и објекат Алфа.

Природа, 1978, Бр. 6, с. 131.

Transaction of the IAU, 1977, v. XVI B, s. 331.

Др М. С. Димитријевић

XII Међународна астрономска радионица коју организују чланови IAYC одржаће се 1979. године у Савезној Републици Немачкој, од 20. VII до 10. VIII, у селу Виолау, 80 км удаљеном од Минхена. Учесницима ће стајати на располагању рефрактор од 30 cm, Шмит камера и други инструменти, као и веома повољни посматрачки услови. Посебно ће бити разматране теме: планетни систем, метеори, вештачки сателити, историја астрономије, космички зраци, промењиве звезде и спектроскопија. Предвиђене су и екскурзије. Једна од њих је посета древном метеорском кратеру „Nordlinger Riess".

Камп је намењен пре свега омладини од 16 до 23 године. Обавезно је знање енглеског језика. Цена која садржи исхрану, програм, излете и друго, износи 300 DM, односно 165 US долара. Организатор је: IAYC 1979, c/o, Tjalling Vis, Haven N. Z. 113, 7602 EG Almelo, Netherlands.

(Т. А.)

Најтежи молекул у Космосу. — Група канадских астронома на челу са Л. У. Еверијем и Џ. М. Меклиодом открила је присуство молекула цијанотриацетилена (HC_7N) у сазвежђу Бика. Откриће је извршено приликом анализе примљеног радио-зрачења. Ова супстанца је најближа органским једињењима од свих до сада нађених у космичком пространству и врло лако ступа у реакције са другим материјама

услед чега се на Земљи не налази у природи. На молбу канадских астронома, група енглеских хемичара на челу са Г. Кротоом извршила је синтезу цијанотриацетилена и утврдила да се лабораторијски добијен микроталасни спектар овог једињења поклапа са подацима канадских астронома.

Природа, 1978, Бр. 1, с. 135
Science News, 1977, v. 111, s. 260.
Др М. С. Димитријевић

Зашто није нађен живот на Марсу. — Инструменти космичког брода Викинг нису открили на Марсу трагове органске материје упркос својој високој осетљивости. Многе је изненадио овакав резултат пошто поједини детаљи Марсове површине изгледају као да су настали под утицајем воде, а и бројни метеорити богати угљеником, који су падали на површину планете у прошлости, погодују настанку органских молекула.

Енглески космохемичар А. А. Милс је предложио могуће објашњење ове загонетке. На Марсу се често догађају снажне пешчане буре. Трењем се на зрнцима песка које је подигла олуја, може створити електростатички набој. На Земљи се овако створени електрични набој обично празни услед настанка муња, што се не дешава у реткој атмосфери Марса. Услед тога, створени електрични набој нестаје постепено, у процесу тињавог пражњења. Овакво пражњење има својство да сваку површину а нарочито силикатну (песак) ослободи и најмањих трагова органске материје.

Да би потврдио своје претпоставке, Милс је извео следећи оглед. Испрани, жарени песак, ставио је у посуду из које је испумпао ваздух. Затим је опонашао пешчану буру помоћу вибрирања посуде. Када је притисак у посуди био око 0.1 mm Hg што је близу услова који владају у високим слојевима Марсове атмосфере, настајало је слабо зеленкасто светљење. На нешто већим вредностима притиска, које одговарају условима на површини планете, јављало се сјајније тракасто светљење које подсећа на поларну светлост. Код притиска око 50 mm Hg, светљење је нестајало и пражњење се одигравало у појединим бљесковима.

Тињајуће пражњење изазива дисоцијацију (разлагање) молекула гаса и стварање атомског кисеоника и озона, што погодује процесима оксидације. Црвенкаста боја Марса, чији је узрок оксидација материје на његовој површини, иде у прилог изложеној хипотези.

Природа, 1978, Бр 10, с. 130

Др М. С. Димитријевић

ОБАВЕШТЕЊЕ

Обавештавамо читаоце да поседујемо следеће комплете „Васионе": 1959, 1971 и 1972. по цени 12 динара, 1973. по цени 16 динара, 1974—1976. по 20 динара, 1977—1978. по цени 32 динара.

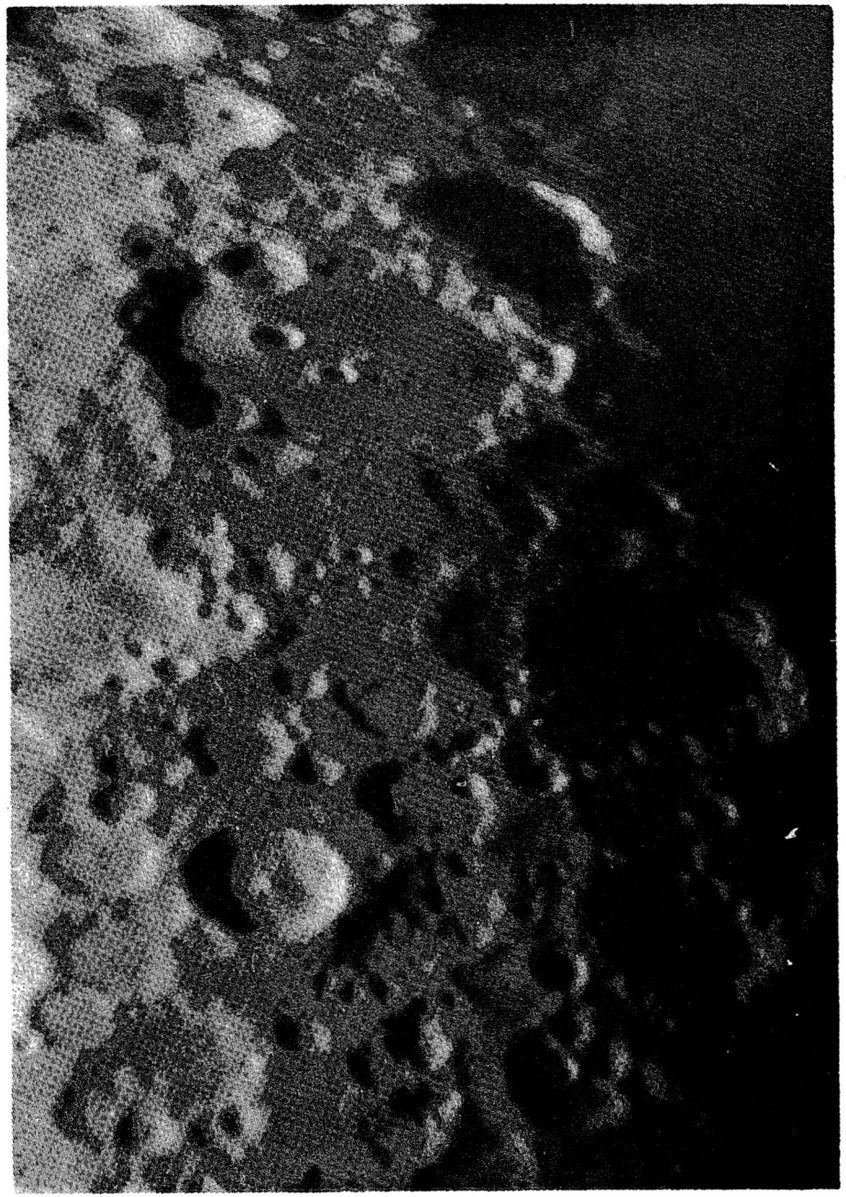
Имамо и следеће бројеве: 1953/1 и 2, 1954/1, 1964/4, 1967/2 и 1970/3—4 по цени од 3 динара.

Уз комплете бесплатно прилажемо књижице: Ели Картон: Улога Француске у развоју математике и Астрономске науке (издање Катедре за астрономију ПМФ).

— „Сатурн" 1/1936 по цени 3 динара

— Карта северног неба до деклинације -30^0 и звездане величине 5,5, димензија 60 × 60 цм, по цени 10 динара.

Наруџбине слати на адресу: Астрономско друштво „Руђер Бошковић" Београд, Калемегдан. Уплате се врше на жиро рачун број: 60806-678-6639.



Кратери Клавије (горе, са низом мањих кратера унутар њега) и Тихо (доле, са централном гором) снимљени 16. V 1978. у TU 19 h 40 m. Телескоп: рефрактор Zeiss Народне опсерваторије 110/2000 mm. Окуларном пројекцијом остварено је F_e = 20 000 mm. Филм KB 21, развијач Microphen, експозиција 2,5 s. Снимио: Љубиша Јовановић.

VASIONA



ВАСИОНА

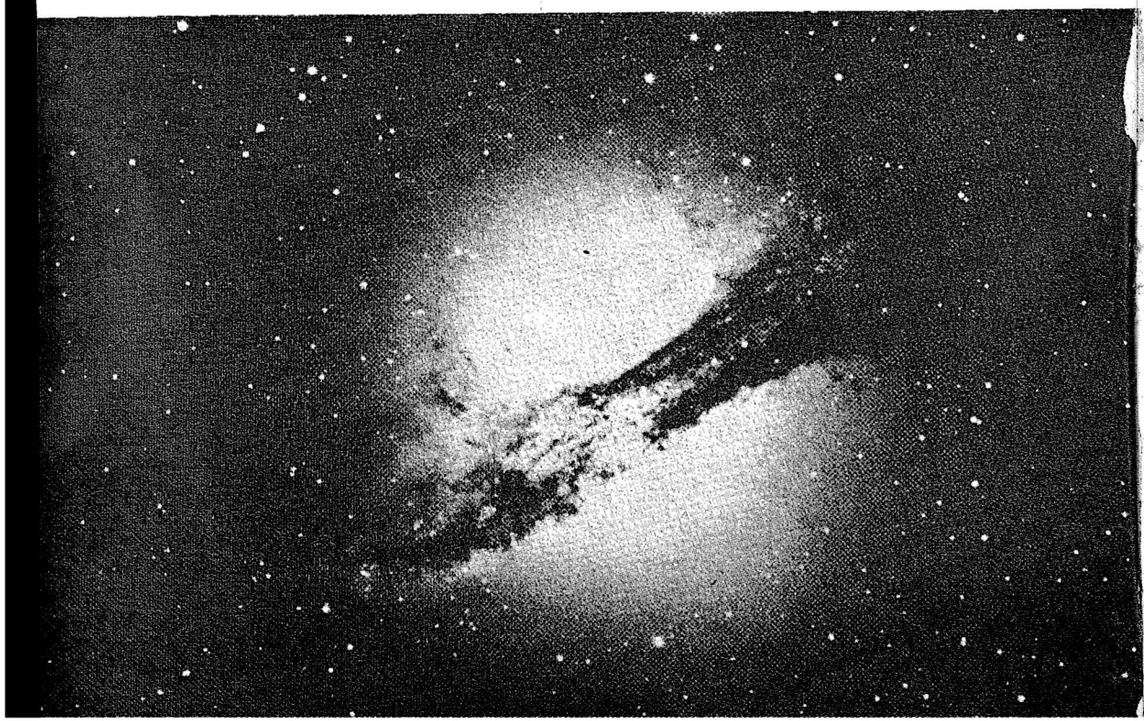


ČASOPIS ZA ASTRONOMIJU I ASTRONAUTIKU

ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИКУ

YU ISSN 0506-4295

На слици је представљена чувена галаксија NGC 5128 у сазвежђу Centaurus, која је у радио-подручју познат радио-извор Centaurus A. Најновија истраживања показују да је тамна трака која се види преко средине у ствари диск скоро кружног облика, око 12 000 парсека у пречнику, нагнут око 75° према равни тангенцијалн небеску сферу у тој тачки. Тај диск окружује елипсоидалну компоненту која се састоји од звезда и за ко сматра да је око 10 милијарди година стара. Диск је знатно млађи и ротира много брже но елипсоидални сис Стварање младих, плавих звезда се одвија на крајевима диска. Диск је можда стечен захватом из неке друге гала или је настао од међугалактичке материје.



IN MEMORIAM:
Проф. др РАДОВАН ДАНИЋ

○

БЕСМИСЛЕНА ПИТАЊА У КОСМОЛОГИЈИ

○

УЛОГА И ЗНАЧАЈ ОКУЛТАЦИЈА

○

ФОТОГРАФИСАЊЕ ЗВЕЗДА

○

ПОСМАТРАЊА ЈУПИТЕРА

○

ПИТАЊА ИЗ ТЕСТОВА

○

НОВОСТИ И БЕЛЕШКЕ

1979 — 2

Маглина М42 у Ориону, снимљена 12. XI 1977. г. рефлектором 180/1550 мм. Филм Kodak Tri-X, експозиција 10 минута. Снимио Драган Микешић, аматер из Ниша. У делу маглине који је најсјајнији налази се тзв. Орионов трапез, вишеструка звезда. Запажа се тамни облак међузвездане прашине. Поред М42 налази се М43, са сјајном звездом у средини.



VASIONA REVUE D'ASTRONOMIE ET D'ASTRONAUTIQUE

ANNÉE XXVII
1979 № 2
BEOGRAD

Bulletin de la Société Astronomique „R. Bošković". Adresse: VASIONA, Narodna opservatorija, Kalemegdan, Gornji Grad, Beograd, Yougoslavie

САДРЖАЈ

In memoriam: Проф др Радован Данић 33
Др М. С. Димитријевић: Бесмислена питања у космологији и релативистичкој астрофизици 40
В. М. Протић-Бенишек: Улога и значај окултација у савременој астрометрији 43
А. Томић: Osnovi astrofotografije (III) 47
Lj. Jovanović: Posmatranja detalja u atmosferi Jupitera tokom opozicija 1976/77, 1977/78 i 1979. godine (I) 54
А. Томић: Питања из тестова за V—VI разред 63
Новости и белешке 64

МОЛИМО ЧИТАОЦЕ ДА ПРИХВАТЕ НОВУ ЦЕНУ ЧАСОПИСА. ДРУШТВО ЈЕ БИЛО ПРИНУЂЕНО НА ОВАЈ КОРАК ЗБОГ СТАЛНОГ ПОВЕЋАЊА ТРОШКОВА ШТАМПАЊА И СМАЊЕЊА ДОТАЦИЈЕ.

Издавачки савет

Академик ТАТОМИР АНЂЕЛИЋ, НЕНАД ЈАНКОВИЋ, Др АЛЕКСАНДАР КУБИЧЕЛА, Мр ЈЕЛЕНА МИЛОГРАДОВ-ТУРИН, Инж АЛЕКСАНДАР ПОПОВИЋ, Мр МАРИЈА ПОТКОЊАК, Др СОФИЈА САЦАКОВ, АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ, НИНОСЛАВ ЧАБРИЋ, Проф. Др БРАНИСЛАВ ШЕВАРЛИЋ

Уређивачки одбор

Др МИЛАН ДИМИТРИЈЕВИЋ, НЕНАД ЈАНКОВИЋ, Проф. Др БРАНИСЛАВ ШЕВАРЛИЋ, АЛЕКСАНДАР КУБИЧЕЛА, Инж. АЛЕКСАНДАР ПОПОВИЋ, Мр ЈЕЛЕНА МИЛОГРАДОВ-ТУРИН, АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ, НИНОСЛАВ ЧАБРИЋ,

Главни одговорни уредник

Мр ЈЕЛЕНА МИЛОГРАДОВ-ТУРИН

Zbog dužeg boravka glavnog urednika u inostranstvu ovaj broj uredio je

Помоћник уредника АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ

Насловну страну израдио ПЕТАР КУБИЧЕЛА

ВАСИОНА, часопис за астрономију и астронаутику. Издаје Астрономско друштво „Руђер Бошковић", уз учешће Републичке заједнице за научни рад СР Србије. Годишња претплата НД 50, за ученике свих школа ако поруче одједном најмање десет примерака по НД 30, а за иностранство НД 100. Појединн број НД 12,50. Власник и издавач Астрономско друштво „Руђер Бошковић", Београд. Уредништво и администрација: Београд, Народна опсерваторија, Калемегдан, Горњи Град. Тел 624-605. Рукописи се не враћају. Претплате слати у корист рачуна број 60806-678-6639

На основу мишљења Републичког секретаријата за културу број 413-665/74-02 од 27. XII 1974. ово издање је ослобођено пореза на промет

Штампа: НИГРО „Привредни преглед", Београд, Маршала Бирјузова 3—5.

ВАСИОНА ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИКУ

ГОДИНА XXVII
1979 БРОЈ 2
БЕОГРАД

IN MEMORIAM

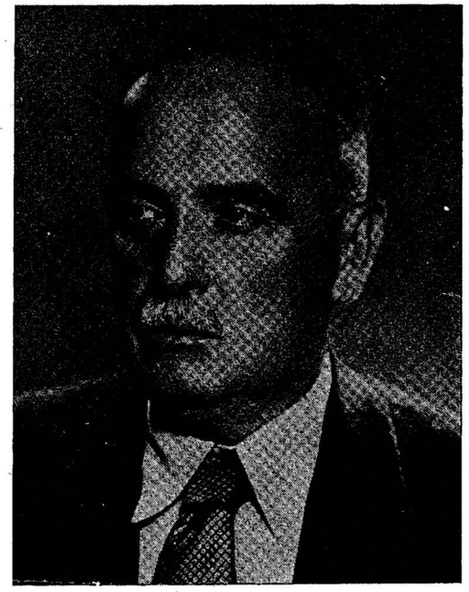
Проф. др РАДОВАН ДАНИЋ

(1893—1979)

Наше Астрономско друштво „Руђер Бошковић" је 4. јуна 1979. године изгубило једног од својих оснивача, великог љубитеља астрономије, познатог хирурга проф. др Радована Данића.

Рођен је 21. јануара 1893. године у Београду у угледној лекарској породици др Јована и Ленке Данић.

Радованов отац др Јован Данић, психијатар, управник Душевне болнице у Београду и председник Главног санитетског савета у Министарству унутрашњих дела, обезбедио је свом сину солидно образовање.



Основну школу и гимназију је завршио у Београду. У гимназијским данима је показивао изузетан интерес за позориште, па је Бранислав Нушић интервенисао код његових родитеља да би постао глумац. Међутим, под утицајем оца, Радован одлази као стипендиста Министарства војске у Минхен 1911. године на студије медицине. Тамо је између осталог слушао предавања физичара Рентгена.

Када је избио I балкански рат, због недостатка медицинског особља, по позиву, као војни питомац, прекида студије. За време балканских ратова налази се у Београду, где ради као лекарски помоћник у резервним војним болницама у које су са бојишта допремани рањеници.

По завршетку *II* балканског рата студије наставља у Берлину, али их ускоро поново прекида, јер се ратна олуја поново надвила над Србијом. Добровољни је

организатор повратка студената преко Русије, Бесарабије и Влашке. И цела породица Данић је кренула у I светски рат. Отац, пензионисани др Јован активиран у чину пуковника пада у аустро-угарско заробљеништво. Брат Димитрије, професор историје, умире од пегавог тифуса, док је Радован заједно са браћом, резервним официром др Данилом, правником и др Милованом, офтамологом, учествовао у албанској голготи српске војске — сва тројица су носиоци Албанске споменице.

Почетком рата радио је у Нишкој војној болници и у једном од седам санитетских возова. После повлачења нашао се у Пећи, а онда га је пут водио преко албанских гора, односно градова Љеша и Драча. У Драчу је радио на укрцавању болесника и рањеника за Крф, на који је и сам отишао, оставши на њему све до одласка на солунски фронт.

По завршетку рата студије наставља и завршава у Берну, где је и промовисан 1922. године.

Вративши се у Београд ради као секундарни лекар у Главној војној болници код истакнутог хирурга генерала проф. др Михаила Петровића, код кога је радио на солунском фронту у великој болници у Драгоманцима. О том пожртвованом и непосредном човеку целога живота ће имати само речи хвале.

Хирургију је специјализовао у Београду и Бечу од 1922 до 1924. године. У то време је био и асистент при катедри хируршке пропедевтике Медицинског факултета у Београду.

Са службом је 1925. године премештен у Ниш, где ради као шеф хируршког одељења Војне болнице V армије. Ту је упознао своју жену Десанку, која ће му бити верни пратилац почев од 1926. године.

По пензионисању генерала Михајла Петровића, 1933. године, постаје шеф хируршко-ортопедског одељења Главне војне болнице у Београду. Оснивач је предмета ратна хирургија и његов први предавач, 1935. године, на Медицинском факултету у Београду.

Проф. др Радован Данић је дочекао Други светски рат, као главни војни хирург у чину пуковника. У Априлском рату Немци га заробљавају, као команданта 56. хируршке болнице, у Рогатици код Сарајева. Спроведен је на рад у Главну војну болницу у Београд.

Сходно својим патриотским осећањима помаже НОП. Денунциран због сарадње са Космајским партизанским одредом, ухапшен је крајем 1942. године од стране Гестапоа. У задњем часу је избегао стрељање у Јајинцима. После кратког задржавања у Главњачи и Бањици, интерниран је у заробљенички логор у Нирнбергу. Овај официрски логор је 1943. године премештен у Хамелбург. У Хамелбургу је постављен за старешину болнице овог логора.

У логору је његов латентни интерес за астрономију до великих размера побудио наш истакнути астроном Пера Ђурковић. Они су ту, заједно са још неким поверљивим друговима, правили дурбине од болничке оптике, картонских цеви и фластера. И у овоме послу је био мајстор, јер је по жељи оца у детињству, да би видео „од чег' људи живе" кратко време провео у столарској радионици. Ово пријатељство, које ће касније много значити за популаризацију астрономије код нас, непомућено је трајало до задњег часа Радована Данића.

Ослобођењем логора, болница у Хамелбургу улази у састав Савезничке болнице бр. 156, а он је постављен за њеног шефа.

Проф. др Радован Данић је својим стручним и пожртвованим радом у заробљеништву задужио многе људе. У тим тешким тренуцима, задобио је својим часним понашањем, опште симпатије.

Истакавши се успешним операцијама добио је понуду за рад у Америци. Одбио је из љубави према својој домовини. У знак захвалности при повратку у земљу добио је од Американаца, из њиховог ратног плена, два вагона лекова, медицинских инструмената и осталог санитетског материјала.

У чину санитетског пуковника ЈНА радио је као главни хирург Војне болнице *III* армије у Новом Саду. Затим је начелник хируршког кабинета поликлинике ВМА у Београду. Међу оснивачима је данашњег трауматолошког одељења Хируршке клинике ВМА, 1951. године. Као први начелник овог одељења дужност је обављао до свог пензионисања 1956. године. На ВМА је био и ванредни професор опште хирургије.

Поред активности у свим гранама хирургије, проф. др Радован Данић се бавио посебно хирургијом повреда. Нарочито је разрадио методе лечења прелома. Публиковао је више стручних радова од којих се истичу:

1. Компендијум хирургије, 1925 (заједно са Соломоном Давидовићем)
2. Ратне повреде, 1939.

Одгојио је више специјалиста хирургије.

Упоредо се одвијао и његов интензивни рад на упознавању астрономије, осталих природних наука и математике. И данас људи са клинике причају како је својим астрономским причама заразно деловао међу лекарима, те су тако неки постали чланови нашег Друштва.

По одласку у пензију био је до 1962. године саветник у Секретаријату за народно здравље СИВ-а.

Био је члан Српског лекарског друштва, у којем је његов отац раније био дугогодишњи председник. Као члан Међународног хируршког друштва активно је учествовао у раду његових конгреса.

Заједно са вишим научним саветником Пером Ђурковићем, проф. др Бранславом Шеварлићем, проф. др Божидарем Поповићем, проф. Јосипом Славенским, др Јованом Симовљевићем др Ђорђем Телекијем, др Александром Кубичелом, професор Данић, како смо га звали је био, 1951. год., један од оснивача Београдског астрономског клуба „Руђер Бошковић."

Истакнуто место заузима и 1952. год. међу оснивачима Астрономског друштва „Руђер Бошковић", које настаје издвајањем БАК-а из Удружења студената ПМФ-а. У та бескућничка времена адреса његовог стана је била истовремено и адреса Друштва; у њему су одржани и неки састанци Управе.

Сви важнији датуми у развоју Друштва везани су за име његово и поменутих сарадника, а и оних који су се нешто касније придружили као Ненад Јанковић, др Ђорђе Николић, др Василије Оскањан, Милорад Протић, др Софија Сајаков, и други. Међу ове датуме спада покретање часописа „Васиона" 1953. год, оснивање Народне опсерваторије 1964. год. као и Планетаријума 1970. године.

У Друштву је професор Данић имао најодговорније функције. Председник Друштва био је непрекидно до 1966. године, а потом је његов почасни председник. Од 1956. године је члан Уређивачког одбора „Васионе". Управник Народне опсерваторије је био од 1965. до 1977. године, када је после више поновљених захтева разрешен дужности из здравствених разлога.

Био је члан Француског астрономског друштва. Једно време је био члан Управног одбора Астрономске опсерваторије у Београду.

Радован Данић је као предани прегалац на пољу популаризације астрономије дао много несебичног рада. Одржао је низ предавања на народним универзитетима, посебно на КНУ, у предузећима, школама, војним установама, затим на семинарима

за наставнике, разним пригодним приликама и редовним годишњим курсевима за спољне сараднике Народне опсерваторије.

Објавио је низ чланака из астрономије у разним астрономским и другим публикацијама. Самостално су штампани радови:

1. „Изглед и лепоте звезданог неба" КНУ, Београд 1954.
2. „У бескрајним дубинама васионе", КНУ, Београд 1956.
3. „Архитектура васионе", „Рад", Београд 1959. и 1960.

Професор Данић је 1949. године предао Универзитету свој превод познате књиге оца и сина др Елиса и др Бенгта Штремгрена „Уџбеник астрономије". Нажалост и поред великог труда, око ове књиге од 40 табака, превод није штампан.

Био је велики љубитељ неба, па је зато извршио низ самосталних посматрања. Из његових „Opservationes" се види да је од 1947 до 1964. године извршио 1305 посматрања разних објеката.

Учествовао је у организацији израде инструмената, организовању астрономских изложби, праћењу рада подружница и другим активностима.

Друштву је за живота поклонио екваторијал OTWAY, 100/1600 мм и комплете часописа Sky and Telescope и l'Astronomie.

За свој дугогодишњи рад професор Данић је одликован са више одличја. Међу њима се истиче Орден рада са црвеном заставом из 1972. године.

Изузетну личност професора Данића карактерисали су: велико поштење, енергичност, необична духовитост, штедљивост и патриотизам. Био је тачан и тражио је одговорност.

Својим усхићењем и достојанственим односом према тајнама неба, стварао је одушевљавајући немир код слушалаца, који је водио самосталном раду.

Нама сарадницима Народне опсерваторије била је права част бити у његовој близини, јер је од малих ствари правио велике доживљаје. Незаборавна је, рецимо, церемонија дотеривања опсерваторијског часовника.

Иако већ у поодмаклим годинама, професор Данић је, својим широким образовањем, поштењем, ведрим духом и великим искуством, пленио пажњу сарадника. И на нашу средину је битно утицао, на најмлађе посебно, јер је поред откривања загонетки васионе упућивао и у тајне озбиљне музике, литературе, историје и живота уопште.

Милан Јеличић

* *

Професора Данића упознао сам у заробљеништву, у Хамелбургу, где смо инж. Иван Шимић и ја у највећој тајности начинили дурбин од стакала за наочаре. С њим су се могли видети детаљи на Месецу. Постигли смо мало увеличање, али ипак довољно да се могу испричати занимљивости о Месечевој површини. Са нашим успехом упознали смо још неке поверљиве другове. На тај начин ова вест дође и до проф. Данића, санитетског пуковника, који је био командант заробљеничке болнице у непосредној близини логора. Он ми понуди да пређем у болницу као долмечер (тумач).

У болници су прилике биле далеко боље. За прављење дурбина имали смо на расположењу колекцију стакала разних диоптрија. Тако је проф. Данић успео да набави аматерски објектив пречника 6 цм, а за окулар смо користили окулар са болничког микроскопа. Наши дурбини повећавали су 200 пута. Могли смо јасно видети прстен Сатурна, појасеве и пегу Јупитера и фазе Венере. Детаљи Месечеве површине били су изванредни.

За начињене инструменте знао је ограничен број лица. Др Данић их је чувао у соби у којој је оперисао. Били су испод стола на коме лежи болесник. Кад га је једном командант логорске полиције упитао: „Какве су то картонске цеви?", проф. Данић је сталожено одговорио: „Осветљење за операцију је недовољно. Помоћу тога доводим допунско осветљење на рану".

Проф. Данић је навикао у току студија да сваком проблему прилази темељно. Зато се и његова љубав за астрономију није исцрпљивала посматрањем. Био је пасионирани посматрач и знао да запази и најфиније детаље, а и тражи објашњења о њима, а кад заврши посматрање и дође ред на њега да чува стражу, морао бих му детаљно објаснити појаву коју је запазио. Ја сам раније био набавио астрономски универзитетски уџбеник Е. Стремгрена, од 1933, па смо заједнички радили по овом уџбенику, чим би проф. Данић завршио своје лекарске дужности. Ово интензивно учење трајало је више од годину дана, тако да је стекао солидно знање из астрономије. Чак и после рата својим пријатељима ме представљао као свог професора астрономије. Касније, у Београду, превео је овај уџбеник и превод понудио Природно-математичком факултету на штампање. Катедру астрономије тада је водио проф. Мишковић. И данас сматрам да је штета што уџбеник није штампан.

На дан 27 марта 1945 продрло је десетак америчких тенкова под командом пуковника Вотерса кроз западни фронт и допео до нашега логора. Пуковник Вотерс наредио је да амерички заробљеници крену према западном фронту под заштитом тенкова, али после 12 километара пута овај одред упадне у клешта између две немачке дивизије и после ураганске ватре буде поново заробљен. Сутрадан стигле су десетине тешких рањеника, са Вотерсом међу њима. Проф. Данић је и њега, тешко рањеног, оперисао и спасао му живот. Кад је шездесетих година пуковник Вотерс, тада у чину генерала, био у Београду, он је молио проф. Данића да му се колико-толико одужи за живот. Проф. Данић му је диогенски одговорио: „Ако инсистирате, претплатите ме на часопис Sky and Telescope.

Постигнути успеси знатно су подигли углед проф. Данића код америчких и енглеских трупа. Био је постављен за команданта болнице за репатријацију заробљеника свих народности, стално са око 10.000 болесника, све до краја јула, када се проф. Данић вратио са возом југословенских болесника и вагоном пуним лекова.

По повратку у земљу наставили смо сарадњу на астрономији. Разговарали смо о предратном Југословенском астрономском друштву и његовом часопису Сатурн, који је излазио од 1935. до 1941. године. Његови оснивачи су били група младих студената из 1934. године (Николић, Јанковић, Шеварлић и други). Тако је на иницијативу проф. Данића, Ненада Јанковића, Проф. Др Шеварлића, мене и још неких другова дошло до покретања Астрономског друштва „Руђер Бошковић" и његовог часописа ВАСИОНА, који излази стално од 1953. године до данас. Од самог почетка проф. Данић је био члан Управног одбора, а низ пута је био председник, да би у току шездесетих година био изабран за почасног председника Друштва.

Нарочиту активност у популаризацији астрономије у Београду дао је проф. Данић при оснивању Народне опсерваторије. Стално је својим сарадницима скретао пажњу на потребу и значај посматрања у астрономији. Резултати и обрада астрономских посматрања омогућили су нам спознавање природе у којој живимо. Тако нас је присиљавао да се бринемо о добијању финансијских средстава за тако велики подухват. Особито разумевање руководилаца града Београда омогућило је да 1963. г. дође до адаптације Диздареве куле у Народну опсерваторију, којој је проф. Данић поклонио један дурбин жижне даљине 10 цм/160 цм.

Чињеница је да је у Француској велику улогу у изградњи астрономских кадрова одиграла Фламмаријонова Observatoire populaire (Народна опсерваторија) у

Паризу. Није нескромно, ако деловање проф. Данића код нас поредим са деловањем Фламариона у Француској. Од самог почетка ми смо брижљиво разрадили методе посматрачког рада у Народној опсерваторији. Заведено је звање спољног сарадника Опсерваторије, које се добијало после успешно положеног испита.

Остаће ми у пријатном сећању озбиљност која је придавана проглашењу нових сарадника Опсерваторије. На дужност управника Народне опсерваторије изабран је после мог преузимања руковођења Астрономском опсерваторијом у Београду 1966. године. Руководио је овом опсерваторијом док га болест није одвојила од активног рада. У току његовог управљања радом опсерваторије успели смо да добијемо мали планетаријум (крајем шездесетих година), помоћу кога је Народна опсерваторија могла да се још потпуније укључи у програм основног и средњег образовања у Београду.

У ВАСИОНИ проф Данић је објавио 26 радова, велики број нотица за новости из астрономије и учествовао је неколико година са другим стручњацима у изради ефемерида.

Био је човек великог духа, који је знао да проблему прилази објективно и са научне тачке гледишта. Поред тога, имао је велико срце и помагао је сваком коме је његова помоћ била потребна. Његови сарадници, па и најмлађи, сретни су што су били сарадници, или ученици овог заиста ретког човека.

П. М. Ђурковић.
научни саветник Астр. Опс.

* *

„Живот умрлих се одржава у сећању живих"

Десет година сам водио Подружницу Астрономског друштва „Руђер Бошковић" у Сремској Митровици (1957—1966). Претежно су је сачињавали ученици гимназије и других средњих школа.

Већ иза лепог пријема прве године, сваке године, млади љубитељи астрономије су се живо распитивали кад ће бити годишња скупштина матичног друштва у Београду. Жеља им је била да јој присуствују у што већем броју, поздраве је и искажу своју захвалност старијима, који су увек били спремни да им пруже помоћ у њиховој радозналости.

Стварно, из године у годину, 50 до 60 омладинаца и омладинки је долазило у Београд, подносили су извештај о раду своје Подружнице, с пажњом слушали годишње извештаје Друштва и након тога мишљења, кроз дискусије, старијих чланова. У колико је време дозвољавало, посећивали су и Астрономску опсерваторију. Све је то за њих био посебан доживљај.

Ипак, није било тешко приметити да су млади на скупштини и у разговорима, на срце најтоплије примали речи председника Друштва — некад гласовитог хирурга, а тада, у одмаклим годинама, ентузијасту аматера-астронома, др Радована Данића.

По његовом држању на скупштинама, није промакло средњошколцима запажање колику непролазну и жарку љубав овај човек — великог културног дијапазона — има према астрономији. Свака његова реч је то потврђивала.

Посебно су осећали његову радост што, уз осведочене привржснике астрономије у главном граду наше земље запажа и не мали број младих из унутрашњости, које занима ова научна област.

Није био шкрт да, и као председавајући скупштине, ово своје осећање испољи погодним гестом и њему својственом духовитошћу. Јасно је зрачило да је он увек умео сервирати слушаоцима — utile cum dulci.

Младима се то допало и давало подстицај за живље интересовање астрономијом — без сумње лепом делатношћу, која је, ипак, у нашој средини — по ширини захвата — још плитког корена.

Такав је био др Радован Данић.

Нека му је и од младих за све хвала.

Међу њима он ће, заиста, остати у трајном сећању.

Душан С. Лакић

* *

Професора Др Радована Данића упознао сам с пролећа 1942. године, када сам ја био студент медицине с овереним првим семестром, а он је био шеф *I* „А" хируршког одељења ондашње Главне војне болнице у Београду, на гласу као човек који хоће да помогне младима и да чува студенте. Пошто ми је било потребно неко запошљење, јавио сам му се почетком јуна 1942. Тада сам га видео први пут.

Пошто сам ушао у канцеларију, окренут мени за писаћим столом седео је просед, леп човек енергичног израза, са дивним плавим очима, које су покривале наочаре са полуоквиром. Питао ме ко сам и шта желим. Објашњавам, тражим помоћ. Али авај, студент медицине првога семестра нема шта да тражи на хирургији. Но када сам му рекао да ми је отац у заробљеништву, лице му се разведри и рече да ме прима. Овај сусрет и одлука проф. Данића да ме прими био је догађај који је усмерио мој животни пут ка хирургији.

Радио сам све што ми је рекао. Чак сам хватао муве у операционој сали у којој је он оперисао и био сам поносан и срећан што сам и ја нешто помогао том великом и поштеном човеку, врсном хирургу и еминентном стручњаку.

Сећам се мучне сцене приликом визите на спрату одељења, када су упали гестаповци и тражили да с њиме одмах говоре, јер су дознали да је слао санитетски материјал партизанима. Проф. Данић их погледа преко наочара и хладно им поручи преко болничара (није хтео с њима да говори) да је он на визити, где њима нема места, а кад заврши сићи ће на разговор с њима. Ниједном речју, ниједним гестом није показао да их се плаши, па је и даље на свој типичан, свима нама драг начин, са пуно хумора изменио вести са руског фронта и тек онда сишао у канцеларију. Сви смо били у зебњи и ишчекивању. После једног сата јавиће нам да се растуримо, јер је Др Данић ухапшен. Сви смо тада осетили да смо изгубили нашег дивног шефа и човека — заштитника.

У заробљеништву у које је по казни протеран, Др Данић је наставио са својим хуманим позивом. Лечио је са пуно самопрегора све заробљенике, из свих савезничких армија.

Др Данић је умро мирно. Он је часно проживео свој животни пут на којем никада није скренуо на странпутицу. Живео је скромно и остао је син свог великог оца. А покољењима ће остати у успомени као један од најеминентнијих војних хирурга свога доба.

Проф. Др Борислав Вујадиновић

БЕСМИСЛЕНА ПИТАЊА У КОСМОЛОГИЈИ И РЕЛАТИВИСТИЧКОЈ АСТРОФИЗИЦИ

Недавно су астроном M. Heller из Кракова (Пољска) и M. Reinhardt из Бохума у С.Р. Немачкој објавили рад[1]) у коме су анализирали колико имају смисла поједина спекулативна питања у космологији и релативистичкој астрофизици типа: „Шта је изван васионе"? „Шта је било пре настанка васионе"? и слично.

Да бисмо закључили да ли је нешто бесмислено или не, морамо прво да дефинишемо „бесмисленост", пошто о овом питању постоје различита схватања у савременој литератури. Поједини филозофи, на пример[2]), узимају да је нека поставка бесмислена ако се не може проверити искуством тј. емпиријски. Оваква дефиниција је сувише уска тако да Heller и Reinhardt узимају да је неко питање бесмислено, ако се на њега у принципу не може одговорити. Пошто постоје разне врсте могућих одговора на поједино питање, аутори дефинишу неколико класа бесмислених питања.

Бесмислена питања прве врсте су таутолошке природе. То су бесмислена питања по дефиницији. На пример, ако дефинишемо васиону као „Све што постоји", питање: „Шта је изван васионе"? је таутолошки бесмислено.

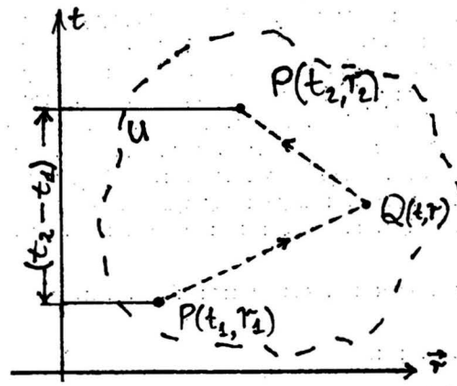
Бесмислена питања друге врсте су таква питања на која одговори зависе од дате теорије. У оквиру неке теорије, до одговора на неко питање може се доћи, с једне стране, теоријским путем, а са друге помоћу експеримента или посматрања, односно емпиријски. Бесмислена питања која зависе од разматране теорије, аутори су поделили на теоријски и емпиријски бесмислена питања. На теоријски бесмислена питања се не може дати никакав одговор у оквиру дате теорије. Бесмислено је на пример расправљати о квантним ефектима у оквирима класичне теорије поља. На емпиријски бесмислена питања се не може дати експериментални (посматрачки) одговор у оквирима разматране теорије. Свако теоријски бесмислено питање је и емпиријски бесмислено али обрнуто не важи. Неко питање може бити емпиријски бесмислено али да са теоријског становишта има смисла. Оваква питања су повезана са емпиријски недоказивим предсказањима теорије која се често јављају на пример у физици црних јама или релативистичкој астрофизици. Мада математичка обрада оваквих питања може знатно допринети бољем разумевању теорије, одговори на њих не могу се употребити да би се проверила сама теорија. Најзначајнија питања за тестирање неке теорије су она на која се у принципу може одговорити помоћу мерених података тј. помоћу неке информације.

Ако један физички објекат, рецимо честица, открива на било који начин своје присуство другом, са становишта информационе теорије можемо рећи да му овај предаје неку информацију. На пример једна наелектрисана честица може да делује на другу Кулоновом силом или звезда може помоћу светлости да делује на око посматрача. Сада ћемо узети скуп „посматрача" у простору и времену (који су повезани у релативистичкој физици) при чему такав „посматрач" не мора припадати људској раси него може бити било какав објекат у простору и времену.

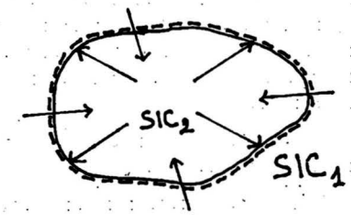
Нека светлосни зрак или само фотон пође од посматрача који у моменту поласка сигнала t_1 има просторне координате r_1, дође до посматрача Q чије су просторне координате r у тренутку t и одбије се назад ка првом посматрачу. Посматрач P је

[1]) M. Heller, M. Reinhardt, 1976, Zeitschrift für Naturforschung, 31a, 1271

[2]) H. Reichenbach, The Rise of Scientific Philosophy, Berkeley 1951



Сл. 1



Сл. 2

за то време прешао неки пут у делу простора и времена U и налази се у тренутку пријема повратног сигнала t_2 у тачци r_2. Ако је временски интервал $(t_2 - t_1)$ односно сопствено време првог посматрача протекло између одашиљања поруке и пријема одбијеног сигнала (сл. 1) коначно, рећи ћемо да су посматрачи f и Q информационо повезани у односу на U.

Ако посматрач Q емитује светлосни сигнал који прима посматрач P казаћемо да је P информационо полуповезан са Q у односу на део простора и времена U.

Посматрач Q је информационо неповезан са P, ако информацију коју шаље P, Q не може никада да прими. Питање постојања или непостојања P је емпиријски бесмислено за посматрача Q.

Можемо дефинисати скуп посматрача информационо повезаних са посматрачем P на скупу просторно временских координата U, $SIC_U(P)$, као скуп посматрача, са чијим је сваким чланом P информационо повезан. Ако имамо неки просторно временски скуп V такав да је U подскуп од V и $SIC_U(P)$ подскуп од $SIC_V(P)$, казаћемо да је $SIC_V(P)$ проширење $SIC_U(P)$. $SIC_U(P)$ се не може даље проширити ако не можемо више наћи ниједно V веће од U за које је $SIC_V(P)$ веће од $SIC_U(P)$.

У смислу горњих дефиниција можемо образовати скуп посматрача информационо полуповезаних са посматрачем P на делу простора и времена U. Обележићемо овакав скуп $SIS_U(P)$. Можемо образовати и сложеније структуре. Замислимо на пример два скупа информационо повезаних посматрача SIC_1 и SIC_2. Нека је SIC_2 информационо полуповезан са SIC_1 док је SIC_1 информационо неповезан са SIC_2 (Сл. 2). Другим речима посматрач из скупа SIC_2 може да прими информацију од посматрача из скупа SIC_1 али посматрач из скупа SIC_1 не може никада да прими било какву информацију од посматрача из скупа SIC_2. Значи емпиријски је бесмислено за посматрача из скупа SIC_1 да поставља питања о догађајима у скупу SIC_2, али не и обратно. Можемо рећи да су скупови посматрача SIC_1 и SIC_2 раздвојени информационо-полупропустљивом мембраном.

У терминима информационе теорије Heller и Reinhardt дефинишу васиону као максимално проширење скупа информационо повезаних посматрача коме ми припадамо ($SIC_U(mi)$ непроширљиво). Ова дефиниција не обухвата цео простор и време, пошто се у дефиницији информационе повезаности два посматрача тражи да је временски интервал $t_2 - t_1$ коначан.

Аутори предлажу сличну, али не идентичну претходној, дефиницију васионе као скупа свих посматрача који би нам било када могли пренети информацију о себи, односно као највеће проширење скупа посматрача са којима смо информационо полуповезани (SIS_U (mi)). Ова дефиниција је шира од претходне. Замислимо два скупа информационо повезаних посматрача SIC_1 и SIC_2 раздвојена информационо полупропустљивом мембраном тако да посматрач из SIC_2 може да прими информацију од посматрача из SIC_1 али не и обрнуто. Ако смо ми елемент скупа SIC_2 (Сл. 2), посматрач из SIC_1 ће бити изван граница наше васионе у смислу прве од поменутих дефиниција, јер се налази изван највећег скупа информационо повезаних посматрача коме припада.

Аутори Heller и Reinhardt су помоћу изложених дефиниција васионе размотрили следећа питања:

1. Шта се налази изван граница васионе?
2. Шта је било пре настанка васионе?
3. Шта ће бити после краја васионе?

Према другој од дефиниција васионе, ова питања су емпиријски бесмислена пошто нема посматрача који се налази изван васионе или је постојао пре њеног настанка или ће постојати после њеног краја, па да од њега можемо добити неку информацију. Доказ ове тврдње је тривијалан, како закључују аутори, пошто је сваки посматрач од кога било када можемо добити информацију, по дефиницији део васионе. Ако смо ми елементи раније дефинисаног скупа SIC_2, могао би да постоји посматрач са којим смо информационо полуповезани (елемент раније дефинисаног скупа SIC_1) који је изван васионе одређене првом дефиницијом, тако да би питање: „Шта се налази изван граница васионе?" престало да буде емпиријски бесмислено. Међутим, када су за размену информација потребне милијарде година сопственог времена, питање да ли су два посматрача информационо повезана или полуповезана је академског карактера.

У оквирима прве дефиниције васионе ни питања 2 и 3 не морају бити емпиријски бесмислена ако је информационо полупропустљива мембрана између SIC_1 и SIC_2 настала у коначној прошлости посматрача који су сада елементи SIC_2. Данас се сматра да је васиона пре 10 милијарди година била у веома густом и врелом стању. Општа теорија релативности претсказује сингуларитет у почетном тренутку. Сингуларитет је требало да буде стање бесконачне густине и бесконачне температуре. Често је разматрано шта је било пре овог сингуларитета[1]). Ако општа теорија релативности важи до бесконачних густина, ширење свемира је започело из правог сингуларитета. У том случају, ни једна директна информација не може нам доћи из претходног стања, нити се може пренети у следеће стање свемира које би настало после евентуалног сажимања садашње васионе у нови сингуларитет. У таквом случају емпиријски је бесмислено постављати питања о стањима свемира пре почетног сингуларитета или после евентуалног сажимања. С друге стране ако би се показало да општа теорија релативности не важи за бесконачне густине, свемир не би почео да се шири из сингуларне тачке и информације о васиони пре почетка ширења могле би да дођу до нас. У том случају имало би смисла питање о стању свемира пре почетка ширења, али то онда не би било почетак свемира.

[1]) На пример: C. W. Misner, K. S. Thorne, J. A. Wheeler, Gravitation, Freeman, San Francisco 1973.

Извесна информација може проћи кроз почетни сингуларитет наше васионе у облику почетних услова, али аутори наглашавају да ми никада нећемо моћи да проверимо да ли су почетни услови последица прећашњих циклуса или таквих циклуса уопште није било. Дакле ако општа теорија релативности важи у условима сингуларитета, питања о пореклу почетних услова је такође емпиријски бесмислено.

У даљем току излагања аутори показују да је, ако општа теорија релативности важи на бесконачним густинама, емпиријски бесмислено постављати питања о физичким законима унутар црне јаме. Последица опште теорије релативности је да су црне јаме услед утицаја огромне снаге гравитације у гравитационом колапсу на простор — време, окружене „хоризонтом догађаја" кроз који из њих не може изићи никаква информација. У ознакама информационе теорије скуп посматрача унутар црне јаме чини SIC_2 и информационо је полуповезан са осталим делум васионе (SIC_1).

Ако би неки посматрач — камиказа хтео да сиђе у црну јаму, он би прошао кроз хоризонт догађаја и сазнао какви су физички закони унутар црне јаме у границама коначног интервала свог сопственог времена. Ипак, он то не би могао да каже ником изван, пошто никада не би могао да се врати. За посматрача на сигурном отстојању и све његове потомке он би се услед временске дилатације заувек приближавао хоризонту догађаја али никада не би ушао у црну јаму мада би у свом сопственом времену давно био мртав. Дакле емпиријски су бесмислена питања о физици унутар црних јама, пошто никаква информација не може изићи из унутрашњости гравитационог колапса. Емпиријски бесмислена питања се могу постављати (под условом да нису таутолошки бесмислена), али се одговори на њих никада неће моћи проверити помоћу мерења или посматрања, нити могу да послуже за доказивање или оповргавање теоријских разматрања.

Др Милан С. Димитријевић

УЛОГА И ЗНАЧАЈ ОКУЛТАЦИЈА У САВРЕМЕНОЈ АСТРОНОМИЈИ

Мишљење, које је преовладало пре двадесетак година, да су окултације изгубиле свој значај у астрономији оповргли су нови резултати који су постигнути захваљујући управо посматрањима тих феномена. Јер, док су оне раније служиле као веома погодан материјал за разрешење проблема, углавном везаних за положајну астрономију, увођењем и применом нових метода, њихов значај је проширен и на области које са њоме нису биле у директној вези.

Сврха овог саопштења је да пружи, у најкраћим цртама, преглед свега што је посредством окултација до сада постигнуто у астрометрији.

1. Познато је да окултације, као и помрачења Сунца и Месеца, представљају најстарије регистроване астрономске појаве. Тако је, на пример, још Аристотел 357. године пре н.е. уочио да Месец окултира планету Марс и, на основу тога, извео закључак да Марсова путања лежи иза Месечеве. 1497. године окултацију α Tauri — Алдебарана посматрао је сам Коперник.

Интересовање за ове појаве порасло је од тренутка када је дошло до примене оптичких инструмената у астрономске сврхе. Почев од 18. века па надаље, појам окултација звезда Месечевим диском није био једино везан за просто регистровање тренутака појава, већ су оне почеле да налазе примену и у другим областима астрономије.

Jacques Cassini је нпр., већ 1720. године, посматрајући окултацију двојне звезде Gamma Virginis, закључио да се вишеструкост звезда може, на овај начин,

сасвим поуздано утврђивати. Логично проширење овог закључка била је идеја на коју 1908. године долази Mac Mahon, да се окултације користе за одређивање угаоних пречника звезда. Ова идеја остварена је, међутим, тек 1939. године, када J. D. Williams решава проблем утицаја дифракције на одређивање угаоних пречника звезда.

Посматрана окултација Алдебарана 1749. године омогућила је J. J. Lalande-у да прецизније но до тада одреди разлике лонгитуда Париза и Берлина. Та метода ни данас није изгубила свој значај; готово два века после Lalande-а њена модерна верзија („equal-limb-line" метода посматрања геодетских „grazing" окултација) примењена је приликом одређивања растојања између бројних геодетских тачака на америчком континенту, као и положаја појединих пацифичких острва (Dunham, 1971).

1938. године A. E. Whithford први пут примењује фотоелектричну регистрацију окултација, што означава почетак развоја једног новог спектра коришћења окултација у новијим областима астрометрије.

2. Још од времена Птолемеја окултације звезда су коришћене као једноставан и ефектан начин за извођење закључака о угаоном кретању Месеца у односу на звездано поље. У теорији Месечевог кретања окултације се примењују за одређивање поправака путањских елемената Месеца и секуларних варијација, као што су, нпр., промене чвора, перигеја, нагиба, ексцентричности и средње лонгитуде.

Окултације, као драгоцени посматрачки материјал, први у том смислу користи Newcomb. У комбинацији са помраченима, он на основу њих изводи поправку Hansen-ове вредности секуларног убрзања средње лонгитуде Месеца, а резидуе у условним једначинама третира као последицу неравномерности Земљине ротације (Newcomb, 1878). Касније анализе окултација у том смислу (Brown, De Sitter, Spenser Jones, Brouwer, итд.) омогућиле су да се окултације и поправке које се на основу њих изводе у односу на теорију, користе за свођење посматраног *UT* времена на ефемеридско *ET* време. Управо због тога, коначне вредности поправака: делта $T = ET - UT$ не могу се дати унапред са већом прецизношћу. Од 1900. године до данас, вредност за делта T је порасла за целих 50s. Зато, у методици одређивања делта T, окултације имају незаменљиву улогу, јер се показало, нпр. да посматрања Месеца Марковићевом камером нису дала очекиване резултате. Могуће је да ће у овој области систематска посматрања вештачких Земљиних сателита преузети улогу коју засада још увек има Земљин природни сателит.

3. Последњих година, индиректно, на основу резидуа у убрзању средњег дневног кретања Месеца, које је изведено посредством окултација, после обрачунавања ефеката произашлих из неравномерности Земљине ротације, чине се покушаји да се утврди евентуална промена износа универзалне гравитационе константе. О овоме се само условно може говорити, јер тај проблем подразумева продубљивање хипотеза о „ширењу" васионе, мада се нека од истраживања веома добро уклапају у новије космолошке теорије Brans-Dicke-a (1961), Hoyle-Narlikar-a (1972) и Dirac-a (1973). Интересантан рад у тој области дао је T. Van Flandern (Ван Фландерн, 1975). Анализирајући посматрања окултација, он изводи закључке који иду у прилог претпоставци о опадању вредности константе G.

4. Једна од значајнијих примена окултација јавља се при одређивању корекција усвојеног фундаменталног система и фундаменталних астрономских константа. Први радови у том смилу потичу од Newcomba (1912).

Анализом око 7000 окултација, посматраних у периоду од 1950. до 1969. године, изведене су поправке фундаменталног референтног система, које су у сагласности са оним вредностима о којима Fricke говори у своме раду (Fricke, 1967). Њихове вредности су:

Екватор Delta $Q + 0''.01 \pm 0.10$

Еквинокциј Delta $E + 0^s.048 \pm 0.004$

Овде треба скренути пажњу на то да се поправка екватора добија са великом средњом грешком, што указује на чињеницу да поправку екватора треба применити после обрачуна поправке Месечеве латитуде, јер је средња грешка комбинације ове две поправке, услед њихове високе корелације, знатно мања. (Van Flandern, 1971).

У методи одређивања нпр. паралаксе Сунца из паралактичке неједнакости Месечевог кретања, вредност амплитуде паралактичке неједнакости P одређује се са високом тачношћу из посматрања окултација звезда Месецем. Не улазећи у анализу предности примене овог посматрачког поступка у датом случају, наводимо да је овом проблему посебну пажњу поклонио S. Newcomb, изводећи вредност P на бази свих посматраних окултација од 1753.3 до 1908.6 (Newcomb, 1912).

У Brown-овој теорији одређивање паралаксе Сунца из посматрања окултација је посебно цењен метод, јер вероватна грешка одређивања P, услед занемаривања чланова вишег реда, не прелази $\pm 0''.003$ (Куликов, 1956).

5. Окултације звезда Месецем налазе примену у још једном специфичном случају — могу се користити као метода за одређивање угаоних пречника звезда. Иако је, као метода, применљива код ограниченог броја звезда (код оних са већим угаоним пречницима), она је од изузетне важности, јер омогућује алтернативни прилаз изучавању датог проблема.

Овај начин је дао веома задовољавајуће резултате приликом одређивања угаоних пречника већег броја звезда различитих спектралних типова. Вредности одређиваних угаоних пречника крећу се од 0.''002 (42 Librae) до досад највећег измереног пречника код R Leonis 0''.076. Тачност која се добија, веома је охрабрујућа: девет одређиваних пречника Mu Geminorum, посматране истовремено са три опсерваторије, имају средњу грешку од свега $\pm 0''.0003$ (Evans, 1977).

5.1. Као што се могло предпоставити у вези са овим што је речено о одређивању угаоних пречника звезда, окултације су врло погодне и за одређивања угаоних растојања између компонената тесних парова звезда, двојних и вишеструких система, чак и до реда величине 0''.01.

6. У области тзв. окултацијске геодезије вршена су посматрања окултација у циљу одређивања разлика географских лонгитуда места. Мада је данас сателитска техника ове радове у извесној мери потиснула, током задње деценије је било веома успешних покушаја да се једна врста посматрања окултација, тзв. „grazing" окултације, користи у геодетске сврхе. Тако је 1970. године у САД формиран „geodetic graze occultation program" и организоване су бројне експедиције (Tennessee, Mississippi, итд.) у циљу прикупљања посматрања „grazing" окултација. Посматрања окултација том методом дала су резултате који се по тачности изједначују са резултатима, добијеним помоћу ВЗС (Dunham, 1971).

7. Но, ни овим се научна примена окултација још не исцрпљује; посебно када је реч о овом феномену у ширем смислу.

Окултације великих планета и њихових сателита Месецем, као и окултације звезда овим телима служе, с једне стране, за поправку теорија њиховог кретања, а с друге стране, за одређивање њихових физичких параметара (окултација звезде Beta Scorpiae Јупитеровим сателитом Io искоришћена је за одређивање његовог пречника и проверу постојања атмосфере).

Као астрономски куриозитет треба, у овом контексту, поменути и недавно, спектакуларно одкриће Уранових прстенова, приликом окултације звезде SAO 158687 10. марта 1977. године (Elliot, et al., 1977). У оквиру IAU (Комисија 20-Working group on Occultations) предузета је широка акција на организовању симултаних осматрања окултација овог типа ради прикупљања што потпунијег посматрачког материјала који је од велике важности за физичка и динамичка истраживања Уранових прстенова.

Коначно, поменимо и окултације радио извора и извора X и Гама зрачења, као савремену методу одређивања структуре ових извора и њихових компонената са тачношћу од 0".1—1".

8. При посматрању окултација, у примени су две методе: класична, визуална метода и савременија, метода фотоелектричне регистрације.

Остављајући по страни непрецизности које су заједничке за обе ове методе, као што су нпр. нетачност саме теорије Месечевог кретања, неправилности Месечевог лимба (либрација), нетачност положаја окултираних звезда, итд., треба истаћи то да фотоелектрична метода регистрације има изразитих предности над визуалном. Она не уноси грешке систематског карактера и обезбеђује поузданије утврђивање тренутка наступања појаве. Међутим, анализе које су вршене у најновије време (Morrison, 1971; Sinzi, 1976), указују на то да, захваљујући бројности визуалних посматрања многих учесника (у HMNO-светском центру за прикупљање и обраду окултација доспева годишње око 7000 посматрања, од којих су свега 500 фотоелектрична) та предност, тренутно, још увек не долази до већег изражаја.

Тачност визуалне регистрације креће се у границама од $\pm 0^s.1$ до $\pm 0^s.2$, док је тачност фотоелектричне регистрације у границама од $\pm 0^s.01$ до $\pm 0^s.1$. L. V. Morrison (1971) је показао да је тренутно потребно обезбедити двадесет визуалних посматрања окултација да би се достигла тачност једног фотоелектричног посматрања, што је данас практично и постигнуто. Остаје, ипак, чињеница да фотоелектрична регистрација реапарицији не може још увек да се успешно реализује: технички усавршена метода регистрације неприменљива је при условима већ поменутих недостатака у ефемеридама. Стога фотоелектрична регистрација има још увек само компаративни значај и најчешће налази примену приликом одређивања „личних одступања", односно калибрације посматрања визуалних посматрача.

Мада визуална посматрања окултација и данас имају свој изузетан значај, треба се сложити са мишљењем Ван Фландерна (Van Flandern, 1971) према коме „. . . timings of photoelectrical observations of occultations are of great interest and importance in lunar motion studies and they supply the extended precision needed to keep optical observations competetive with laser and space craft data and supply additional informations about the fundamental reference system."

9. Завршавајући ово излагање о улози и значају окултација уопште, потребно је поменути и активност београдске астрономске опсерваторије у тој области.

1977. година је четрдесета година како се, у оквиру међународне арадње на нашој Опсерваторији обављају редовна посматрања окултација звезда и планета Месецем. Определивши се за учешће на томе плану, Опсерваторија је преузела обавезу да, у оквиру своје делатности врши систематска посматрања чије резултате доставља HMN Office-у, Лондон као међународном центру. Центар се, са своје стране, обавезао да за Опсерваторију благовремено припрема и доставља јој одговарајуће ефемериде које се објављују у Bulletin-у Опсерваторије. Та узајамна сарадња одвија се и данас веома успешно.

Дуже време посматрања окултација вршена су симултано на четири екваторијала (VR, MR, астрограф, тражилац комета до 1944, а затим Askania астрограф). Касније су посматрања ограничена на два инструмента, а данас се обављају само на једном.

У току четрдесетогодишњег периода рада, сакупљен је доста обиман посматрачки материјал (око 1000 окултација) и он представља значајан допринос Опсерваторије, имајући у виду просек са којим и осталих 120 посматрачких станица учествује.

Сопствени резултати посматрања коришћени су за извођење поправака Delta T, као и за анализе у вези са флуктуацијама у Месечевом кретању.

10. Коначни закључак, после свега што је речено, био би да окултације и као феномен и као посебна посматрачка метода имају изванредан значај у свим областима астрономских истраживања. Разумљиво је, онда, што интерес за њима непрекидно све више расте. Несумњиво најбољи доказ томе је чињеница да је првобитни посматрачки програм од 3500 звезда проширен данас на преко 25000 звезда

В. М. Протић-Бенишек

REFERENCE

Newcomb, S., 1878, Waschington observations for 1875., App. II.
Van Flandern, T. C., 1975, Mon. Not. R. astr. Soc., **170**, *333.*
Fricke, W., 1967, Astron. J., 72, 1368.
Van Flandern, T. C., 1971, Astron. J., **76**, *81.*
Newcomb, S., 1912, Astron. Papers, IX, part II, 13.
Kulikov, K. A., 1956, Fundamentalnie postojanie astronomiji, Moskva.
Evans, D. S., 1977, Sky and Tel., Sept., 164.
Dunham, D. W., 1971, Highlights of Astron., 2, 592.
Elliot, J. L., Dunham, E., Mink, D., 1977, Nature, 267, 328.
Morrison, L. V., 1971, Highlights of Astronomy, 2, 589.
Sinzi, A. M., 1976, Reports of Hydrographyc Dept. of Japan (PJHD)
Van Flandern, T. C., 1971, Highlights of Astronomy, 2, 587.

СТРУЧНИ ПРИЛОЗИ

ОСНОВИ АСТРОФОТОГРАФИЈЕ (III)

Fotografisanje zvezda i zvezdolikih objekata, iako naizgled jednostavno, ima niz specifičnosti.

U teleskopu zvezde bi trebalo da se vide kao tačke. Zbog ograničenih dimenzija instrumenta likovi zvezda su krugovi veoma malog prečnika. U normalnim uslovima posmatranja taj prečnik varira između 0",1 i 2", što za uobičajene žižne daljine amaterskog teleskopa-kamere 100 mm do 2000 mm daje linearni prečnik lika zvezde u fokalnoj ravni 0,00005 mm do 0,02 mm. Dakle, likovi zvezda su tačke.

Svako ko je barem jednom fotografisao zvezde zna da na filmu ipak nije tako. Zavisno od posmatračkih i instrumentalnih uslova objekta koji se fotografiše i vremena osvetljavanja, likovi zvezda su krugovi prečnika različitih veličina, koji idu i preko jednog milimetra. Uzrok tome je zrnasta struktura fotografske emulzije i njena sposobnost akumulacije energije sa vremenom.

STRUKTURA FOTOMATERIJALA

Fotografski materijal sastoji se od nosača (staklo, celuloid, papir, keramika), fotografskog sloja i zaštitnih i antirefleksnih slojeva. Fotografski sloj čine mikrokristali halogenog srebra (najčešće srebrobromida) „utopljeni" u želatin. Svetlost interaguje sa kristalima srebrobromida, koji se dalje u procesu fotografske obrade prevode u metalno stanje. Smatra se da oko 1000 upadnih kvanata prevodi jedan kristalić u odgovarajuće pobuđeno stanje.

Želatin ima indeks prelamanja svetlosti približno 1,5 a srebrobromid oko 2,3. Iz tog razloga fotografski sloj predstavlja mutnu sredinu u kojoj se svetlost rasejava. Stepen rasejanja zavisi od veličine zrna — kristala i veći je za veća zrnca. Osim toga, sitna zrna više rasejavaju plavu svetlost, krupnija zrna crvenu svetlost. Likovi dobijaju difuzni oreol, koji okružuje optički lik i to utoliko više ukoliko je duže vreme osvetljavanja. To je naročito uočljivo kod objekata čiji lik je manjih dimenzija — a to znači kod snimanja zvezda i zvezdolikih objekata.

RAZDVAJANJE FOTOMATERIJALA

Od veličine zrna ne zavisi samo veličina rasejanja, nego i osetljivost fotomaterijala. Prirodno, sve vrste fotomaterijala nemaju istu veličinu zrna.

Od veličine zrna zavisi i *razdvajanje fotomaterijala*, odnosno najveći broj linija po milimetru, koje se mogu na filmu registrovati odvojeno. Visokoosetljivi fotomaterijali imaju razdvajanje $N \sim 40$ do 90 linija po milimetru, srednje i maloosetljivi fotomaterijali 100 do 200 linija/milimetru, a specijalne ploče i do 1000 linija/milimetru. Ovaj podatak daje proizvođač u tehničkim karakteristikama svakog filma.

Ovo je veoma značajan podatak. Zajedno sa ograničenjima koje unosi optika, on određuje moć prenošenja informacije pomoću sistema sastavljenog od konkretnog fotomaterijala i kamere. O ograničenjima koje unosi kamera i informacionoj moći sistema kamera-film govorićemo u posebnom odeljku.

ZRNATOST FOTOMATERIJALA I NJEN UTICAJ

Pri uvećanjima od preko pet puta lako se na slici uočavaju nehomogenosti u obliku zrnaca nejednake veličine i različitog intenziteta zacrnjenja. Zbog neravnomernog rasporeda zrnaca srebrobromida u želatinskoj emulziji, na različitim „dubinama", na isti način biće raspoređena zrnca. Ova pojava nazvana je *zrnatost* foto-materijala i ona je smetnja kod izrade kvalitetnih pozitiva velikog uvećanja. Zrnatost se obično izražava *faktorom zrnatosti*

$$G = 100/U_g$$

gde je U_g granično uvećanje počev od kog se ove nehomogenosti lako uočavaju.

Kod različitih fotomaterijala zrna nisu iste veličine. Osetljivi materijali imaju veće zrno. Ovaj nedostatak naročito se manifestuje kod mikrofometrijskih merenja, gde se uvode kao mera zrnatosti srednje kvadratno *odstupanje* koeficijenta propusnosti

$$\sigma_T^2 = \overline{(T - \overline{T})^2}$$

i srednje kvadratno odstupanje gustine zacrnjenja

$$\sigma_D^2 = \overline{(D - \overline{D})^2}$$

Kod ovakvih objektivnih — mikrofotometrijskih merenja, obično se ova neravnomernost naziva granularnošću fotomaterijala. Za uobičajene fluktuacije između σ_D i σ_T postoji veza

$$\sigma_D = 0{,}434\, \sigma_T / \overline{T}.$$

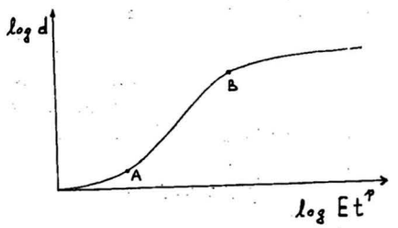
Za veće gustine zacrnjenja D, vrednosti σ_D su veće. Vrednosti srednjeg kvadratnog odstupanja koeficijenta gustine zacrnjenja σ_D za krupnozrne (osetljivije) fotomaterijale oko četiri puta su veće nego kod sitnozrnih (manje osetljivih) emulzija. Zrnatost σ_T ima upadljiv maksimum na gustinama $D = 0{,}2$ do 0,3, dok σ_D ravnomerno raste. Oba parametra su relativno povoljna na gustinama $D = 0{,}6$ do 1,0, tako da treba (osim u posebnim slučajevima) razvijati do gustine zacrnjenja $D \simeq 0{,}8$.

Odavde sledi još jedan važan zaključak. Da bi se dobio maksimum broja detalja (maksimum informacije) treba koristiti različita uvećanja. Ako je veće razdvajanje fotomaterijala, treba da bude veće i uvećanje (sitnozrni materijali); kod većeg zrna (osetljiviji fotomaterijali) treba koristiti manja uvećanja.

IRADIJACIONA KARAKTERISTIČNA KRIVA

Širenje lika na filmu usled rasejanja svetlosti u fotoosetljivom sloju i stvaranje difuznog oreola obično se naziva fotografskom iradijacijom.

Interesantno je videti kako se menja veličina prečnika lika zvezde usled iradijacije, sa promenom ekspozicije, tj. osvetljenosti, i vremena osvetljavanja. Ta zavisnost predstavljena je na Sl. 3. Ona veoma liči na karakterističnu krivu $D = f(\log Et)$. Između prevojnih tačaka A, B zavisnost predstavlja pravu liniju pa se može staviti



Сл. 3.

$$\log d = a \log Et^p + b.$$

Na ovome se zasniva jedan od metoda fotografskog određivanja zvezdanih veličina zvezda nepoznatog sjaja. Kalibriše se dati fotomaterijal i u oblasti između tačaka A, B odrede se metodom najmanjih kvadrata parametri a, b iz poznatih vrednosti m, d. Ustvari, kako je

$$E = 10^{-0{,}4\, m}$$

sledi

$$\log d = a \log 10^{-0{,}4 m t^p} + b$$

odnosno

$$\log d = -0{,}4\, a\, m + pa \log t + b = a'm + c \log t + b$$

gde su a', b, c konstante. Ako se istovremeno fotografišu zvezde različitog sjaja dobija se veza između zvezdane veličine zvezde i prečnika njenog lika na filmu

$$m = r - s \log d.$$

Ovde su r, s konstante za datu kameru, fotomaterijal i uslove obrade. Za mali interval zvezdanih veličina dobar rezultat daje i empirijska relacija

$$m = r - s\sqrt{d}.$$

OČUVANJE ODNOSA SJAJA

Ukoliko se neka zvezda fotografiše dva puta, sa različitim vremenima osvetljavanja t_1 i t_2, uz identične ostale uslove, prečnici d_1, d_2 njenog lika razlikovaće se. Međutim, prečnik lika zvezde je funkcija zvezdane veličine i vremena osvetljavanja

$$d = f(Et^p) = f(10^{-0,4mt^p}).$$

Prema tome, za različita vremena osvetljavanja ista zvezda imaće likove čiji prečnici odgovaraju različitim zvezdanim veličinama. Isto tako zvezde različitog sjaja uz različita vremena osvetljavanja mogu dati isti prečnik lika na filmu. To je zbog toga što ista količina energije izaziva isti fotografski efekat. Deljenjem jednakosti

$$10^{-0,4\,m_1}\, t_1^p = 10^{-0,4m}\, t_1^p$$

$$10^{-0,4m_2}\, t_2^p = 10^{-0,4m}\, t_2^p$$

dobija se odnos

$$10^{-0,4(m_1-m_2)} = (t_1/t_2)^p$$

Dakle, za zvezde različitih zvezdanih veličina, pri promeni vremena osvetljavanja u istom odnosu, menja se odgovarajući gubitak (ili dobitak) sjaja $m_1 - m_2$ za jednake iznose. Drugim rečima, bez obzira na ekspozicije, međusobni odnosi sjaja objekata ostaju očuvani. Iz gornje jednačine, s obzirom da je $m = r - s \log d$, sledi odnos između vremena osvetljavanja t i prečnika lika d

$$(d_1/d_2)^{2,5\ 8/p} = t_1/t_2$$

Bond je još 1858. g. dobio empirijski odnos

$$d^2 = Rt + S$$

gde su R i S konstante za datu emulziju, kameru i uslove obrade.

FOTOGRAFSKA GRANIČNA ZVEZDANA VELIČINA

Zvezda čija zvezdana veličina iznosi m daje u fokusu objektiva prečnika D (cm) i žilne daljine F (cm) za vreme t (min) energiju

$$H = (D/Fc)^2\, t^p\, 10^{-0,4\,m}$$

Ovde je c faktor koji uzima u obzir činjenicu da nemirna atmosfera uzrokuje „treperenje" zvezde i rasipanje njene svetlosti po kružiću realnih razmera. Ako je atmosfera sasvim mirna $c = 0$ i žižna daljina ne utiče na graničnu zvezdanu veličinu. U praksi obično je $c = 0{,}2$. S druge strane, osetljivost filma povezana je sa energijom H, za S u jedinicama GOST, relacijom

$$H = 10/S.$$

Logaritmovanjem ove dve jednačine dobija se zvezdana veličina koja se može dostići u datim instrumentalnim i posmatračkim uslovima

$$m = 5 \log D + 2{,}5 \log S + 2{,}15 \log t - 5\,c \log F - 2{,}5.$$

U idealnim uslovima $c = 0$ pa izraz za graničnu zvezdanu veličinu ima oblik

$$m_L = 5 \log D + 2{,}5 \log S + 2{,}15 \log t - 2{,}5.$$

Međutim, na zenitnom rastojanju z ova vrednost se smanjuje za iznos gubitka usled apsorpcije $\Delta m\,(z)$, tako da je granična zvezdana veličina na zenitskom rastojanju z određena sa

$$m_L\,(z) = m_L - \Delta m\,(z).$$

Vrednosti $\Delta m\,(z)$ za neke zenitne daljine date su u Tabeli 6.

Tabela 6

Slabljenje sjaja usled atmosferske apsorpcije.

Ovi podaci važe za $t = 0^0$C i $p = 760$ mm. Za pritisak B gornje vrednosti treba pomnožiti sa $B/760$. Vrednosti $\Delta m\,(z)_v$ odnose se na vizualne zvezdane veličine, što je dosta blisko panhromatskom fotomaterijalu.

z°	$\Delta m\,(z)_{ph}$	$\Delta m\,(z)_v$	z°	$\Delta m(z)_{ph}$	$\Delta m\,(z)_v$
0	0,00	0,00	70	0,37	0,76
10	0,00	0,01	71	0,40	0,82
20	0,01	0,03	72	0,41	0,88
30	0,03	0,06	73	0,47	0,95
40	0,06	0,12	74	0,51	1,03
45	0,08	0,17	75	0,55	1,12
50	0,11	0,22	76	0,60	1,22
55	0,14	0,30	77	0,66	1,34
60	0,20	0,40	78	0,73	1,47
62	0,22	0,45	79	0,81	1,63
64	0,25	0,51	80	0,90	1,81
66	0,28	0,58	81	1,01	2,03
68	0,32	0,66	85	1,84	3,60

MAKSIMALNO VREME OSVETLJAVANJA

Beskonačno dugo trajanje osvetljavanja nema smisla. Osvetljenost od neba u noći bez Meseca i daleko od veštačkog svetla iznosi $E_0 = 0{,}0003$ lx, tako da će s vremenom i zacrnjenje od fona dostići vrednost koju bi dala zvezda kritičnog sjaja. (Tu je još i ograničenje koje je potpuno van naše moći — noć traje na našim širinama približno između 8 i 16 časova. Ove vrednosti efektivno još su manje jer letnju noć sumraci skraćuju još oko 3 časa, zimsku oko 1,5 časova. Ovo ograničenje trenutno nećemo uzimati u obzir).

U jednoj sekundi zračenje neba daje u fokusu kamere energiju

$$E = E_0\, \pi\, (D/2)^2\, (1/F)^2.$$

Zavisno od osetljivosti filma ($S = 10/H_0$) kritična vrednost H_0 postiže se za vreme T^p sekundi, tako da je

$$H_0 = ET^p$$

i konačno

$$\log T = (1/p)\,[2 \log (F/D) - \log S + \log (40/\pi E_0)]$$

odnosno za $p = 0{,}86$

$$\log T = 2{,}325 \log (F/D) - 1{,}163 \log S + 5{,}38$$

S je i ovde u jedinicama GOST, a vreme T u sekundama.

U tabelama 7—11 date su vrednosti veličina koje figurišu sa desne strane u ovoj jednačini i jednačini za graničnu zvezdanu veličinu, za neke vrednosti D, F, S, t, D/F koje se obično koriste u amaterskoj praksi. Radi bolje preglednosti potrebne veličine obeležene su slovima **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F** tako da se preglednije (za praktičan rad) može staviti

$$m = \mathbf{A} + \mathbf{B} + \mathbf{F} - \mathbf{D} - 2{,}5$$

$$m_L = \mathbf{A} + \mathbf{B} + \mathbf{F} - 2{,}5$$

$$\log T = \mathbf{E} - \mathbf{C} + 5{,}38$$

Tabela 7

D (*cm*)	**A** = 5 log D
1	0,000
1,5	0,880
2	1,505
2,5	1,990
3	2,386
3,5	2,720
4	3,010
4,5	3,266
5	3,495
6	3,891
7	4,225
8	4,515
9	4,771
10	5,000
11	5,207
12	5,396
13	5,570
14	5,731
15	5,880

Tabela 8

DIN	*GOST*	**B**=2,5 log S	**C**=1,163 log S
14	22	3,356	1,561
15	28	3,618	1,683
16	35	3,860	1,796
17	45	4,133	1,923
18	56	4,370	2,033
19	68	4,581	2,131
20	90	4,886	2,273
21	110	5,103	2,374
22	140	5,365	2,496
23	180	5,638	2,623
24	220	5,856	2,724
25	275	6,098	2,837
26	350	6,360	2,959
27	435	6,596	3,068
28	540	6,831	3,178
29	700	7,113	3,309
30	875	7,355	3,422
32	1400	7,865	3,659

U Tabeli 12 date su vrednosti T za neke vrednosti log T.

PRIMERI:

1. Koju graničnu zvezdanu veličinu može dati kamera 45/200 *mm* sa filmom *PL21M*, ako je vreme osvetljavanja 15 minuta, a zenitska daljina centralne oblasti 45°?

Tabela 9

F (*cm*)	**D** = log F
5	0,699
10	1,000
15	1,176
20	1,301
25	1,398
30	1,477
35	1,544
40	1,602
45	1,653
50	1,699
55	1,740
60	1,778
70	1,845
80	1,903
90	1,954
100	2,000
150	2,176
200	2,301

Tabela 10

F/D	**E** = 2,325 log F/D
1	0,000
1,2	0,184
1,5	0,409
1,7	0,536
2	0,700
2,5	0,935
3	1,109
4,5	1,519
5	1,625
7	1,965
8	2,100
10	2,325
15	2,734
20	3,025
25	3,250
30	3,434
40	3,725
50	3,950

Tabela 11

t	**F** = 2,15 log$t$
1 s	—3,823
5	—2,320
10	—1,673
20	—1,026
30	—0,647
40	—0,379
50	—0,170
60	0
2 min	+0,647
3	1,026
4	1,294
5	1,503
6	1,673
8	1,942
10	2,150
12	2,320
15	2,529
30	3,176

Tabela 12

log T	T (*h*)	log T	T (*h*)
4,635	12	4,334	6
4,617	11,5	4,297	5,5
4,598	11	4,255	5
4,577	10,5	4,210	4,5
4,556	10	4,158	4
4,534	9,5	4,100	3,5
4,511	9	4,033	3
4,486	8,5	3,954	2,5
4,459	8	3,857	2
4,431	7,5	3,732	1,5
4,401	7	3,556	1
4,369	6,5	3,255	0,5

Rešenje:

Primenićemo obrazac

$$m_L = \mathbf{A} + \mathbf{B} + \mathbf{F} - 2{,}5.$$

Iz tabela 7, 8, 11 nalazimo $\mathbf{A} = 3{,}266$, $\mathbf{B} = 5{,}103$ i $\mathbf{F} = 2{,}529$, tako da je $m_L = 8{,}398 = 8{,}4$. Ako se uzme u obzir žižna daljina, stvarno dostignuta zvezdana veličina biće manja za $\mathbf{D} = 1{,}30$ i iznosiće 7,1. Na zenitskoj daljini 45^0 ovu vrednost treba umanjiti još za 0,17, što sledi iz tabele 6.

2. Odrediti maksimalno vreme osvetljavanja za kameru i film iz primera 1.

Rešenje:

Koristimo obrazac

$$\log T = \mathbf{E} - \mathbf{C} + 5{,}38.$$

Iz Tabela 10 i 8 nalazimo $\mathbf{E} = 1{,}519$, $\mathbf{C} = 2{,}374$, tako da je $\log T = 4{,}526$. Ovoj vrednosti logaritma odgovara $T = 9\ h\ 20\ m$. Za toliko vreme mogla bi se dostići zvezdana veličina

$$m_L = 3{,}266 + 5{,}109 + 9{,}731 - 2{,}5 = 15{,}6.$$

3. Do koje zvezdane veličine mogu da se fotografišu zvezde ako se koristi teleskop 110/2000 *mm* i film *OR WO NP* 27. Vremena osvetljavanja 1/30 *s*, 1 *s*, 5 *s*, 10 *s* i 1 *min*.

Rešenje:

Iz Tabela nalazimo $\mathbf{A} = 5{,}207$, $\mathbf{B} = 6{,}596$. Za $t = 1/30\ s$, $\mathbf{F} = -7{,}000$ pa je $m_L\,(1/30) = 2{,}3$. Za ostale vrednosti t sledi $m_L\,(1) = 5{,}48$; $m_L\,(5) = 5{,}98$; $m_L\,(10) = 7{,}63$ i $m_L\,(60) = 9{,}30$.

Aleksandar Tomić

ПОСМАТРАЧКИ ПРИЛОЗИ

ПОСМАТРАЊА ДЕТАЉА У АСТМОСФЕРИ ЈУПИТЕРА ТОКОМ ОПОЗИЦИЈА 1976/77, 1977/78 И 1979 ГОДИНЕ (I)

I — UVOD

Jupiter je jedan od najzanimljivijih objekata koji su pogodni za amaterska posmatranja. Zahvaljujući velikom prividnom prečniku i bogatstvu detalja moguće ga je posmatrati i manjim teleskopima.

U cilju utvrđivanja izgleda i osobina detalja u njegovoj atmosferi vršio sam sistematska posmatranja tokom opozicija 1976/77, 1977/78 i 1979 (u daljem tekstu: opozicije I, II i III). Sva posmatranja sam vršio na refraktoru ZEISS Narodne opservatorije u Beogradu (110/2000 *mm*, standardno uvećanje od 167 ×).

Obavljao sam sledeća posmatranja: ucrtavanje svih vidljivih detalja, beleženje trenutaka vremena prolaska detalja kroz centralni meridijan, određivanje intenziteta i fotografisanje.

Crtanje detalja je bio najvažniji zadatak. Sem crteža celog diska (elipsa 47 × 45 *mm*) pravio sam i detaljne crteže pojedinih oblasti. Sa crteža sam po potrebi merio koordinate detalja i analizirao promene izgleda pojedinih oblasti.

U toku opozicije I za 13 posmatračkih dana napravio sam 32 crteža, u opoziciji II za 25 dana 70 crteža, a u opoziciji III za 26 dana 87 crteža.

Uz svaki crtež sam beležio sledeće podatke: datum, vreme (po TU, sa tačnošću od 1^m), jačinu vetra, kvalitet slike (skala 1—5), W_1, W_2 i napomene, ako ih je bilo.

Za određivanje dužine nekih važnijih detalja sam koristio metodu prolaska kroz centralni meridijan. Ova metoda daje daleko preciznije rezultate nego merenje sa crteža ili negativa.

Intenzitet detalja procenjivao sam po skali od 0—10, gde je sa 0 označena najsvetlija površina na Jupiteru, a sa 10 fon noćnog neba. Ove procene su značajne jer ponekad dolazi do velikih promena intenziteta pojedinih detalja i pojaseva.

O fotografisanju Jupitera će biti reči u analizi fotografija.

II — OPIS POJASEVA I ZONA

1) Opis pojaseva:

NPR — Severna polarna oblast

U toku opozicije I ova polarna oblast je bila slabije uočljiva, srednji intenzitet joj je iznosio 1,25. U njoj nisu primećeni nikakvi detalji.

U toku opozicije II videla se znatno bolje. Upadljivo se proširila, a i intenzitet joj se povećao (srednja vrednost iznosi 1,4). Intenzitet joj je opadao sa smanjivanjem širine, i zato je njena južna ivica bila prilično razlivena, tako da je bilo teško povući određenu granicu između nje i NNTZ.

U opoziciji III se ova oblast videla različito: prilikom nekih posmatranja videla se slično kao u op. II, a ponekad je bila znatno smanjena, odvojena od vrlo uočljivog NNTB-a. Vrlo je verovatno da je ona svoje proširenje ostvarila stapanjem sa NNTB. Intenzitet joj je bio sličan onom iz prošle dve opozicije.

NNTB — Severni umereni pojas

U toku opozicija I i II teško vidljiv pojas. U toku opozicije I je ostao zabeležen na 8 crteža, dok ga u toku opozicije II nijednom nisam primetio (verovatno usled spajanja sa NPR).

U opoziciji III je bio vrlo uočljiv. Znatno se proširio, a intenzitet mu je jednak intenzitetu NPR.

NTB — Severni tropski pojas

U toku opozicije I je bio vrlo uočljiv i lepo se video. Intenzitet mu je jako varirao (0,5—2,5).

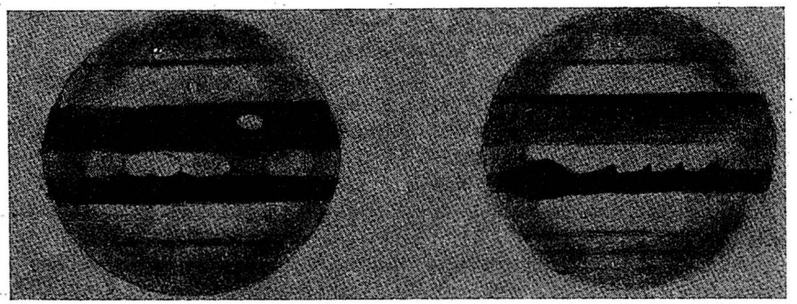
U toku opozicije II se jedva primećivao. Video se u izuzetno retkim slučajevima, a i tada vrlo teško. Ogroman pad intenziteta ovog pojasa u razmaku od svega osam meseci najbolje svedoči o jačini procesa u atmosferi Jupitera.

U opoziciji III sam ga posmatrao više puta. Bio je vrlo tanak, a intenzitet mu je bio mali.

NEB — Severni ekvatorski pojas

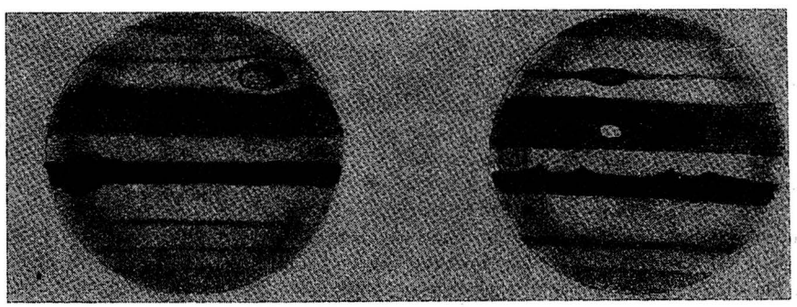
U toku sve tri opozicije odlično uočljiv pojas. Često su se iz njega pružali izraštaji u EZ i STZ, mostovi sa SEB-om i razni drugi detalji. Bele ovalne pege su bile priljubljene uz njegovu južnu ivicu. Uglavnom je bio homogen (videti opis aktivne oblasti).

U toku opozicije I intenzitet mu se kretao između 3 i 4, u opoziciji II oko 3, a u opoziciji III oko 2,5.



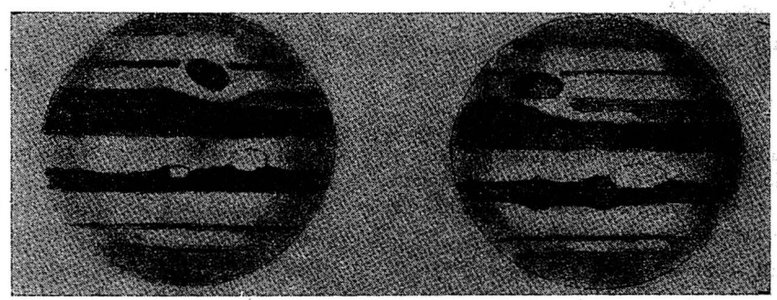
1) 25. XI 1976, TU: 19h17m, W1 = 234°,0, W2 = 142,4, atmosfera 4
Vidi se WOS u SEB-u i WO u EZ, kao i most između NEB i SEB

2) 23. XII 1976, TU: 19h27m, W1 = 343,5, W2 = 38,3, atm 5
Vidi se NNTB kao i izraštaji u NEB-u



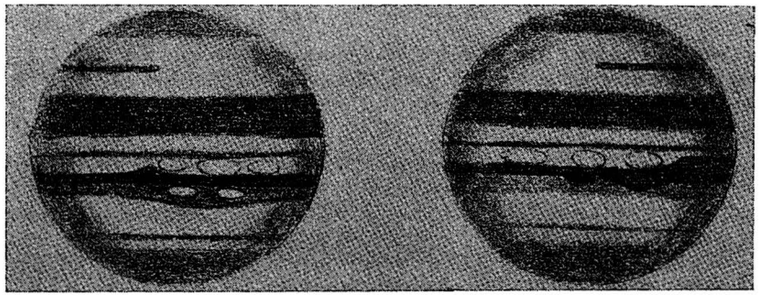
3) 26. XII 1976, TU: 16h50m, W1 = 001,6, W2 = 34,2, atm 4
Vide se RS i DS u SEB-u

4) 30. I 1977, TU: 21h27m, W1 = 295,8, W2 = 59,9, atm 4
Vidi se WOS u SEB-u



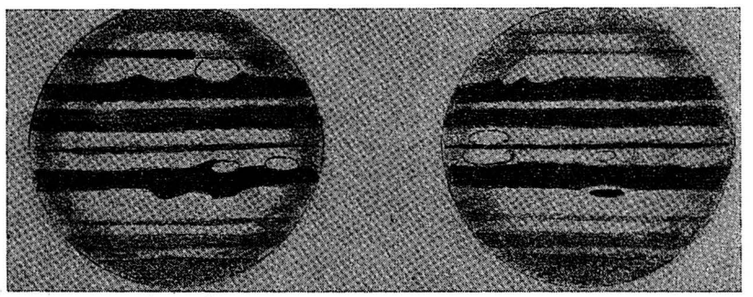
5) 6. I 1978, TU: 18h43m, W1 = 3°,1, W2 = 46,3, Atmosfera 5
Vidi se iskrivljenost RS, Cepanje SEB-a i WO u EZ

6) 23. II 1978, TU: 19h25m, W1 = 49,1, W2 = 85,9, atm 5
Vide se RS, RSH i WO u EZ



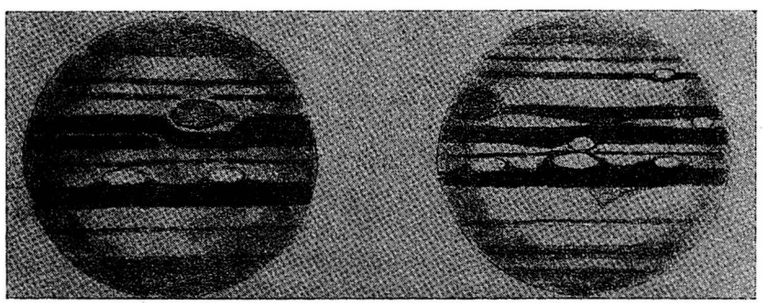
7) 1. III 1978, TU: 17h33m, W1 = 207,3, W2 = 198,7, atm 5
Vidi se AR u NEB, kao i prekid u STB

8) 1. III 1978, TU: 19h23m, W1 = 274,3, W2 = 265,6, atm 5
Vidi se AR u NEB, kao i prekid u STB



9) 26. I 1979, TU: 18h25m, W1 = 268,9, W2 = 254,6, atmosfera 5
Vidi se rascepljenost SEB, WO u STZ i WO u EZ.

10) 20. II 1979, TU: 19h40m, W1 = 50,7, W2 = 198,1, atm 5
Vidi se rascepljenost SEB i oval u EZ-s



11) 22. II 1979, TU: 20h00m, W1 = 272,7, W2 = 51,9, atm 5
Vivid se RS, most između RS i SEB, kao i WO.

12) 9. III 1979, TU: 18h40m, W1 = 73,1, W2 = 98,2, atm 5
Vide se RS, WO u STB, SEB, n i s EZ.

EB — Ekvatorski pojas

Nisam ga primetio u opoziciji I. U toku opozicije II sam ga dosta puta posmatrao. Nije se video po celoj dužini. Intenzitet mu je bio najveći na dužini aktivne oblasti u NEB-u (iznosio je čak između 1,5 i 2,5). To svedoči o njegovoj povezanosti sa procesima u EZ i NEB.

U opoziciji III se video uglavnom po celoj dužini. Intenzitet mu se kretao oko 1.

SEB — Južni ekvatorski pojas

Zajedno sa NEB najuočljiviji pojas na Jupiteru. U njemu su se videli interesantni detalji, a najznačajnije su bele pege, koje sam primetio u sve tri opozicije.

Interesantno je cepanje ovog pojasa na severnu i južnu komponentu: SEB-n i SEB-s. Ponekad se ovo cepanje videlo zahvaljujući razlici u intenzitetu komponenti, a ponekad zbog postojanja svetle trake između njih (u toku opozicije III se ova traka prostirala skoro celom dužinom).

Srednji intenzitet ovog pojasa je u opoziciji I iznosio oko 3, u opoziciji II 2,7 a u opoziciji III oko 2,5.

STB — Južni tropski pojas

Dosta dobro vidljiv pojas u sve tri opozicije. Pojas sa najvećim promenama intenziteta i debljine. Ponekad je bio vrlo teško uočljiv, ali bi mu intenzitet za svega nekoliko dana porastao toliko da se video kao ekvatorski pojasevi. U njemu sam viđao zatamnjenja i proširenja. Interesantna je pojava prekida i bele pege u njemu, o čemu će biti više reči u daljem tekstu.

SSTB — Južni umereni pojas

Slabo uočljiv pojas. U opoziciji I je ostao zabeležen na jednom crtežu, u toku opozicije II na pet, a u opoziciji III na deset crteža. Intenzitet mu je bio mali.

SPR — Južna polarna oblast

Polarna zona manjeg intenziteta, bez detalja. Intenzitet joj je u opoziciji I iznosio 1, u opoziciji II 1,9 a u opoziciji III 1,5.

2) Opis zona:

Svetle trake u atmosferi Jupitera uglavnom nisu pokazivale neke veće promene, a nije bilo ni nekih značajnijih detalja u njima. Izuzetak su jedino EZ i STZ, u kojima su bili vidljivi beli ovali (WO). O belim ovalima u EZ će biti reči u daljem tekstu. Beli ovali u STZ su se videli u opoziciji III.

Bili su za oko 0,5 stepeni fotometrijske skale sjajniji od površine STZ, a nešto manjih dimenzija od Crvene pege.

Zapazio sam i promene intenziteta pojedinih zona, ali je njih bilo znatno teže izmeriti zbog blizine svetlom kraju fotometrijske skale i nepostojanja sigurne veličine koja bi određivala 0 skale.

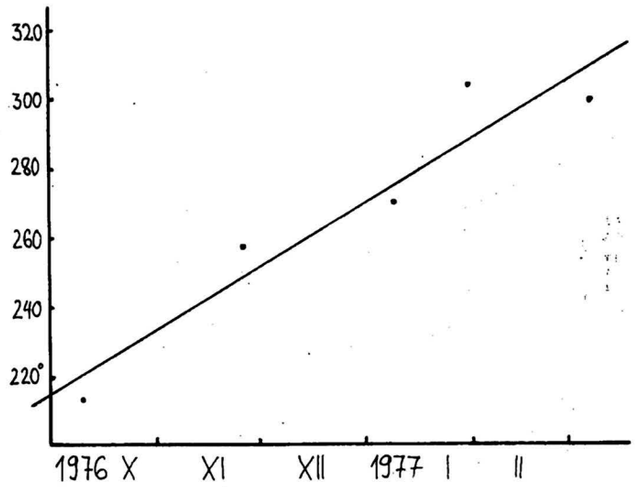
Interesantno je da su zone na severnoj polulopti Jupitera sjajnije od zona na južnoj polulopti. Kako su zone na severnoj polulopti i deblje, ona je sjajnija od južne polulopte. To se primećuje i na fotografijama.

III — INTERESANTNI DETALJI

1) Bela pega (WOS) u SEB-u

Najinteresantniji detalj na Jupiteru u opoziciji I. Bila je blještavo bela, intenziteta 0. Sa crteža sam odredio njene približne dimenzije: 14200 × 7000 km, ili 4″,5 × 2″,2 u ugaonim jedinicama (za Jupiterov ekvatorski prečnik od 45″).

Prilikom određivanja koordinata sam ustanovio da njena dužina postepeno raste (dijagram 1). Ova pojava se može najjednostavnije objasniti diferencijalnom rotacijom slojeva u atmosferi Jupitera. Bela pega rotira sporije od sloja koji je poslužio za određivanje sistema I, i kao posledica toga nastaje porast dužine.



Dužina bele pege u SEB-u					
			8. I	1977	269,6
10. X	1976	213°,6	30. I		303,3
25. XI		257,0	6. III		299,1

Porast njene dužine, izračunat sa dijagrama, iznosi 0°,606 na dan (za precizno određivanje nagiba prave sam koristio metodu najmanjih kvadrata).

Njeno dnevno usporavanje rotacije iznosi $59^{s},6$ (u odnosu na sistem I), što daje vrednost perioda rotacije od $9^{h}51^{m}19^{s},6$. Širina, određena sa crteža, iznosi —12°,4.

2) Tamna pega (DS) u SEB-u

Video sam je samo jednog dana, 26. XII 1976. Njen prividni prečnik je iznosio 3″,5 (mereno sa crteža). Nalazila se u južnom delu SEB-a, na širini od —20°. Iz središta pege su se paralelno sa pojasevima pružala dva kraka, dužine po 30°. Pega je bila intenziteta 5—6, a krakovi nešto manjeg. Nalazila se na dužini od 310°.

3) Prekid (B.SECT) u STB-u

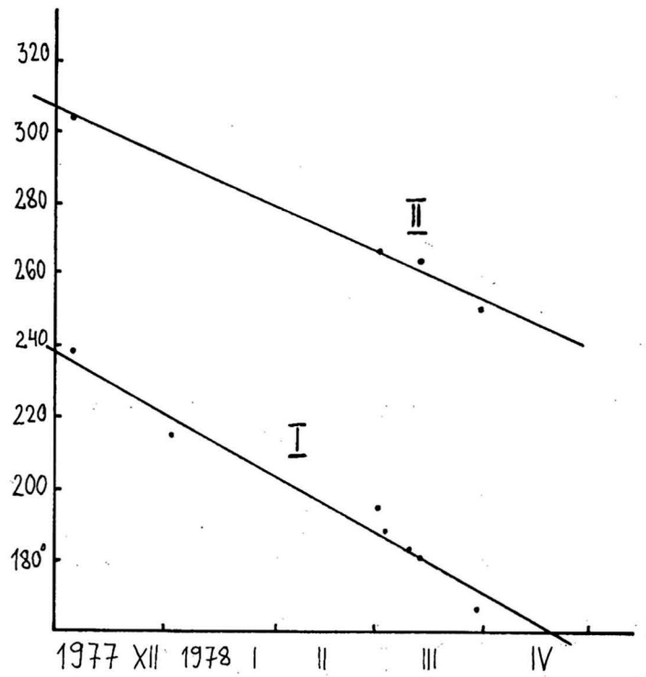
Vrlo interesantna pojava. Prvi put sam ga primetio 5. XII 1977. STB se na jednom mestu gubio, da bi se za nekih 70° ponovo pojavio.

Prilikom analize sam utvrdio da se dužine početka prekida i nastavka pojasa ne prekidno smanjuju. Opadanje dužine je bilo skoro jednako i za početak prekida i za nastavak pojasa. Sličnim razmišljanjem kao kod bele pege u SEB-u se može zaključiti da materija u pojasu STB rotira brže nego sistem rotacije II.

Primenom metode najmanjih kvadrata na dijagrame dužine je moguće precizno izračunati period rotacije pojasa STB. Za početak prekida dnevno smanjenje dužine iznosi 0°,563, a za nastavak pojasa 0°,447. Srednja vrednost iznosi 0°,505, što odgovara $50^s,1$.

Period rotacije pojasa STB iznosi $9^h54^m50^s,5$. Prekid se lepo vidi na fotografijama koje sam snimio 1. III 1978. Interesantno je napomenuti da se SEB širio prema jugu baš na dužini prekida.

U toku opozicije III na predviđenoj dužini prekid se nije video.



Dužina prekida u STB-u

	W_1	W_2
05. XII 1977	238°,3	303°,9
02. I 1978	214,9	—
01. III	195,0	265,6
03. III	188,0	—
10. III	183,2	—
13. III	180,4	263,8
29. III	166,6	—
30. III	—	250,4

W_1 ~ početak prekida
W_2 ~ nastavak pojasa

4) Aktivna oblast (A.REGION) u NEB-u

NEB je tokom većine mojih posmatranja u sve tri opozicije bio homogen, a detalji su se uglavnom nalazili izvan njega (izraštaji, mostovi, bele pege).

Ipak, prilikom posmatranja 1. III 1978 sam utvrdio postojanje velike aktivne oblasti u NEB-u. Južna polovina NEB-a je bila za pola stepena fotometrijske skale tamnija od severne polovine. U njemu sam primetio i nekoliko belih pega. EB se odlično video, a u severnoj polovini EZ se nalazilo mnoštvo belih pega.

Ova oblast se nalazila na dužini od 200 do 290°. Posmatranja 3. III su pokazala smirivanje: u samom NEB-u više nije bilo belih pega, ali se još videlo da je južni deo tamniji od severnog. U EZ se nije videlo onoliko belih pega kao ranije. Kasnija posmatranja 10. III su pokazala da se oblast potpuno smirila.

Ovakvu aktivnost u NEB-u nisam primetio ni pri ranijim, a ni pri kasnijim posmatranjima.

5) Beli ovali (WO) u EZ

Uočavao sam ih i u opoziciji I, ali tek u opozicijama II i III sam ih sistematski posmatrao. Intenzitet im je iznosio 0, a veličina je bila različita. Najmanji ovali su bili veličine bele pege u SEB-u, a najveći veličine RS.

Neki ovali su pokazali izvanredno dugi period postojanja. Videli su se tokom više meseci. U toku opozicija II i III sam posmatrao veliki broj ovih ovala. Tačno određivanje njihovog broja i dužine je bilo dosta otežano brzim promenama izgleda ovih pega.

Gotovo svi ovali su se nalazili u severnom delu EZ (poneki su se prostirali po celoj širini EZ, a jedan se nalazio u južnom delu).

Vrlo je interesantan rezultat analize dužine ovala. Ustanovio sam da je njihova dužina u opoziciji II opala za oko 10° (u vremenskom rasponu od oko 3 meseca). Sličan rezultat sam dobio i kod ovala u opoziciji III.

Interesantno je i posmatranje ovala u južnom delu EZ. Prvi put sam ga posmatrao 7. II 1979. Najinteresantnije je što sam kod ovog ovala primetio porast dužine, što je suprotno od ovala u severnom delu EZ.

Kod nekih ovala sam primećivao različite faze razvoja, ali jedino kod ovog ovala sam posmatrao fazu nastajanja: 7. II se video kao sjajna okrugla pegica (prividni prečnik 2″,5) oko koje se nalazio prsten materije prečnika 5″, čiji je intenzitet bio na sredini između intenziteta pege i intenziteta EZ.

Već 14. II se vidi kao ovalan oblik, veličine 6″ × 3″, homogene površine.

Posle određenog perioda života intenzitet ovala se izjednačavao sa intenzitetom EZ, a veličina se smanjivala, sve dok oval ne bi nestao.

U toku opozicije II trajniji ovali su se nalazili na dužinama: 0°, 20, 60, 110, 140, 160, 175, 200, 245, 270, 300 i 340.

U toku opozicije III trajniji ovali su se nalazili na dužinama: 0°, 22, 55, 75, 100, 115, 130, 150, 165, 186, 218, 244, 275, 310 i 345.

6) Beli oval DE (WO DE) u STB-u

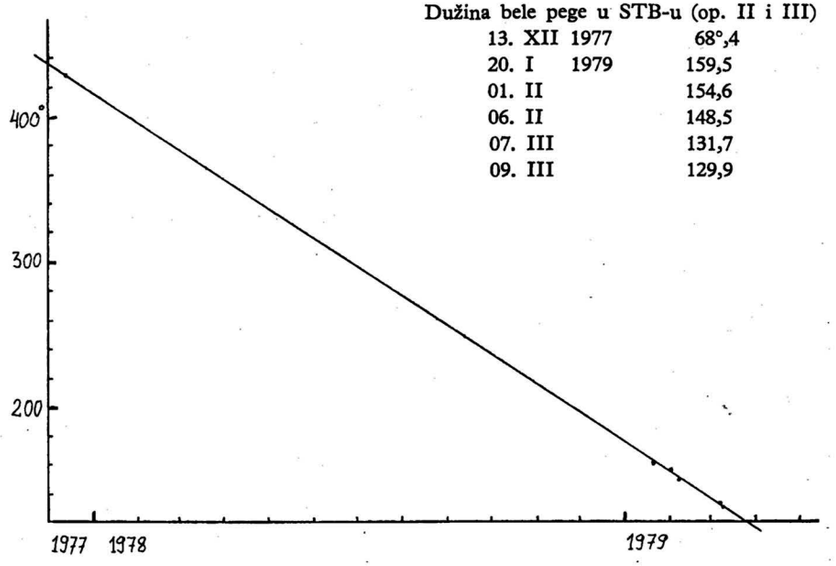
U toku opozicije I ga nisam primetio. Prvi put sam ga zapazio u toku opozicije II, 13. XII 1977. Nalazio se na dužini od 68°,4, u neposrednoj blizini RS i bio je vrlo teško uočljiv.

Prema merenjima sa crteža, ugaone dimenzije su mu iznosile 2″,2 × 1″,2. Ovim dimenzijama odgovara 7100 × 4000 km.

U toku opozicije III sam ga posmatrao više puta. Veličina mu je upadljivo porasla: 3″,5 × 1″,9, što odgovara 11200 × 6100 km. Analiza dužine ovog ovala je pokazala vrlo interesantne rezultate. Ako u analizu uzmemo samo posmatranja tokom opozicije III,

dobija se da je dnevna promena dužine iznosila — 0°,610 na dan (u odnosu na sistem II), što odgovara — $60^s,6$ i periodu rotacije od $09^h54^m40^s,0$.

Ali, ako u analizu unesemo i vrednost dužine 13. XII 1977, rezultat se menja. Promena dužine iznosi — 0°,661 na dan, što je jednako — $65^s,7$, ili periodu rotacije od $09^h54^m35^s,0$.



Dužina bele pege u STB-u (op. II i III)

13. XII	1977	68°,4
20. I	1979	159,5
01. II		154,6
06. II		148,5
07. III		131,7
09. III		129,9

Razlika iznosi čak 5^s. Tu se ne radi o grešci prilikom merenja, nego o nečem drugom. Verovatno je da beli oval nema konstantnu brzinu rotacije, tako da su u različitim periodima vremena njegove promene dužine različite. Zato uključivanjem vrednosti od 13. XII 1977 u analizu dobijamo srednju vrednost promene dužine.

Uzimanjem merenja samo iz opozicije III dobijamo vrednost perioda rotacije za opoziciju III.

Inače, ovaj oval se tokom opozicije III lepo video, zahvaljujući svojoj blještavo beloj boji i relativno velikim dimenzijama.

Širina, merena sa crteža, u toku opozicije II je iznosila —36°,5 a u toku opozicije III —35° (širina je u opoziciji II dobijena sa jednog, a u opoziciji III sa 12 crteža).

Jovanović Ljubiša,
saradnik Narodne opservatorije

ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

ПИТАЊА ИЗ ТЕСТОВА ЗА V—VI РАЗРЕД

У овом броју доносимо тест из астрономије за ученике V—VI разреда основне школе на 15. савезном такмичењу и смотри покрета „Наука младима't Југославије, које је одржано у Новом Саду 29. и 30. јуна и 1. јула 1979. г.

Код питања са више понуђених одговора требало је означити све тачне одговоре.

1. Колико пута је средњи сјај Месечевих мора мањи од сјаја најсјајнијег кратера?
2. Како се назива део дана између изласка и заласка Сунца?
3. Која од наведених звезда припада сазвежђу Орион:
   а — Минтака, б — Мирфак, в — Мизар, г — Мира.
4. Граница осветљеног и неосветљеног дела Месечевог привидног диска назива се:
   а — меридијан, б — повратник, в — еклиптика, г — терминатор.
5. Коме типу објеката припадају:
   а — Влашићи, б — делта Цефеја, в — М 31, г — М 1?
6. Повежи имена сателита са именима планета око којих круже:
   а — Мимас, б — Тритон, в — Европа, г — Умбријел
   1 — Јупитер, 2 — Сатурн, 3 — Уран, 4 — Нептун.
7. Које године су откривени:
   а — дурбин, б — радио-зрачење Сунца, в — Плутон.
8. Сунце је ниско изнад источног хоризонта. Месец заклања његов руб ближи хоризонту.
   а — помрачење је тек почело, б — тада је максимум помрачења,
   в — помрачење завршава.
9. Повежи имена звезда са именима сазвежђа у којима се налазе:
   а — Канопус, б — Капела, в — Карлово срце, г — Алиот
   1 — Ловачки Пси, 2 — Велики Медвед, 3 — Кочијаш, 4 — Карина.
10. Која од наведених тела представљају сателите Јупитера:
    а — Палас, Реа, Прометеј; б — Амалтеа, Хефест, Прометеј;
    в — Енцелад, Титан, Хиперион.
11. Наброј планете Јупитеровог типа по растојању од Сунца.
12. Круг који пролази кроз источну и западну тачку на хоризонту и тачку у којој се у подне 21. III налази сунце назива се: . . .
13. Која од наведених сазвежђа НИСУ циркумполарна:
    а — Змај, Велика Кола, Жирафа,
    б — Цефеј, Мала Кола, Касиопеја,
    в — Кочијаш, Лав, Северна Круна.
14. На која се два значајна круга на небеској сфери истовремено налази Сунце 22. IX?
15. Наведи имена првих пет планета по растојању од Сунца.
16. Шта је тачно:
    а — Кратери на Месецу носе имена научника,
    б — Халејева комета има период 112 година,
    в — сјајан метеор назива се болид,
    г — метеори могу понекад да се чују,
    д — Тројанци представљају групу планетоида.
17. Како се називају тела у Сунчевом систему која имају реп од гасова и прашине?

18. Астрономска јединица је:
    а — средње растојање Земља—Сунце,
    б — 206 265 пута мања него парсек,
    в — 500 пута већа од светлосне секунде,
    г — пречник Земље изражен у метрима.
19. Звезда Сиријус налази се у сазвежђу . . . и представља . . . звезду на небу, удаљену од Сунца . . . светлосних година.
20. Повежи по смислу:
    а — Магеланови облаци, б — Сунчева активност, в — метеорски рој, г — комета, д — Месец,
    1 — галаксије, 2 — Персеиди, 3 — Бенет, 4 — 11 година, 5 — Метонов циклус.

Одговори:

1 — три пута; 2 — обданица; 3 — а; 4 — г; 5 — а: отворена јата, б: промењиве звезде, в: спиралне галаксије, г: маглине; 6 — а—2, б—4, в—1, г—3; 7 — а: 1610. г., б: 1927. г., в: 1931. г; 8 — б; 9 — а—4, б—3, в—1, г—2; 1 — б; 11 — Јупитер, Сатурн, Уран Нептун; 12 — небески екватор; 13 — в; 14 — небески екватор, еклиптика; 15 — Меркур, Венера, Земља, Марс ,Јупитер; 16 — а, в, г, д; 17 — комете; 18 — а, б, в; 19 — Велики Пас, најсјајнију, девет; 20 — а—1, б—4, в—2, г—3, д—5.

Александар Томић

НОВОСТИ И БЕЛЕШКЕ

PRONAĐEN SATELIT PLANETOIDA 532 HERCULINA

7. juna 1978. godine je očekivana okultacija zvezde SAO 120774 (6^m) planetoidom Herkulina ($9{,}5^m$). Izračunato je da će okultacija zvezde biti vidljiva u „senci", koja će napraviti traku preko Arizone, Nevade i Kalifornije. Posmatranju se pristupilo brižljivo, jer se iz trajanja okultacije i poznate daljine planetoida može odrediti njegov prečnik.

U zavisnosti od mesta posmatračke stanice okultacija je trajala od 17,3—23,5 sekundi. Iz tih podataka su E. Bauel i L. Vaserman iz Lovelove opservatorije u Flagstafu (Arizona) izračunali da prečnik Herkuline iznosi 243 km, naravno pod pretpostavkom da je sfernog oblika.

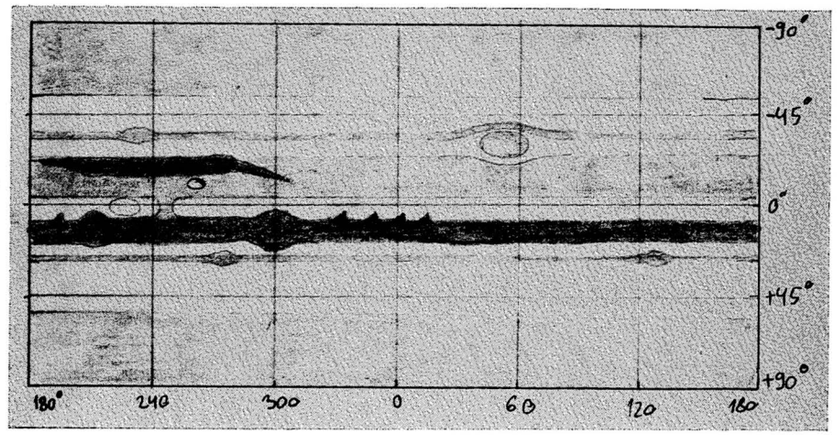
Obrada fotoelektričnog zapisa okultacije dala je čudan rezultat. Pre okultacije Herkuline, koja je u Flagstafu počela u 11h 23m 28s TU u 11h 21m 46s pribor je registrovao još jedno „pomračenje" zvezde; ono je trajalo 5,1 sekundu. Ta okultacija je primećena i u Boronu 550 km zapadno od Flagstafa. Malo je verovatno da je ovu „uvodnu" okultaciju izazvao drugi planetoid, koji se u tom trenutku našao u neposrednoj blizini. A i kada bi to bio slučaj još je manja verovatnoća da taj planetoid nije u fizičkoj vezi sa Herkulinom; u tom slučaju bi to bio prvi satelit planetoida ili prvi dvojni planetoid.

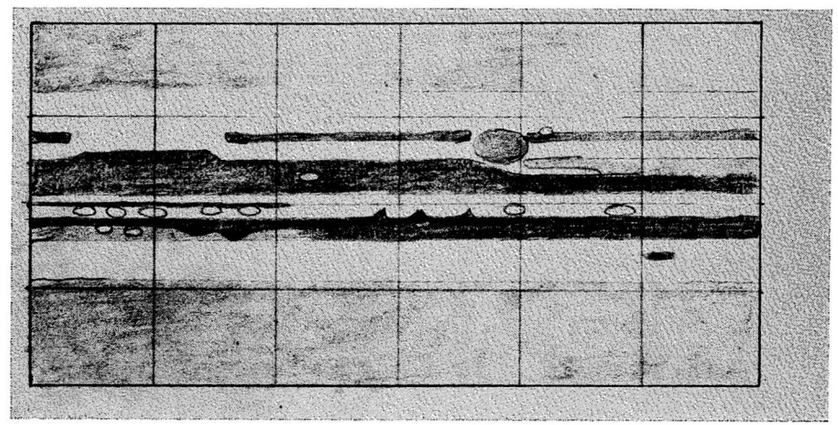
Iz trajanja okultacije satelitom procenjeno je da njegov prečnik iznosi oko 45 km. U momentu posmatranja satelit je bio 0,866 lučnih sekundi, od Herkuline, ili 980 km od nje u tangencijalnoj ravni. Naravno to je donja granica radijusa orbite satelita.

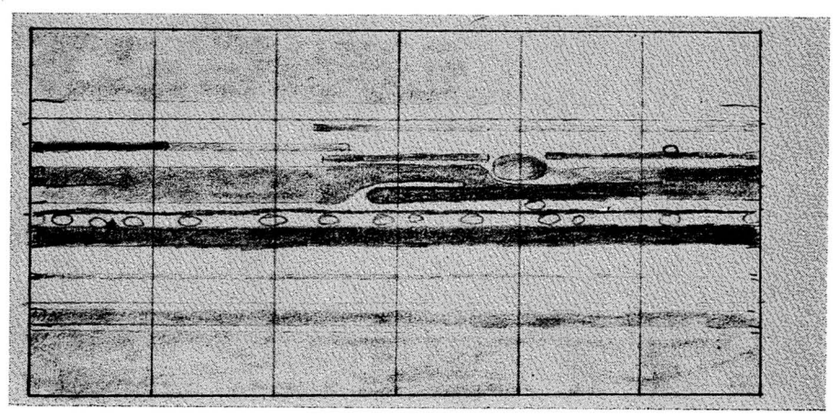
Iznesimo na kraju i neke do sada poznate podatke o Herkulini. Maks Volf je otkrio 1904. u Hajdelbergu. Sve donedavno je smatrana običnim planetoidom. Kreće se po slabo izduženoj orbiti (ekscentricitet 0,179), čiji je nagib 16° prema ekliptici. Velika poluosa joj iznosi 2,77 a.j. Radiometrijska i polarimetrijska posmatranja izvršena zadnjih godina govore da je prilično sjajna. Njena površina je silikatnog sastava — slična je prirodi kamenih meteorita. Dijametar joj se ceni na oko 220 km što govori da postoji dosta dobro slaganje sa rezultatom, koji je dobiven posle pomenute okultacije.

Prema
Sky and Telescope,
Vol. 56, No. 3

Milan Jeličić







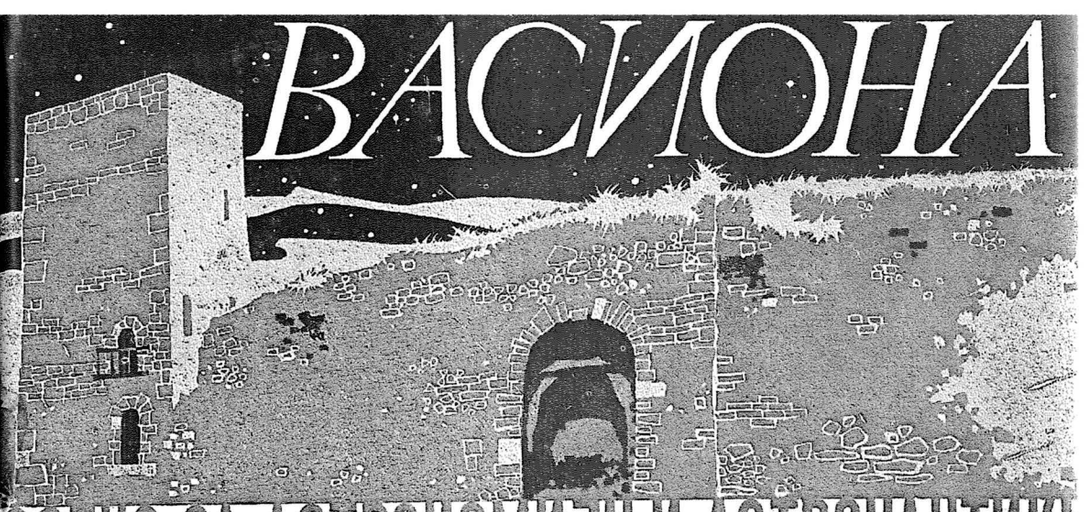
Mape Jupitera u opozicijama I, II, III

VASIONA



ASOPIS ZA ASTRONOMIJU I ASTRONAUTI

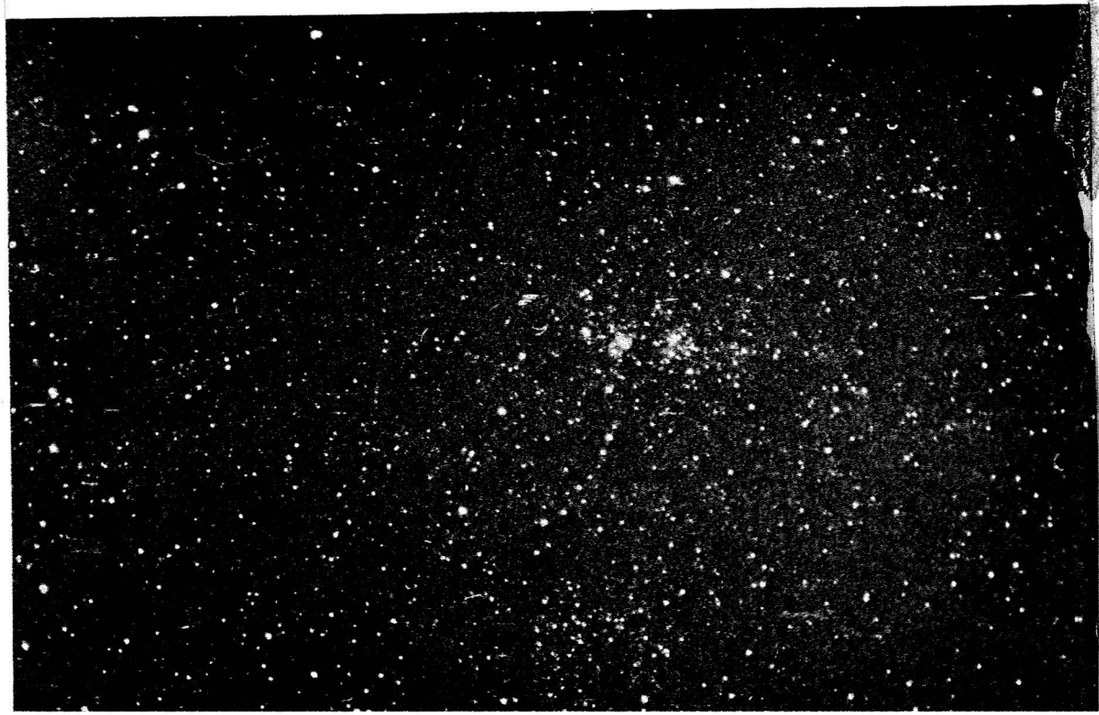
ВАСИОНА



СОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИК

YU ISSN 0506-4295

Двојно звездано јато H.VI 33 и H.VI 34 у Персеју, снимљено рефлектором 180/1550 мм на филм Kodak T. Експозиција 5 минута. Снимио Драган Микешић. Развијач Ilford PQ (1 : 20; 10 минута). Занимљиво је да поз француски астроном Charles Messier није уврстио ово јато у свој каталог, иако се као светле мрље назиру и і око. Из тог разлога ова јата немају ознаку M, него се користи ознака H, према Herschel-овом каталогу.



. ГОДИШЊИЦА РОЂЕЊА KRISTIJAN HAJGENS
1629—1979

○

ТЕЛЕСКОП КАО АСТРОКАМЕРА

○

ПОСМАТРАЊА ЈУПИТЕРА

○

ОВИ ИЗГЛЕД НАРОДНЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ

○

ЕФЕМЕРИДЕ ЗА 1980.

1979 — 3

Kristijan Hajgens



VASIONA

REVUE D'ASTRONOMIE ET D'ASTRONAUTIQUE

ANNÉE XXVII 1979 № 3 BEOGRAD

Bulletin de la Société Astronomique „R. Bošković". Adresse: VASIONA, Narodna opservatorija, Kalemegdan, Gornji Grad, Beograd, Yougoslavie

САДРЖАЈ

M. Jeličić: Kristijan Hajgens, 350. godišnjica rođenja 65

A. Tomić: Osnovi astrofotografije (IV) 72

Lj. Jovanović: Posmatranja detalja u atmosferi Jupitera tokom opozicija 1976/77, 1977/78 i 1979. godine (II) 79

M. Jeličić: Završni radovi na Narodnoj opservatoriji 82

И. Винце, К. Стевановић: Астрономске ефемериде за 1980. годину 83

Издавачки савет

Академик ТАТОМИР АНЂЕЛИЋ, НЕНАД ЈАНКОВИЋ, Др АЛЕКСАНДАР КУБИЧЕЛА, Мр ЈЕЛЕНА МИЛОГРАДОВ-ТУРИН, Инж АЛЕКСАНДАР ПОПОВИЋ, Мр МАРИЈА ПОТКОЊАК, Др СОФИЈА САЦАКОВ, АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ, НИНОСЛАВ ЧАБРИЋ, Проф. Др БРАНИСЛАВ ШЕВАРЛИЋ

Уређивачки одбор

Др МИЛАН ДИМИТРИЈЕВИЋ, НЕНАД ЈАНКОВИЋ, Проф. Др БРАНИСЛАВ ШЕВАРЛИЋ, АЛЕКСАНДАР КУБИЧЕЛА, Инж. АЛЕКСАНДАР ПОПОВИЋ, Мр ЈЕЛЕНА МИЛОГРАДОВ-ТУРИН, АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ, НИНОСЛАВ ЧАБРИЋ,

Главни одговорни уредник

Мр ЈЕЛЕНА МИЛОГРАДОВ-ТУРИН

Помоћник уредника АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ

Насловну страну израдио ПЕТАР КУБИЧЕЛА

ВАСИОНА, часопис за астрономију и астронаутику. Издаје Астрономско друштво „Руђер Бошковић", уз учешће Републичке заједнице за научни рад СР Србије. Годишња претплата НД 50, за ученике свих школа ако поруче одједном најмање десет примерака по НД 30, а за иностранство НД 100. Појединн број НД 12,50. Власник и издавач Астрономско друштво „Руђер Бошковић", Београд. Уредништво и администрација: Београд, Народна опсерваторија, Калемегдан, Горњи Град. Тел 624-605. Рукописи се не враћају. Претплате слати у корист рачуна број 60806-678-6639

На основу мишљења Републичког секретаријата за културу број 413-665/74-02 од 27. XII 1974. ово издање је ослобођено пореза на промет

Штампа: НИГРО „Привредни преглед", Београд, Маршала Бирјузова 3—5.

ВАСИОНА

ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИКУ

ГОДИНА XXVII 1979 БРОЈ 3 БЕОГРАД

350-godišnjica rođenja

KRISTIJAN HAJGENS

Materijalno ojačala i Reformacijom oslobođena stega katoličke crkve severozapadna Evropa postaje u XVII veku središte procvata nauke. Nauku ovog vremena pored vođenja završnih borbi oko usvajanja Kopernikovog heliocentričnog sistema, karakteriše i pojava eksperimentalnih i matematičkih metoda.

U tom veku, kakvog nije bilo još od grčkih vremena, živeo je poznati holandski fizičar, matematičar i astronom Kristijan Hajgens (1629—1695).

U plejadi prirodnjaka i matematičara sa kojima je Hajgens imao niz dodirnih tačaka ističu se Hajgensovi predhodnici: Bekon (1561—1626), Kepler (1571—1630), Galilej (1564—1642) i savremenici: veliki Njutn (1642—1727), Dekart (1596—1650), Ferma (1601—1665), Valis (1616—1703), Toričeli (1608—1647), Kavaljeri (1598—1647), Paskal (1623—1662), Bojl (1627—1691), Remer (1644—1710), Lajbnic (1646—1716), Lopital (1661—1704), Oto Gerike (1602—1686), Robert Huk (1635—1703), Jakob Bernuli (1654—1705), Žan Dominik Kasini (1625—1712).

Kristijan Hajgens (Christiaan Huygens) rođen je 14. aprila 1629. godine u Hagu. Klasično obrazovani otac, imućni dvorjanin Konstantin, koji je bio pesnik i muzičar, obezbedio je sinu solidno obrazovanje iz mehanike, geografije, starih jezika i matematike prema kojoj je mladi Hajgens osećao posebnu naklonost. Pored toga široko obrazovani Kristijan je svirao na lauti i klavsenu, dobro je crtao, pisao je stihove, naučio je da kliže i pliva, znao je šest jezika.

Sa šesnaest godina otišao je na Lajdenski univerzitet na studije prava od 1645—47. Studije je nastavio na Akademiji u Bredi, gde je bio od 1647—1649. Doktorirao je prava 1655. godine na protestatskom fakultetu u Anžeru (Francuska).

Matematičke sposobnosti Hajgensa bile su rano uočene. Njihovom razvijanju dosta su doprineli komentator Dekartovih dela Šoten i M. Mersen, poznat po svojoj ulozi centra naučnog komuniciranja u ovom dobu bez naučnih časopisa. Hajgens je sa Šotenom stupio u vezu 1645. godine, a od M. Mersena je počeo dobijati matematičke zadatke počev od 1646. Mersen u jednom pismu kasnije Hajgensu čak kaže da bi mogao postati ravan Apoloniju i Arhimedu, čiji su radovi u to vreme predstavljali matematičke udžbenike najvišeg ranga.

Oponašajući Arhimeda, Hajgens u 22. godini, 1651. godine objavljuje rad „Teoreme o kvadraturi hiperbole, elipse i kruga i centar teže njihovih delova", kojim skreće pažnju matematičara na sebe. Rad „O određivanju veličine obima", nastao tri godine kasnije, predstavlja značajan doprinos teoriji određivanja odnosa obima prema dijametru. Njegova metoda izračunavanja broja π efikasnija je od Arhimedove.

Majstorski bruseći sočiva, zajedno sa svojim bratom Konstantinom, konstruisao je početkom 1655. godine refraktor sa žižnom daljinom od 12 stopa (370 cm). Njime je 25. marta 1655. godine uočio na 3′ od Saturna najsjajniji Saturnov satelit Titan[1]). Narednog dana utvrdio je da se ova svetla tačka pomerila slično Jupiterovim satelitima.

[1]) Do sada je poznato 10 satelita Saturna. Podaci sa američke letilice „Pionir 11", koja se u ovoj, Hajgensovoj godini, prva približila Saturnu, ukazuju na mogućnost postojanja još dva satelita. Titan je od Saturna udaljen 1,22 miliona kilometara (šesti je po redu). Obiđe ga za 15,94 dana (siderički period). Po svojoj veličini, sa prečnikom od 5832 km, najveći je planetski satelit (veći je od Merkura, 4875 km) U srednjoj opoziciji veličine je 8,3, pa ga mogu posmatrati amateri.

Po običaju svoga vremena, pronalazak je objavio anagramski u notici „De Saturni Luna observatio nova" (Posmatranje novog satelita Saturna") marta 1656. u Hagu. Anagram glasi:

ADMOVIRE OCULIS DISTANTIA SIDERA NOSTRIS VVV UUUU CCC RR HMBQX

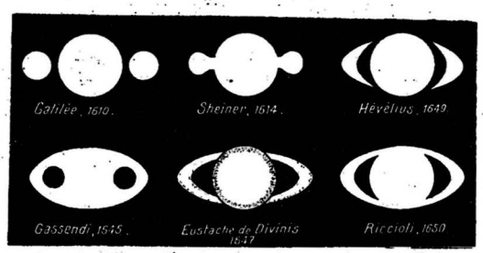
Rečenica iz anagrama u prevodu glasi: „Približiti očima udaljene zvezde." Kasnije dešifrovan anagram sadrži u sebi sledeće saopštenje:

SATURNO LUNA SUA CIRCUMDUCITUR DIEBUS SEXDECIM HORIS QUATUOR

(Oko Saturna mesec obilazi za šesnaest dana i četiri časa)

Sledeća četiri Saturnova satelita otkrio je do kraja veka Žan Dominik Kasini. Priča se da Hajgens nije tražio ostale satelite, jer je smatrao da Sunčev sistem od 6 planeta može imati samo 6 planetskih satelita; pre Titana su bila poznata 4 Galilejeva satelita i Mesec.

U drugoj polovini 1655. godine završio je posetu Parizu, gde se upoznao sa francuskom naukom preko Gasendija, Bujoa i dr. Po povratku napravio je refraktor sa objektivom od 2 1/3 palca i žižnom daljinom od 24 stope. Koristeći uvećanje od 100 ×, njime je još jasnije video Saturnov prsten, koji je nazirao početkom 1655. godine. Iznenađen ovim



Sl. 1. Prvi crteži Saturna

neočekivanim i čudnim Saturnovim izgledom otkriće nije hteo objaviti bez dopunskih posmatranja. Šifrovao ga je i objavio u pomenutoj knjizi „De Saturni Luna..." Anagram ovako izgleda:

AAAAAAA CCCCC D EEEEE G H IIIIII LLLL MM NNNNNNNNN OOOO PP Q RR S TTTTT UUUUU

Dešifrovano otkriće prstena (i Titana) objavio je 1659. godine u knjizi „Systema Saturnium". Latinska rečenica glasi:

ANNULO CINGITUR, TENUI, PLANO, NUSQUAM COHAERENTE AD ECLIPTICAM INCLINATO

što znači: „Prstenom je okružen, tankim, ravnim, lebdeći nagnutim prema ekliptici".

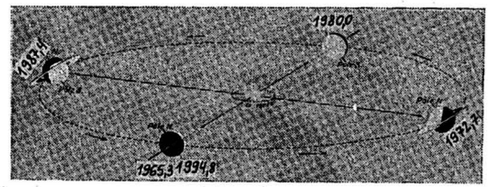
Ovim je bila rešena zagonetka Saturna, koja je bila načeta još 1612. godine od strane Galileja (sl. 1). Galilej je sa teleskopom slabe razdvojne moći i uveličanjem od 32 × uočio prvi bočne dodatke Saturna koji ga „podržavaju". Uskoro ih je prestao posmatrati, jer su se čudnovato izgubili. Hajgens je prvi zaključio da su se dodaci izgubili zbog male debljine prstena[2]). Prsten se sa Zemlje ne vidi kada se Sunce ili Zemlja nađu u njegovoj

[2]) Prsten Saturna ima složenu strukturu. Dobro vidljivi deo deli se na tri prstena, koji se idući planeti označavaju slovima A, B i C. Spoljašnja ivica prstena A i unutrašnja prstena C udaljene su od centra planete 139 000 i 67 000 km. Između prstenova A i B i B i C su prazni prostori — razdelnice; Kasinijeva širine 5 000 km i francuska od 1 600 km. Neki smatraju da postoje i slabo vidljivi prstenovi D i E. D se prostire do površine planete, a hipotetični, veoma slab prsten E je van ostalih prstenova. „Pionir 11" nije registrovo E prsten, ali je zato otkrio, na 3 500 km od prstena A (Pionirova razdelnica), F prsten. Debljina prstena, određivana prilikom prolaska Zemlje kroz njegovu ravan, iznosi od 2 do 20 km.

ravni (sl. 2). Detaljno izvršivši analizu vidljivosti prstena predskazao da će isčeznuti u julu ili avgustu 1671. godine. Prsten je nestao, ali zbog netačnosti podataka, u maju.

Otkriće prstena je iznenadilo mnoge naučnike. Ono je Hajgensu donelo početak evropske slave. Mada je Hajgens podvlačio da njegova otkrića govore u prilog Koperniku bilo je i zlobnih kritika antiheliocentrista.

U istom radu izveštava o prugama uočenim na Jupiteru i Marsu. Iz posmatranja (pre Kasinija) nalazi da rotacija Marsa traje 24 h. Kasnija posmatranja Marsa, 1672. godine, mu donose slavu da je on bio prvi čovek, koji je posmatrao njegove polarne kape.



Sl. 2. Vidljivost saturnovog prstena

Astronomska posmatranja su ga podstakla da se bavi merenjem vremena. Slično Galileju, koji je to radio iz drugih razloga, počeo je eksperimentisati sa klatnom. Galilej je pred kraj života, zaključio da kružno klatno za male amplitude poseduje svojstvo izohronosti, tj. da je period klatna stalan; ne zavisi od amplitude. Ovu osobinu je hteo iskoristiti za pravljenje časovnika, ali na žalost ni svoj rad za života nije uspeo objaviti. Ni njegovi učenici nisu uspeli realizovati ovu ideju.

Hajgensu je, radeći sasvim nezavisno, pošlo za rukom da uvede klatno u sat za regulator ravnomernog hoda časovnog mehanizma.

Rad časovnika sa klatnom je prikazan na slici 3. Kada klatno pođe na desnu stranu, kotva, odnosno njen zubac A, vezana za klatno preko viljuške V, udari u zubac na zupčastom točku, te ga zaustavi. Sa osovinom O čvrsto su povezani kotva i viljuška; viljuška je kao i klatno van rama R. Kada klatno pođe u levu stranu zubac A se oslobađa da bi ubrzo desni zubac kotve zadržao određeni zubac zupčanika.

Na ovaj način je postignuto da se zupčanik koga pokreće teg T, ili opruga ravnomerno okreće. Ovo jednoliko obrtanje se preko drugih zupčanika prenosi na kazaljke. Pored pokretanja časovnog mehanizma teg preko zupčanika otklanja prigušenje klaćenja. Zupci zupčanika posle svake oscilacije daju kotvi lak udarac u pravcu kretanja, tako da ona preko viljuške periodično podstiče klatno, te ono ima stalno istu amplitudu.

Časovnik sa klatnom je imao ogromni naučni i praktični značaj. Svojom preciznošću uvećao je znatno tačnost posmatranja što je bitno uticalo i na razvoj astronomije.

Detaljno opisujući časovnik, Hajgens se 16. juna 1657. godine obraća holandskoj skupštini, tražeći da mu se izda patent; dobio ga je. Spis „Horologium oscillatorium" („Časovnik sa klatnom") je objavljen 1658. godine. Primat u otkriću časovnika sa klatnom pripao je Hajgensu, jer je Galilejev rad publikovan kasnije. Hajgens i u svojim kasnijim radovima posvećuje pažnju časovnicima.

Hajgens je 1675. godine napravio revoluciju i u merenju vremena džepnim časovnikom. „Nirnberškom jajetu", poznatom jajolikom džepnom časovniku iz 1510. godine, dao je za regulator hoda balans na spiralnoj opruzi. Ovde je klatno zamenjeno balansom, koji ritmički steže i rasteže spiralno pero. Ovaj rad je bio osnov za pravljenje prenosnih tačnih hronometara, koji su postali stalni pratioci pomorske navigacije (određivanje dužine) i drugih praktičnih primena astronomije. Hajgensu je često osporavan prioritet radova na časovnicima.

Hajgens je među prvima pristupio zasnivanju teorije verovatnoće. On samostalno razrađuje teoriju hazardnih igara, posle svog upoznavanja sa prepiskom B. Paskala i P. Ferma za vreme svog boravka u Parizu 1655. godine. Teoriju je objavio u raspravi „De rationiis in ludo alea" („Izračunavanja u hazardnim igrama"), koja je izašla u vidu priloga knjizi „Matematičke etide" iz 1657. godine, njegovog učitelja Šotena. Ova rasprava je praktično jedini udžbenik teorije verovatnoće u XVII veku. Zbog toga je Jakob Bernuli u celini prepisao u svojoj knjizi „Veština predviđanja".

Hajgens je 1662. godine načinio poznati „Hajgensov okular". I danas je to gotovo savršeni ahromatski okular, koji uklanja i druge aberacije. Sastoji se od dva plankonveksna sočiva, čije su ispupčene strane okrenute objektivu. Odnos žižnih daljina im je 1,5 do 3 : 1.

Boraveći 1661. godine prvi put u Londonu uspostavio je kontakt sa Valisom, Hukom, Renom i drugima. Prilikom drugog boravka 1663. godine izabran je za prvog inostranog člana Kraljevskog društva, koje je tada bilo u drugoj godini svoga postojanja.

U Kraljevskom društvu je izložio teoriju elastičnog sudara koja je zamenila nepravilnu Dekartovu. Problemi sudara (elastični i neelastični centralni sudari) su bili rešeni posle konkursa, koji je ovo društvo objavilo 1668. godine. Hajgens je sa arhitektom Renom razradio teoriju elastičnog sudara, dok je matematičar Valis dao teoriju neelastičnog. Jedini je pri tome koristio „zakon žive sile"[3]) što se vidi iz relacije:

$$m_1v_1^2 + m_2v_2^2 = m_1u_1^2 + m_2u_2^2$$

m_1 i m_2 su mase tela, koja učestvuju u sudaru, a v_1, v_2, u_1, u_2 njihove brzine pre i posle sudara.

Na poziv Luja XIV nastanjuje se 1666. godine u Parizu, gde radi kao njegov bibliotekar. Zajedno sa Remerom, Kasinijem i dr. spada u prvih 16 članova tada osnovane Akademije nauka.

Razmatrajući klatno, u Parizu objavljuje pod ranijim naslovom poznato delo „Horologium oscillatorium" 1673. godine. U dva od pet poglavlja daje teorijske osnove klatna.

Prvi pokazuje da osobinu izohronosti za sve amplitude ima cikloida[4]). Međutim iako teorijski ispravno cikloidno klatno (sl. 4b) pokazalo se praktično neupotrebljivim. U praksi se koristi izohronost Galilejevog kružnog klatna.

Došao je i do poznatog izraza za izračunavanje perioda klatna (matematičkog klatna[5]), koji u savremenoj notaciji glasi:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

Iz obrazca se vidi da period izohronog klatna zavisi samo od njegove dužine l i da se iz poznate dužine i perioda klatna može izračunati ubrzanje Zemljine teže.

Izlaže zatim teoriju o tzv. redukovanoj dužini fizičkog klatna[6]), tj. o nalaženju dužine matematičkog klatna, koje se klati izohrono sa datim fizičkim klatnom.

Pored cikloide, za koju se može reći da predstavlja krivu XVII veka, Hajgens se bavio traktrisom[7]), lančanicom[8]), logaritamskom i drugim krivama. Posebnu pažnju je posvetio izučavanju evolute i evolvente krivih u ravni (to su krive koje nastaju jedna iz druge određenim postupkom). Tako je dokazao da je cikloida sama sebi evoluta.

U ovoj knjizi prvi put, posle razmatranja Galilejevih rasuđivanja u vezi sa kružnim kretanjem, iznosi bez dokaza izraz za centripetalno ubrzanje.

$$a = \frac{v^2}{r}$$

[3]) Zakon žive sile govori da je Hajgens prvi upotrebio zakon o održanju energije, po kome je suma svih energija u zatvorenom sistemu stalna. Proizvod mv^2 predstavlja „živu silu". Uvođenjem kinetičke energije ($1/2\ mv^2$), 1826. godine, pojam žive sile se prestao koristiti. Međutim kada je reč o zakonu, koji se odnosi na transformaciju rada u energiju zadržan je zakon žive sile. On glasi: Rad sile meri se priraštajem kinetičke energije odnosno žive sile.

[4]) Cikloida je kriva linija, koju opiše tačka kružnice kotrljajući se bez klizanja po pravoj liniji (sl. 4a)

[5]) Matematičko klatno je idealni sistem sastavljen od nerastegljive beztežinske niti na koju je obešena masa usredsređena u jednoj tački.

[6]) Fizičko klatno je svako čvrsto telo, koje se klati oko nepokretne tačke, koja se ne poklapa sa težištem.

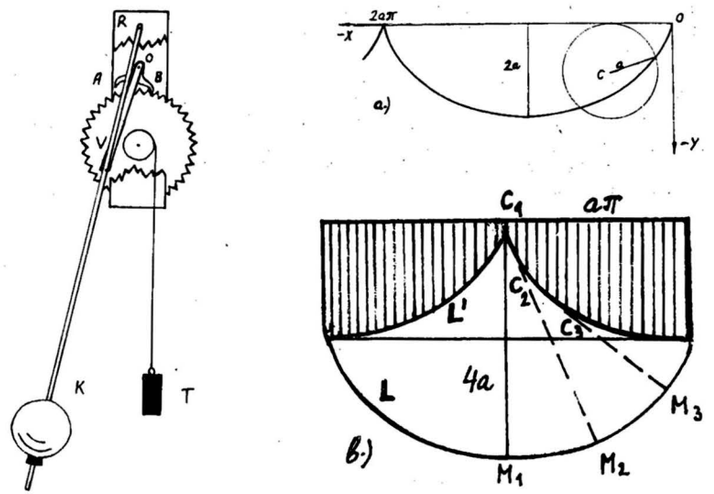
[7]) Traktrisa je ravanska kriva kojoj je dužina tangente od dodirne tačke sa krivom do presečne tačke sa pravom stalna. Ona je evolventa lančanice.

[8]) Lančanica je kriva čiji se oblik dobija kada se o dve tačke u polju teže obesi savršeno savitljiva i nerastegljiva materijalna nit.

Dok je Galilej zaključio da se tela na koja ne deluju sile kreću stalnom brzinom po pravoj liniji, Hajgens je ustanovio da su krivolinijska kretanja prouzrokovana silama koja su usmerene ka centru rotacije. Jasno je izneo da su te sile proporcionalne ubrzanju, ali tačan odnos među njima nije utvrdio.

Izraz o centripetalnom ubrzanju dosta je pomogao Njutnovoj razradi teorije kretanja tela pod dejstvom centralnih sila, odnosno zasnivanju nebeske mehanike. Milutin Milanković je svrstao Hajgensa, zbog njegovog rada na rešavanju problema krivolinijskog kretanja, među 19 najvećih naučnika „egzaktnih i anorganskih prirodnih nauka", pre početka XX veka.

Izvođenje samog obrazca Hajgens je dao u radu „De vi centrifuga", koji je objavljen posthumno.



Sl. 3. Časovnik sa klatnom

Sl. 4. a) Cikloida b) Klaćenje se vrši u ravni cikloidnog ugla, koji obrazuju dve cikloidne prepone (šrafirano)

„Horologium oscillatorium", ili još bolje Hajgensov rad u mehanici predstavlja sponu između Galilejevog naučnog zasnivanja mehanike i Njutnove sinteze dotadašnjih znanja izraženih u Njutnovim zakonima. Hajgensovi principi, iako predstavljaju najviši stadijum mehanike pre pojave Njutnovih radova, ipak su bliži Galilejevim, izloženim 1638. godine, nego Njutnovim aksiomama datim u „Principia" 1687. godine.

„Časovnik sa klatnom" zauzima značajno mesto i u razvoju matematike. Zajedno sa Valisovom „Aritmetikom" predstavlja, analizu u njenoj najizgrađenijoj formi, pre pojave Njutna i Lajbnica.

1680. godine Hajgens je radio u Parizu na „planetnoj mašini", koja je trebalo da preko zupčaničkog prenosa predstavi kretanje tela Sunčevog sistema. Rad na ovome praplanetarijumu doveo ga je do razrade matematičke teorije verižnih razlomaka.

Ovo je bio zadnji Hajgensov rad u Parizu. Ukidanjem Nantskog edikta nestaju ranije stečena prava protestanata, te je primoran da napusti Pariz posle 15 godina plodotvornog rada. Vraća se u Holandiju. Verska netrpeljivost oterala je tada i Remera u Dansku. Interesantno je da sa odlaskom prestaje i njegova prepiska sa kolegama iz pariske akademije. Svoje radove šalje Kraljevskom društvu (za „Philosophical transatcions").

U periodu od 1681—87 godine posvećuje se izradi dugofokusnih objektiva; žižne daljine su iznosile 37, 54 i 63 metara. Oni su bili glavni delovi „vazdušnih teleskopa", (teleskopa bez tubusa) koji su užadima bili vezani o visoke jarbole.

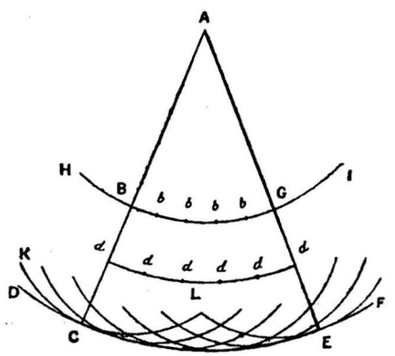
Hajgens je u Holandiji 1690. godine na francuskom jeziku objavio konačnu verziju drugog velikog dela, ovoga puta iz optike „Traité de la lumiére" („Traktat o svetlosti"). Prvu verziju ovog dela, koje je ušlo u istoriju optike, pročitao je na latinskom jeziku na jednoj sednici pariske akademije, još 1678. godine.

Da se svetlosni zraci prostiru pravolinijski i da prolaze jedan kroz drugi neporemećeni, znalo se još u staroj Grčkoj. U „Raspravi o svetlosti", Hajgens analizirajući drugu osobinu svetlosti zaključuje da se svetlost ne prostire slično „tanetu ili streli". Polazeći od sličnosti svetlosnih i zvučnih pojava pretpostavlja da je svetlost talasne prirode[9]). Pošto je vazduh sredina kroz koju se prenosi zvuk, on uvodi eter — idealno elastičnu, nemerljivu supstancu, koja prožima sva tela — za sredinu koja prenosi svetlosne talase. Po Hajgensu svetlost je elastični talas, koji se prostire konačnom brzinom. Konačnost je uslovljena elastičnošću i gustinom etera.

Iako govori o svetlosnim talasima, Hajgens ne koristi pojam talasne dužine, odnosno amplitude. On ne daje svoju teoriju boje, niti obraća pažnju na difrakciju svetlosti, koju su pre njega uočili Grimaldi i Huk. Neuverljivo je i njegovo objašnjenje pravolinijskog prostiranja svetlosti.

Veliki značaj u ovome delu ima tzv. Hajgensov princip, preko koga se Hajgensovo ime najčešće pominje u fizici.

Po Hajgensovom principu svaka tačka do koje dođe svetlosni poremećaj postaje centar sekundarnih talasa. Površina koja obuhvata u datom trenutku nove talase predstavlja položaj fronta stvarnog talasa. Evo šta kaže Hajgens u prvoj glavi „Rasprave o svetlosti" iz koje je i slika 5:



Sl. 5. Skica iz „Rasprave o svetlosti"

„... ako je DCF talas, koji izlazi iz tačke A, kao svog središta, čestica B — jedna od onih koje su sadržane u lopti DCF — načiniće svoj poseban talas KCL, koji će dodirivati talas DCF u C, u istom momentu kada i glavni talas ispušten iz tačke A dođe u DCF; jasno je da će samo mesto C talasa KCL dodirivati talas DCF, a ono se nalazi na pravoj liniji povučenoj kroz AB. Isto tako će i svaka druga čestica sadržana u lopti DCF, kao bb, dd, itd. izvesti svoj talas. Međutim svaki od ovih talasa biće beskrajno slab u poređenju sa talasom DCF, čijem sastavu svi drugi doprinose onim delom svoje površine koja je najviše udaljena od središta A."

Dva su razloga učinila da Hajgensova talasna teorija svetlosti bude nepriznata, ako izuzmemo Ojlera i Lomonosova, do Frenelovih radova početkom XIX veka. Prvi su pomenute slabosti, a drugi korpuskularna teorija svetlosti iza koje je stajao veliki Njutnov autoritet, nastao posle njegovih značajnih uspeha u mehanici. Njutn je 1672. godine, da bi objasnio pravolinijsko prostiranje svetlosti, prihvatio Dekartovo mišljenje po kome se

[9]) Robert Huk je pre Hajgensa 1665. godine u delu „Micrographia" tvrdio da svetlost ima talasnu prirodu. I po Huku se svetlosni sferni talasi kreću eterom oko izvora svetlosti. Nagoveštaji talasne teorije postoje i ranije.

svetlost sastoji od sitnih čestica (korpuskula). U granicama svojih mehaničkih predstava smatrao je da se korpuskule pri sudaru odbijaju kao kuglice, da su pri prelamanju privučene od sredine i dr.

Hajgensov princip, kao geometrijski metod konstruisanja, omogućio je Hajgensu izvođenje osnovnih zakona geometrijske optike — prelamanja i odbijanja, koje je 1621. godine formulisao u Holandiji Vilebrord Snelius.

Strožije uzevši Hajgensov princip se može primeniti samo u uslovima primenljivosti geometrijske optike, tj. kada je dužina svetlosti beskonačno mala u poređenju sa dimenzijama talasnog fronta. Taj nedostatak je uklonio 1815. godine Ogisten Frenel, uvodeći predstavu o koherentnosti i interferenciji sekundarnih talasa (Hajgens-Frenelov princip). Uzimajući u obzir amplitude i faze sekundarnih talasa našao je i analitički izraz ovog principa, koji daje amplitudu rezultirajućeg talasa u bilo kojoj tački prostora.

Usavršivši Hajgensov princip, Frenel ga je stavio u temelje talasne optike. Njime je objasnio difrakciju i pokazao da je talasna priroda saglasna sa pravolinijskim prostiranjem svetlosti.

Radovima Frenela i Junga talasna teorija je dobila opšte priznanje. Zasenjena korpuskularna teorija vaskrsla je ponovo tek 1905. godine, kada su radovi Ajnštajna pokazali da se svetlost sastoji od čestica-fotona.

Savremena fizika (kvantna teorija elektromagnetnih talasa) smatra da svetlost ima dvojnu prirodu. Njena talasna svojstva mogu objasniti difrakciju, interferenciju, polarizaciju, a svojstva čestice, kao tok fotona, fotoefekat, Komptonov efekat. Ona govori da i elementarne čestice imaju dvojnu prirodu.

U petoj glavi „Traktata o svetlosti" Hajgens je razmotrio zašto slika posmatrana kroz islandski kalcit izgleda dvostruka. Ovoj pojavi, koju je prvi uočio danski lekar Erazmus Bartolinus dao je ime dvojno prelamanje svetlosti. Po njemu se upadni svetlosni zrak deli na redovni sa sfernom talasnom površinom i neredovni sa talasnom površinom rotacionog elipsoida. Talasna površina neredovnog zraka je posledica različite brzine prostiranja svetlosti u različitim pravcima kristala, što inače nije slučaj kod „običnih" providnih tela.

Posmatrajući ove zrake kroz drugi kristal uočio je da se oni pri njegovoj određenoj orijentaciji gube. Znači bio je prvi fizičar, koji se suočio sa polarizacijom svetlosti, ali nije je mogao objasniti. Eksperimentišući sa islandskim kalcitom izmerio je sa velikom tačnošću njegove geometrijske karakteristike.

U istoj knjizi prvi je saopštio Remerov rad na određivanju brzine svetlosti. Remeru je inače za taj rad pomogao u posmatranjima Jupiterovih satelita, a 1675. godine podržao ga je u Akademiji prilikom iznošenja rezultata, koji je za mnoge bio čudan.

Posebna glava „Traktata" posvećena je astronomskoj refrakciji. Uzimajući u obzir da gustina vazduha opada sa visinom, nalazi da refrakcija pri horizontu iznosi 1/2°. Pokazao je da se tek izašli diskovi Sunca, ili Meseca nalaze ustvari ispod horizonta.

Uz „Traktat o svetlosti" dao je prilog „O delovanju teže". Iz njega se vidi da je bio blizu otkrića opšte gravitacije. Razmatrajući teoriju o obliku Zemlje, prvi je došao do zaključka, da ona mora biti spljoštena na polovima. Stavljajući svu masu Zemlje u njen centar „model Hajgensa" nalazi da njena spoljštenost iznosi $\alpha = 1/578$[10]). Dijametralno suprotnim modelom, po kome je masa ravnomerno raspoređena po Zemljinoj zapremini, „Njutnov model", Njutn nalazi da je $\alpha = 1/230$.

U svojim demonstracijama, koje su trebale pokazati kako rotacija izaziva spljoštenost, koristio je glinenu loptu.

Pravilno je objasnio kašnjenje od 2^m i 28^s časovnika sa klatnom astronoma Rišea, kada se on 1672. god. našao u Kajeni (u blizini ekvatora). Skraćenje klatna je pomoglo. Razlog je bio u opadanju teže. Ovo je potvrdilo njegovu sumnju u sferičnost Zemlje. Njegovi računi su pokazali da bi centrifugalna sila bila jednaka sili teže, kada bi Zemlja 17× brže rotirala.

Iz Hajgensove knjige „Kosmoteoros" („Posmatrač sveta"), koja je objavljena posle njegove smrti, 1698. godine vidi se da je pisao naučnu fantastiku. Opisuje bića koja imaju osobine slične ljudima, ali ne liče na njih. Opisujući Sunčev sistem on postavlja pitanje: „Ako je u prirodi sve napravljeno za ljude, zašto onda postoje za nas nevidljive zvezde, o kojima smo saznali tek posmatrajući kroz teleskop.", i odgovara: „Očigledno je da takve zvezde nisu napravljene za nas, već za žitelje planeta koje kruže oko takvih zvezda."

[10]) $\alpha = \frac{a-b}{a}$; a je ekvatorski, a b polarni poluprečnik Zemlje. Uzimajući u obzir da gustina raste idući centru Zemlje za spljoštenost se danas dobija 1/298,25.

Mnogi Hajgensovi radovi su publikovani posle njegove smrti. Pored pomenutih objavljeni su prvi put 1703. godine: „O kretanju tela usled sudara", „Dioptrika", „Opis planetnog automata" i drugi.

Tematski dijapazon Hajgensovih radova je vrlo velik. Pored navedenog, sa Hukom je oko 1660. utvrdio konstante termometra (tačke smrzavanja i ključanja vode), 1661. je usavršio šmrk za razređivanje vazduha, konstruisao je živin barometar za merenje visokih pritisaka, prvi pomišlja na eksplozivni motor kod koga gasovi nastaju sagorevanjem baruta, među prvima je posmatrao maglinu pored ϑ Orionis 1657. godine itd.

Hajgens je do kraja života sačuvao interes za slikarstvo, muziku, literaturu. Dolazeći u novi grad, obično zbog naučnih sastanaka, koji su često bili neprijatni zbog prvenstva u otkriću, skoro redovno je obilazio galerije, literaturne salone, pozorišta.

Pomenimo na kraju da ovaj genijalno nadareni naučnik nije priznavao Njutnovu teoriju gravitacije, mada je tvrdio da postoji privlačna sila ka centru Zemlje. U pismu Lajbnicu kaže: „Što se tiče uzroka koji gospodin Njutn daje za plimu i oseku, on me zadovoljava isto tako malo kao i sve druge njegove teorije zasnovane na principu privlačenja, koji mi se čini besmislenim." Više je voleo Dekartove vrtloge, čiju je teoriju i sam razrađivao.

Stalno bolešljiv, umro je 8. juna 1695. godine u Hagu u 67. godini života.

Njegova sabrana dela izdata su prvi put u Hagu od 1724—28. u 6 tomova. Sabrana dela koja su početa da se izdaju 1888. godine imaju 22 toma.

Milan Jeličić

LITERATURA:

1. M. Milanković: Istorija astronomske nauke od njenih prvih početaka do 1727 godine, Beograd, „Naučna knjiga" 1948.
2. V. V. Mišković: Hronologija astronomskih tekovina, I deo, Beograd, „Naučno delo", 1975.
3. D. J. Strojk: Kratak pregled matematike, Beograd, Zavod za izdavanje udžbenika SRS, 1969.
4. G. S. Landsberg: „Optika", Beograd, „Naučna knjiga" 1967.
5. П. С. Кудрявцев: Курс истории физики, Москва, „Просвещение" 1974.
6. А. А. Михайлов: Христиан Гюйгенс, „Земля и вселенная", 3, 1979.
7. F. Boquet: Histoire de l'astronomie, Paris, „Payot", 1925.

СТРУЧНИ ПРИЛОЗИ

OSNOVI ASTROFOTOGRAFIJE (IV)

Teleskop može da posluži kao kamera, ukoliko se u fokalnu ravan posle odstranjivanja okulara postavi film. Uz male intervencije teleskop može da bude kamera promenljive žižne daljine, a prema tome i svetlosne moći i vidnog polja.

SNIMANJE U PRIMARNOM FOKUSU

Snimanje u primarnom fokusu je najjednostavnije. Odstrani se okularni deo i umesto njega postavi kućište fotoaparata, kome se odstrani objektiv. Postoji više pouzdanih načina da se to izvede: pomoću prstena sa navojima, bajoneta i dr. U ovom slučaju žižna daljina i prečnik objektiva teleskopa predstavljaju parametre kamere. Vidno polje kamere jednako je vidnom polju teleskopa.

RAZMERA VIDNOG POLJA

Prečnik lika na filmu zavisi od ugaonog prečnika 2Ω objekta koji se snima i žižne daljine objektiva F. Linearni prečnik iznosi

$$d = F \operatorname{tg} 2\Omega.$$

Ako je ugaoni prečnik mali može se staviti

$$d\,(mm) = F\,(mm)/K.$$

Koeficijent K, zavisno od toga da li se ugaoni prečnik 2Ω izražava u lučnim stepenima (°), lučnim minutama (′) ili lučnim sekundama (″) izračunava se kao

$$K = \frac{57{,}3}{2\,\Omega^\circ} = \frac{3438}{2\,\Omega'} = \frac{206\,265}{2\,\Omega''}$$

i to je odnos broja odgovarajućih lučnih jedinica u jednom radijanu i prečnika objekta u istim jedinicama. Ugaoni prečnici Sunca i Meseca iznose oko pola stepena i za njih je približno

$$d\,(mm) = F\,(mm)/114$$

Ako je $F = 1140$ mm, prečnik lika Sunca na filmu iznosi 10 mm. Fotoaparat sa $F = 50$ mm daje lik Sunca prečnika 0,5 mm i nikakvi detalji neće se videti.

U astronomskoj praksi često je potrebno poznavati ugaone dimenzije snimljenog kadra, npr. ugaoni format lajka filma u primarnom fokusu teleskopa žižne daljine 2000 mm i u fotoaparatu sa $F = 50$ mm. Odgovor daje obrazac

$$\alpha_a \times \alpha_b = \frac{a}{F}\,3438' \times \frac{b}{F}\,3438'$$

u kome su a, b linearne dimenzije kadra u istim jedinicama kao i žižna daljina objektiva F, i α_a, α_b tražene ugaone dimenzije izražene u lučnim minutama. Tako se dobija za $F = 50$ mm i lajka format (24 × 36 mm) $\alpha_a \times \alpha_b = 27{,}^\circ \times 41^\circ{,}3$,a za $F = 2000$ mm i isti format $\alpha_a \times \alpha_b = 41'{,}3 \times 61'{,}9$.

OKULARNA PROJEKCIJA

Ugaoni prečnici planeta su veličine 2″ do 50″. Zato su linearni prečnici likova na filmu i za žižnu daljinu od dva metra veoma mali. Za Jupiter u opoziciji $K = 4484$, što daje linearni prečnik $d = 0{,}45$ mm. Vidi se malo detalja. Žižna daljina treba da bude veća. To se može postići naprimer okularnom projekcijom.

Okular žižne daljine f fiksira se na rastojanju q od filma. (To je tzv. okularna kamera.) Lik na projekciji izoštrava se pomeranjem okularne kamere duž optičke ose teleskopa, dakle na isti način kao kod posmatrania kroz teleskop.

Na rastojanju q od filma, okular žižne daljine f daje oštar lik predmeta koji se nalazi na rastojanju p ispred okulara. Ove veličine povezane su relacijom

$$(1/p) + (1/q) = 1/f$$

U ovom slučaju okular se koristi kao uvećavajuće sočivo — lupa. Uvećanje lupe iznosi $M = q/p$. Kako se iz gornje jednačine p može izraziti kao $p = qf/(q-f)$ sledi

$$M = \frac{q}{f} - 1.$$

Prečnik lika se povećava i sada iznosi

$$d = MF/K = F_e/K.$$

Ovde je $MF = F_e$ ekvivalentna žižna daljina teleskopa-kamere u ovom slučaju. U praksi se često susreće obrnut slučaj: treba izračunati potrebnu ekvivalentnu žižnu daljinu F_e koja će dati tražene dimenzije lika planete, tj. prečnik lika d. Očigledno, ta vrednost može

se dobiti kao $F_c = Kd$. Potrebno uvećanje, da bi se to postiglo iznosi $M = F_c/F$ i ostvaruje se ako se na rastojanju q od filma fiksira okular žižne daljine.

$$f = q/(M + 1).$$

Ukoliko se raspolaže okularom žižne daljine f, okular treba staviti na rastojanje od filma jednako $q = f(M + 1)$. U ovim jednačinama veličine p, q, f, F, F_c, d treba izražavati u istim jedinicama. U okularnoj kameri povećava se efektivna žižna daljina pa se vidno polje smanjuje.

TELEOBJEKTIV (TELEEXTENDER)

Kombinovanjem dva tanka sočiva ili sistema tankih sočiva, žižnih daljina F, f_1 može se dobiti sistem koji će davati realan lik. Uslov je da sistem bude centriran i žižna daljina sistema pozitivna. Ako je a rastojanje između sočiva, ekvivalentna žižna daljina sistema F_c određena je obrascem

$$\frac{1}{F_c} = \frac{1}{F} + \frac{1}{f_1} - \frac{a}{Ff_1}.$$

Obično se koristi izraz koji daje vezu između žižnih daljina F, f_1 i rastojanja q fokusa sistema od zadnjeg sočiva

$$F_c = -\frac{q - f_1}{f_1} F.$$

Odavde se izračunava rastojanje q, koje za date žižne daljine F, f_1 daje traženu žižnu daljinu sistema:

$$q = -(M - 1)f_1, \quad M = F_c/F.$$

Dužina tubusa L, odnosno rastojanje između fokusa sistema i prednjeg sočiva dobija se kao

$$L = a + q$$

$$a = F + f_1\left(1 - \frac{F}{F_c}\right).$$

Uz to mora biti zadovoljen uslov

$$F + f_1 < a < F.$$

Ako je prečnik zadnjeg sočiva, D_1, manji od prečnika prednjeg sočiva, D, ukoliko se želi potpuno iskorišćenje prednjeg sočiva, mora biti zadovoljen još jedan uslov

$$a < F\left(1 - \frac{D_1}{D}\right).$$

KOMBINACIJA SABIRNIH SOČIVA (TELECOMPRESER)

Ukoliko i drugo sočivo ima pozitivnu žižnu daljinu f_2, ekvivalentna žižna daljina će se smanjiti. Nekada je korisno upotrebiti teleskop kao astrograf malog vidnog polja i velike svetlosne moći. Tako se može odstraniti blizak svetao izvor u blizini slabog koji želimo fotografisati.

Ako se raspolaže sočivima F, f_2 izabere se žižna daljina F_c i izračunaju se rastojanje između sočiva

$$a = F + f_2\left(1 - \frac{F}{F_c}\right)$$

dužina kamere

$$L = F_c - \frac{a(F - a)}{a - F - f_2}$$

i rastojanje fokusa od drugog sočiva

$$q = L - a.$$

TELESKOP I FOTOAPARAT

Dobijanje žižnih daljina znatno manjih od one koju ima objektiv teleskopa obično nije lako izvodljivo na gore opisani način, jer je rastojanje a između sočiva suviše malo da bi se jednostavno moglo realizovati. Takođe je ukupno rastojanje od prednjeg sočiva do fokusa manje nego što je dužina postojećeg tubusa. U ovom slučaju cilj se postiže uvođenjem objektiva fotografskog aparata kao trećeg sočiva, uz zadržavanje okulara.

Teleskop se podesi da predstavlja afokalan sistem, tj. na nekoj zvezdi izoštri se na beskonačnost. Iza okulara na istoj optičkoj osi dolazi objektiv fotoaparata žižne daljine f'. Ako je f žižna daljina okulara, a F žižna daljina objektiva teleskopa, ekvivalentna žižna daljina iznosi

$$F' = Ff'/f.$$

Ako je D prečnik objektiva teleskopa, ovaj sistem imaće svetlosnu moć D/F'. Očigledno da F' može da bude i veće i manje od žižne daljine objektiva teleskopa F. To zavisi od odnosa žižnih daljina objektiva fotoaparata f' i okulara f. Ako je $f'/f > 1$ žižna daljina se povećava, za $f'/f < 1$ ona se smanjuje. Dakle, za bilo koji fotoaparat i teleskop komplet okulara kojim se raspolaže određuje raspon i izbor ekvivalentnih žižnih daljina kod ovakvog astrografa.

Na filmu ostaje zabeleženo vidno polje teleskopa. To znači da će linearni prečnik vidnog polja ugaonog prečnika 2Ω iznositi

$$2r = (Ff'/f) \operatorname{tg} 2\Omega.$$

Za „normalan" teleskop $2\Omega = \operatorname{arc\,tg}(D/F)$. Kod ovakvog povećavanja žižne daljine ugaoni prečnik vidnog polja određen je uvećanjem $M = F/f$ i ugaonim prečnikom vidnog polja okulara Γ. Za većinu standardnih okulara $\Gamma \sim 40°$ pa je

$$2\Omega' = \frac{\Gamma}{M} \doteq 2400' \frac{f}{F}.$$

RAZDVAJANJE OBJEKTIVA

Teorija difrakcije daje za radijus prvog tamnog difrakcionog prstena, unutar kog je skoncentrisano 87% energije (tzv. Ejrijev disk) i koji praktično određuje razdvojnu moć objektiva, izraz

$$r_1 = 1{,}22 \frac{F}{D} \lambda.$$

Pri prelazu sa „optičkih" jedinica koje se ovde koriste, na ugaone jedinice, dobija se radijus prvog tamnog difrakcionog kruga, odnosno Ejrijevog diska

$$\delta_1 \text{ (rad)} = \frac{r_1}{F} = 1{,}22 \frac{\lambda}{D}$$

ili

$$\delta_1 ('') = 206\,265 \cdot 1{,}22 \frac{\lambda}{D}.$$

Ako se D izrazi u milimetrima i λ u Angstremima

$$\delta_1 = \frac{1}{40} \frac{\lambda}{D}.$$

Odavde se može dobiti broj linija po milimetru koje razdvaja objektiv žižne daljine F (mm)

$$L \text{ (lin/mm)} = \frac{206\,265}{\delta_1 ('')} \frac{1}{F \text{ (mm)}}.$$

Broj L može da se poredi sa brojem N koji se daje za film.

RAZDVAJANJE SISTEMA

Razdvajanje R (lin/mm) koje daje sistem „objektiv-film" može da se, ukoliko su poznati brojevi L, N za objektiv i film, približno izračuna po formuli

$$1/R = (1/L) + 1/N).$$

Ovde se vidi da je R uvek manje od L i N pojedinačno. Film i objektiv biće najbolje iskorišćeni ako je približno $L = N$. U praksi je često korisno da ograničenja filma ne budu dominantna, tj. da se sigurno iskoristi sve što pruža objektiv. Zato se obično bira film za koji je približno $N = 2\,L$. Broj N proizvođač daje u tehničkim karakteristikama filma.

KORISNA EKVIVALENTNA ŽIŽNA DALJINA

Okularnim uvećanjem mogu se dobiti velike ekvivalentne žižne daljine. Do kojih vrednosti F_e ima smisla da se ide? Odgovor na ovo pitanje različit je, zavisno od toga da li teleskop služi za posmatranje ili za fotografisanje.

Kod fotografisanja treba nastojati da bude $N > L$. Tada se najpodesnija žižna daljina može izraziti obrascem

$$F_e\,(\text{mm}) = \varkappa \frac{D\,(\text{mm})}{N\,(\text{lin/mm})}$$

u kome je

$$\varkappa = \frac{206\,265}{\lambda\,(\text{Å})}\,40.$$

Za nesenzibilizovane emulzije $\lambda = 4500$ Å i $\varkappa_{ph} = 1833$. Za panhromatske filmove $\lambda = 5500$ Å i $\varkappa_v = 1500$. Ukoliko su poznate karakteristike objektiva D, F treba koristiti film za koji je

$$N \geqslant \varkappa\, D/F.$$

MAKSIMALNO KORISNO UVEĆANJE POZITIVA

Sa stanovišta prenosa informacije, veoma velika uvećanja negativa nisu uvek i korisna. Treba se zadovoljiti najmanjim uvećanjem koje omogućava uočavanje svih zabeleženih detalja.

Prosečno oko vidi razdvojene detalje pod uglom 1′. Na rastojanju 30 cm od oka to su dve linije razdvojene 0,09 mm. Uvećanje dakle ne treba da bude veće od

$$M_{max} = 0{,}1\,R.$$

Ovde je R stvarno razdvajanje sistema objektiv-film. Da bi se izvukla sva informacija sadržana na snimku objektiv aparata za uvećanje mora zadovoljavati uslov

$$(D_a/F_a) \geqslant (R/\varkappa).$$

Ovaj uslov obično je zadovoljen i kod amaterskih aparata za uvećavanje.

ZADACI

1. Koliko iznose efektivna žižna daljina i prečnik lika

a) Venere 29. VIII 1978. g. i b) Jupitera 18. XII 1978. g.

ako se koristi objektiv 110/2000 mm i okular $f = 8$ mm udaljen $a = 10$ mm.

Rešenje:

Kako je $M = F/f = 250$ biće $d = 5$ mm, što važi i za Veneru i za Jupiter. U „Vasioni" 3—4/77 na str. 103 nalazimo ugaoni prečnik Venere $2\,\Omega = 23''$, a na str. 106 za Jupiter $2\,\Omega = 41''$. Za Veneru efektivna žižna daljina iznosi

$$F_e = d\,\frac{206\,265}{2\,\Omega} = 41\,253 \text{ mm}.$$

Za Jupiter dobija se $F_e = 25\,154$ mm.

2. Ako se u teleskopu žižne daljine 2000 mm upotrebi negativno sočivo od 6 dioptrija, za koje se vrednosti q, a dobija efektivna žižna daljina 3000 mm, 6000 mm i 20 000 mm?

Rešenje:

Koriste se obrasci

$$M = F_e/F, \qquad q = -(M-1)f_1, \qquad a = F + f_1\left(1 - \frac{1}{M}\right), \qquad L = a + q.$$

Kako je $f_1 = -167$ mm dobija se (sve veličine date su u milimetrima):

F_e	q	a	L
3 000	83,5	1944,3	2027,8
6 000	334	1888,7	2222,7
20 000	1503	1849,7	3352,7

3. Za koje vrednosti a, q objektiv sa $F = 2000$ mm i sabirno sočivo od 6 doptrija daju ekvivalentnu žižnu daljinu 1000 mm?

Rešenje:

Treba izračunati najpre $a = F + f_2\left(1 - \frac{1}{M}\right)$. Kako je $f_2 = 167$ mm i $M = 1000/2000 = 1/2$ dobija se $a = 1833$ mm. Zatim se nalazi

$$L = F_e - \frac{a\,(F-a)}{a - F - f_2}, \qquad q = L - a,$$

što daje za gornje vrednosti $L = 1916$ mm i $q = 83$ mm.

4. Kolika je efektivna žižna daljina teleskopa sa $F = 2000$ mm i fotoaparatom za koji je $f' = 50$ mm, ako se koriste okulari žižnih daljina 25 mm i 100 mm?

Rešenje:

Obrazac $F' = Ff'/f$ daje u prvom slučaju $F' = 4000$ mm, a u drugom slučaju $F' = 1000$ mm.

5. Izračunati optimalnu žižnu daljinu:

a) sočiva prečnika 100 mm kod snimanja Sunca na Mikrofilm,

b) ogledala prečnika 140 mm kod snimanja planeta na KB 21.

Koliko iznose razdvajanja sistema?

Rešenje:

Optimalna žižna daljina i razdvajanje sistema određeni su obrascima

$$F\,(\text{mm}) = \varkappa\, D\,(\text{mm})/N\,(\text{lin/mm}), \qquad 1/R = (1/L) + (1/N).$$

a) Ako se Mikrofilm razvija u *FR* 5, za njega je $N = 165$, a $\varkappa = 1833$. Prema tome $F = 1305$ mm.

Ukoliko se želi da ograničenja objektiva određuju iskorišćenje sistema, koristi se film sa većim N, ili objektiv manje žižne daljine. U ovom slučaju očigledno je razdvajanje objektiva manje od razdvajanja filma ($L = 100$) i ovaj uslov je ispunjen. To znači da se Mikrofilm može razviti i u *FR* 3, bez većeg gubitka informacije.

b) KB 21 je panhromatski film, pa se uzima $\varkappa = 1500$. Uz *FR* 5 ovaj film ima $N = 85$, tako da sledi $F = 2904$ mm. Kako je za $D = 140$ mm obično žižna daljina jednaka $F = 1400$ mm, treba koristiti film i razvijač koji će imati bolje razdvajanje (najmanje 176 lin/mm), ili učiniti da ekvivalentna žižna daljina bude bliska optimalnoj, u ovom slučaju 2900 mm.

ISPRAVKE — ERRATA

U delu II ovog članka, Vasiona 1/79, na str. 11 u redu 8 ↑ piše „B_0 izraženo u stilbima", a treba „B_0 izraženo u nitima". Kako je 1 $sb = 10^4$ nt, izraz za vreme osvetljavanja Sunca treba da ima oblik

$$t_1 = t/10^4$$

gde $t = (F/D)^2 a(z)/16580\, S$ predstavlja izraz naveden u članku.

U delu III članka, Vasiona 2/79, na str. 50 u redu 8 ↑ piše „za vreme t (min)", a treba „za vreme t (s)". Izraz za m s desne strane treba zbog toga uvećati za 2,15 log 60 = = 3,82, tako da slobodan član u izrazu za m ima vrednost + 1,30.

NAPOMENA

Izvođenje dato u delu III članka, na str. 50, je aproksimativno. Navedeni oblik sa $H \sim (D/F^c)^2$, $c < 1$, može se primeniti kada je lik zvezde ispred objektiva usled turbulencija u atmosferi uvećan, ali manji od difrakcionog lika tačkastog objekta u fokusu objektiva. Kada ovaj uslov nije ispunjen, odnosno kada je lik zvezde ispred objektiva veći od razdvajanja objektiva, treba staviti $H \sim (D^c/F)^2$, $c < 1$.

Osim toga, tačan izraz za energiju H sadrži ugaoni prečnik prividnog lika zvezde ispred objektiva, Δ'', izazvan atmosferskim uticajima, kao i nul-tačku skale „osvetljenost u luksima-zvezdana veličina"

$$H = \tau_0\, t^p\, 10^{-0{,}4\, m\, -5{,}673} \left(\frac{D}{F}\right)^2 \left(\frac{2{,}1}{\Delta''}\right)^2 10^{10}.$$

Očigledno, za žižne daljine objektiva reda veličine metra, tačan izraz i obrazac koji daje aproksimativan prilaz, daju približno jednake vrednosti. Kod dugih osvetljavanja slabim izvorima osetljivost filma S obično je znatno manja nego kod kratkih osvetljavanja jakim izvorima svetlosti, tako da ovi obrasci mogu dati veće vrednosti nego što se realno dobijaju.

Aleksandar Tomić

LITERATURA:

Allen, C. W.: 1973, Astrophysical quantities, Univ. of London, The Athlone Press.

Brejdo, J. J.: 1973, Osnovnije svojstva fotografičeskih materialov, glava IV u KAZA I, v. kraj spiska.

Cesevič, V. P.: 1973, str. 216—227, 607 u red. Bakulin P. I, Astronomičeskij kalendar, post. čast, Nauka, Moskva.

Kubičela, A.: 1965, Vasiona, XIII, Br. 3, 4 (Fotografski pribor u amaterskoj astronomskoj praksi).

Martinov, D. J.: 1971, Kurs obščej astrofiziki, gl VIII, Nauka, Moskva.

Martinov, D. J.: 1977, Kurs praktičeskoj astrofiziki, (§§ 1—4, 7, 10, 12, 17) Nauka, Moskva.

Mineur, H.: 1934, Photographie stellaire, Herman Edit., Paris.

Meljnikov, O. A.: 1973, Optika linzovih i zerkalnnih astronomičeskih teleskopov, gl. I u KAZA-I

Rackham, T.: 1972, Astronomical photography at the telescope, Faber, London.

Rougieur, R.: 1937, l'Astronomie, LI, 165 (l'Albedo des planetes et de leurs satellites).

Stock D., Vilijams A. D.: 1967, fotografičeskaja fotometrija, gl. 17 u ed. Hiltner V, Astronomičeskaja tehnika, Nauka, Moskva.

Šahrova, M. M.: 1976, Obščij kurs fotografii, Višča škola, Kiev.

Šaronov, V. V.: 1954, Fotometričeskie isledovanija prirodi planet i sputnikov, Usp. astron. nauk, VI, AN SSSR, Moskva.

Šaronov, V. V.: 1958, Priroda planet, gl. II, VI, VII, Nauka, Moskva.

Šimić, I.: 1969, Vasiona, XVII, Br 1, 2, 3, 4 (Moć razlaganja oka i optičkih instrumenata)

Texereau, J., Vaucouleurs G.: 1954, l'Astrophotographie d'Amateur, Revue d'optique theor. et. instr., Paris.

KAZA-I: red. Mihajlov, A. A.: 1973, Kurs astrofiziki i zvezdnoj astronomii, Tom I, Nauka, Moskva.

ПОСМАТРАЧКИ ПРИЛОЗИ

POSMATRANJA DETALJA U ATMOSFERI JUPITERA TOKOM OPOZICIJA 1976/77, 1977/78, I 1979. GODINE (II)

7) Crvena pega (RS)

Zbog nepoznavanja njene dužine i nekih drugih razloga, u toku opozicije I sam je posmatrao samo jednog dana (26. XII 76). Zbog oblaka je ostala zabeležena samo na jednom crtežu. Koordinate, merene sa crteža, su iznosile: L = 54°,2 i B = — 29°,4.

Intenzitet joj je bio mali i teško se videla.

U opoziciji II Crvenu pegu sam posmatrao 8 dana, a zabeležena je na 23 crteža. Nalazi se i na 25 uspelih negativa.

Najinteresantnija pojava kod RS je bila njena iskrivljenost. Prilikom posmatranja 6. I 1978 sam utvrdio da je velika osa RS prilično nagnuta u odnosu na ostale pojaseve. Ova pojava se odlično vidi na fotografijama koje sam tada napravio. Nešto slično nisam primetio ni pri ranijim, a ni pri kasnijim posmatranjima.

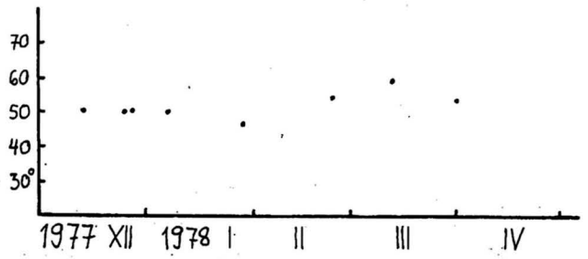
Sa dijagrama 2 se vidi promena dužine RS. Srednja vrednost dužine tokom opozicije II iznosi 52°, a širine —27°,2 (vrednosti širine, dobijene sa projekcije negativa, su sledeće: 6. I 1978 —28°,45, 23. II —27°,6, 12. III —25°,7. Smanjivanje širine je očigledno).

Intenzitet joj se kretao oko 1,75—2.

Crvena pega se u opoziciji III lepo videla, iako joj je intenzitet mali (oko 2). Širina joj se prilično smanjila, tako da je utonula u SEB-s (srednja vrednost širine merena sa 33 crteža iznosi —22°). Promena njene dužine se vidi na dijagramu 4. Srednja vrednost iznosi 60°.

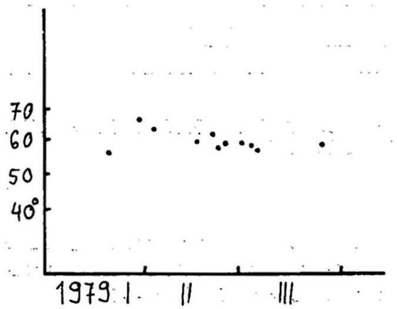
Mala osa joj se smanjila, verovatno zbog opadanja širine, tako da joj se spljoštenost povećala. Na zapadnom delu RS je bila odvojena od SEB-s jednim svetlim pojasom, dok je na istočnom delu bila spojena sa njim jednim tamnim mostom.

Dužina ovog mesta se neprekidno menjala, tako da je 20. I 1979 iznosila oko 25°. Njegova dužina 1. II iznosi samo oko 5°, a 3. II oko 10°,



Dužina Crvene pege (op. II)

13. XII	1977	50°,9	28. I	1978	46,9
25. XII		50,3	23. II		54,6
27. XII		50,6	12. III		59,2
06. I	1978	50,4	31. III		53,3



Dužina Crvene pege (op. III)

20. I	1979	56°,5
29. I		66,4
03. II		63,8
15. II		60,0
20. II		61,8
22. II		58,5
24. II		59,5
01. III		59,2
04. III		58,8
06. III		57,6
25. III		59,5

Sa promenama dužine ovog mesta se javljaju i promene intenziteta i širine. Širina mosta je oko 15 i 20. II toliko opada da se on jedva vidi. Najzad 22. II se javlja rascep između SEB-n i SEB-s tako da se most proširuje na 15°.

Prilikom posmatranja 7 i 9. III RS je zbog diferencijalne rotacije naišla u oblast gde su SEB-n i SEB-s potpuno razdvojeni, tako da je teško odrediti dužinu mosta. Oko 21 i 23. III dužina mosta iznosi nekih 10°.

U blizini RS sam više puta primetio tamne i svetle pege, kao i ostale interesantne pojave.

8) Prateća praznina Crvene pege (RSH)

Prilikom posmatranja u opoziciji I RSH je pretstavljalo samo jedno malo udubljenje u SEB-u. RS se nalazila skoro u sredini STZ.

Početkom opozicije II RSH se videla isto kao u opoziciji I. Međutim, 6. I 1978 sam zapazio promenu: u SEB-u, počev od RSH, videla se razlika u intenzitetu *n* i *s* dela pojasa. *S* deo je bio tamniji za 0,5 stepena fotometrijske skale. Ta razlika je postajala sve veća i 23. II 1978 sam ustanovio da je došlo do cepanja u SEB-u (u dužini od 45° počevši od RSH — videti mapu II).

Ovaj proces cepanja SEB-a je sigurno povezan sa smanjenjem širine RS. U opoziciji III RSH se prilično proširila, prekidajući SEB-s. Ovo proširenje je bilo daleko veće na istočnoj nego na zapadnoj strani RS.

IV — FOTOGRAFSKA ANALIZA

Sem vizuelnih posmatranja i merenja ja sam i fotografisao Jupiter. Nažalost, ova snimanja sam zbog nekih tehničkih nemogućnosti vršio samo u opoziciji II.

Snimao sam na refraktoru ZEISS, prečnika 110 mm. Žižna daljina sistema okularne projekcije je iznosila 20 000 mm. Korišćen je okular od 167 ×.

U početku sam obavljao probe da bih pronašao najbolju kombinaciju filma i razvijača. Kao najbolji film se pokazao ILFORD FP-4, sa osetljivošću 22—24 DIN. Međutim, zbog niže cene sam uglavnom koristio EFKE KB 21 (21—23 DIN). Najpogodniji razvijač za ovakva snimanja je ILFORD MICROPHEN.

Lik Jupitera na filmu je početkom opozicije iznosio oko 3 *mm*. Negativi su se u analizi pokazali kao vrlo koristan materijal. Od najvećeg značaja su bili prilikom određivanja širine detalja i pojaseva, jer je tačnost pri merenju sa njih zaista velika. Mereno pomoću projekcije negativa, pri čemu je ekvatorski prečnik Jupitera iznosio 47 *mm* (uvećanje je 15,6 ×).

1) Određivanje veličine RS

Za određivanje dimenzija RS sam iskoristio 25 negativa. Srednja vrednost iznosi 7″,5 × 4″,7 (26600 × 18500 *km*).

2) Određivanje spljoštenosti Jupitera

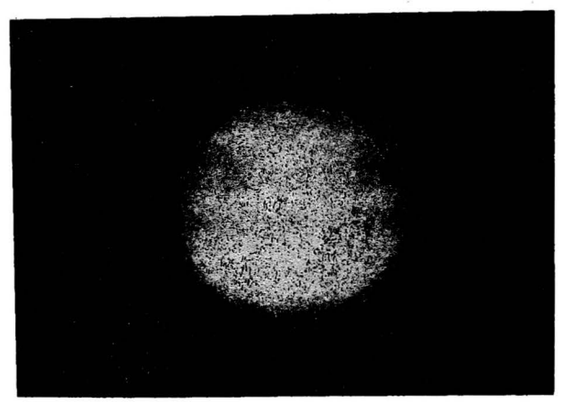
Za određivanje spljoštenosti Jupitera sam iskoristio 750 negativa. Srednja vrednost iznosi 0,064.

3) Određivanje širina pojaseva

Iskoristio sam 75 negativa. Srednja vrednost iznosi:

SPR	STB	SEB	NEB	NPR
—90° do	—37,7 do	—24,0 do	+ 3,1 do	+36,9 do
—49,5	—31,6	— 7,3	+16,6	+90

Pojas NTB se video samo na jednom negativu: +23 do +26°.



6. I 1978, TU 19 10, film ILFORD FP-4 (osetljivost 22—24 DIN-a), razvijač ILFORD MICROPHEN, ekspozicija 2 *s*. Na ovom snimku se nešto teže zapaža nagnutost velike ose RS na ostale pojaseve.

V — ZAKLJUČAK

1) Intenzitet RS tokom sve tri opozicije je mali, oko 2. Ustanovio sam povećanje njene dužine i smanjenje širine.

2) Na severnoj polulopti je došlo do velikih promena. NTB, koji se u opoziciji I odlično video, u opozicijama II i III je bio vrlo teško vidljiv (opali su mu i intenzitet i debljina). Nasuprot njemu, NPR i NNTB su znatno povećali intenzitet. U opoziciji II su bili spojeni, stvarajući izvanredno veliku oblast, dok je u opoziciji III došlo do njihovog razdvajanja.

3) Intenzitet NEB i SEB je lagano opadao tokom op. I, II i III.

4) Posmatrani su najrazličitiji detalji. Određivanje perioda rotacije za neke od njih je potvrdilo diferencijalnu rotaciju.

5) Utvrđene su promene izgleda detalja. Te promene su se dešavale u vremenskom rasponu od nekoliko dana, pa sve do više godina (sistematske promene izgleda pojaseva).

Jovanović Ljubiša
saradnik Narodne opservatorije

LITERATURA:

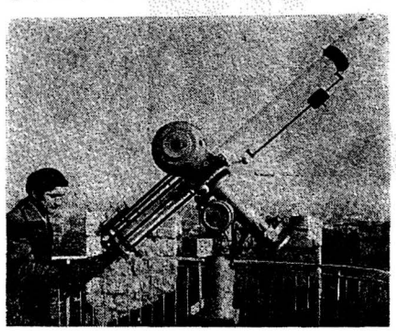
2) Pavlovski, K.: 1971, VASIONA XIX, 3—4
3) Pavlovski, K. i Sanjin, K.: 1973, VASIONA XXI, 2
4) Muller, P.: 1978, DETAILED SET OF NOTES FOR THE „IJVTOP" (International Jupiter Voyager Telescope Observations Programme)

ВЕСТИ ИЗ ДРУШТВА

ЗАВРШЕНИ РАДОВИ НА НАРОДНОЈ ОПСЕРВАТОРИЈИ

Завод за заштиту споменика културе града Београда окончао је 1. октобра 1979. године радове на тераси Народне опсерваторије, односно Деспотове куле. Радови су извођени у склопу реконструкције североисточног и северозападног горњоградског бедема београдске тврђаве.

Извођење радова, и поред обећања да ће бити завршени за два месеца, трајало је неочекивано дуго; почети су у лето 1977. године. Овиме је знатно ометен рад Народне опсерваторије у посматрачком и популаризаторском погледу а астрономском друштву „Руђер Бошкоовић" је направљена велика материјална штета. За то време на Народној опсерваторији су се нормално одвијали курсеви и рад библиотеке. У почетку су, у веома отежаним условима, извршена два програма посматрања.



Сл. 1. На новој тераси Народне опсерваторије.

Реконструкцијом је изграђено десет зубаца на постојећем парапету (огради). Да зупци не би ометали посматрања, на старој платформи (тераси), подигнута је нова. Нова платформа има мању радну површину, јер не сме додиривати зупце. Између ње и зубаца је шетница.

Због умањеног простора на тераси се тренутно налази само рефрактор Цајс. Његова надморска висина износи сада 137 м. Рефрактор Отвеј је конзервисан.

Изградом нове платформе и ваљењем калдрме из старе добивена је подплатформска просторија од 1,7 м висине, чија намена још није одређена.

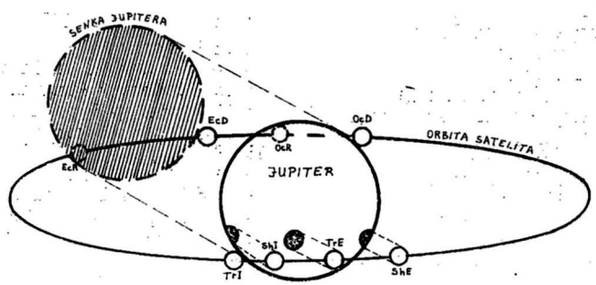
Милан Јеличић.

АСТРОНОМСКЕ ЕФЕМЕРИДЕ ЗА 1980. ГОДИНУ

Астрономске ефемериде за 1980. год. представљају одређену селекцију података такве тачности, да их астрономи-аматери могу користити при планирању и обради својих посматрачких програма.

У рубрици Календар дати су датум, дан у недељи, фракција тропске године, број дана Јулијанске периоде протеклих до 12^h светског времена (TU) и средње звездано време у 0^h TU у Гриничу. Рубрика „Велике планете" садржи, само за планете видљиве голим оком или мањим телескопом, ректасцензију — α, деклинацију — δ, лонгитуду — λ, латитуду — β, право растојање од Земље — Δ_z, право растојање од Сунца — Δ, тренутак горњег пролаза кроз меридијан Београда — T (у средње-европском времену — СЕВ), привидни полупречник — ρ и привидну величину — m . Подаци су дати за сваки десети дан у месецу, почев од првог, сем за Нептун, за који су дати само за петнаести у месецу.

У одељку посвећеном Јупитеровим сателитима представљена је графички приближна конфигурација Галилејевих сателита и трену̇ци у TU геоцентричних појава везаних за њих. Вертикалне линије у средини сваког графика представљају екваторијални дијаметар диска Јупитера, а хоризонталне линије означавају моменат 0^h светског времена за сваки датум у месецу. Положај сателита у односу на Јупитеров диск за сваки тренутак представљени су синусоидалним линијама. Испод графика дате су фазе помрачења у систему сателита. Словима „d" и „r" означене су одговарајуће тачке улаза (почетак помрачења), односно излаза (крај помрачења) сателита из сенке Јупитера. Графици су преузети из The Astronomical Ephemeris for the year 1980, Her Majesty's Stationery Office, London. Ознаке геоцентричних појава имају следеће значење:



TrI — почетак пролаза сателита испред диска Јупитера
TrE — свршетак пролаза сателита испред диска Јупитера
ShI — почетак пролаза сенке испред диска планете
ShE — свршетак пролаза сенке испред диска планете
Oc — почетак окултације
OcR — свршетак окултације
EcD — почетак помрачења
EcR — свршетак помрачења

Напомињемо да овде нису узете у обзир оне појаве које се дешавају пре свршетка строномског сумрака и после 24^hTU.

У рубрици Месец дате су Месечеве фазе у TU (● млад Месец, D прва четврт, ○ пун Месец,, ◐ последња четврт) и старост у данима у 0^h TU.

Ефемериде Сунца за 1980. год. садрже датум, горњи пролаз центра диска Сунца кроз ефемеридни меридијан у ефемеридном времену, тренутак излаза и залаза у Београду у СЕВ, ректасцензију — α и деклинацију — δ у 0^hTU, положајни угао — P северног краја Сунчеве ротационе осе мерено позитивно ка истоку и негативно ка западу, хелиографску ширину — B_0 и дужину — L_0 средишта Сунчевог

диска, привидни полупречник Сунчевог диска — ρ и растојање Сунца од Земље у астрономским јединицама у 0^hTU. Ове године нема помрачења Сунца које би било видљиво са територије Југославије.

Следећа таблица садржи податке о тренуцима излаза и залаза Месеца у Београду у СЕВ.

Таблица Појаве, 1980 даје најинтересантније појаве са датумом у часу у TU, при чему N означава север, S — југ, W — запад и E — исток.

Коначно, дати су и подаци о делимичном помрачењу Месеца које ће бити видљиво са територије Југославије.

Начин употребе Астрономских ефемерида и примери за израчунавање дати су у неким ранијим бројевима Васионе, нпр. 1973/4, 1974/4 и 1975/4.

Винце Ишпван
Сшевановић Кашарина

АСТРОНОМСКЕ ПОЈАВЕ У 1980. ГОДИНИ

d	h	ЈАНУАР
3	—	Земља у перихелу
7	4	Јупитер 0°.3 N од Месеца
7	15	Марс 2° N од Месеца
8	1	Сатурн у застоју
8	14	Сатурн 0°.1 S од Месеца
13	5.8	Уран 5° S од Месеца
15	8	Нептун 4° S од Месеца
17	8	Марс у застоју
17	21	Млад Месец
20	13	Венера 1° S од Месеца
21	9	Меркур у горњој конјункцији

d	h	ФЕБРУАР
3	7.8	Јупитер 0°.5 N од Месеца
3	20	Марс 3° N од Месеца
4	20	Сатурн 0°.1 S од Месеца
9	16	Уран 5° S од Месеца
11	19.9	Нептун 4° S од Месеца
16	8.9	Млад Месец
17	14	Меркур 2° N од Месеца
19	5	Венера 4° N од Месеца
19	12	Меркур у елонгацији 18° E
24	18	Јупитер у опозицији са Сунцем
25	5.8	Марс у опозицији са Сунцем
25	11	Меркур у застоју
26	6	Марс најближе Земљи
29	7	Уран у застоју

d	h	МАРТ
1	7.8	Јупитер 1° N од Месеца
1	8.6	Марс 4° N од Месеца
1	20	Почетак помрачења Месеца
2	19	Марс 3° N од Јупитера
2	23.7	Сатурн 0°.2 N од Месеца
6	5.8	Меркур у доњој конјункцији
7	23	Уран 5° S од Месеца
10	5	Нептун 4° S од Месеца
14	2	Сатурн у опозицији са Сунцем
15	12.7	Меркур 3° N од Месеца
16	18.9	Млад Месец
18	14	Меркур у застоју
19	20	Венера 8° N од Месеца
20	11	Почетак пролећа
24	19	Јупитер у застоју
27	23	Марс 4° N он Месеца
28	7.8	Јупитер 4° N он Месеца
30	1.7	Сатурн 0°.4 N од Месеца

d	h	АПРИЛ
2	16.8	Меркур у елонгацији 28° W
4	4	Уран 5° S од Месеца
5	15	Венера у елонгацији 46° E
6	11	Јупитер 3° S од Месеца
7	14	Марс у застоју
13	8.7	Меркур 0°.004 S од Месеца
15	4	Млад Месец
18	8.6	Венера 9° N од Месеца
24	7	Марс 2° N од Месеца
24	11	Јупитер 1° N од Месеца
26	4.7	Сатурн 0°.4 N од Месеца
26	16.6	Јупитер у застоју

d	h	МАЈ
1	8	Уран 5° S од Месеца
3	16	Нептун 3° S од Месеца
4	6	Марс 0°.8 N од Јупитера
9	3	Венера највећег сјаја
13	9.7	Меркур у горњој конјункцији
14	5	Уран у опозицији са Сунцем
14	12	Млад Месец
17	3.7	Венера 8° N од Месеца
21	20	Јупитер 0°.6 N од Месеца
22	6	Марс 0°.5 N од Месеца
23	7	Сатурн у застоју
23	10	Сатурн 0°.1 N од Месеца
24	18.6	Венера у застоју
28	13	Уран 5° S од Месеца
30	21	Нептун 3° S од Месеца

d	h	ЈУНИ
1	17	Меркур 0°.3 N од Венере
12	3	Нептун у опозицији са Сунцем
12	20	Млад Месец
14	13.4	Меркур у елонгацији 24° E
14	20	Меркур 4° N од Месеца
15	7	Венера у доњој конјункцији
18	10	Јупитер 0°.05 N од Месеца
19	14	Марс 2° S од Месеца
19	19	Сатурн 0°3. N од Месеца
21	5.8	Почетак лета
24	19	Уран 5° S од Месеца
25	13	Марс 2° S од Сатурна
27	3.7	Нептун 3° S од Месеца
27	20	Меркур у застоју

d	h	ЈУЛИ
5	—	Земља у афелу
6	16.7	Венера у застоју
9	18.6	Венера 0°.1 S од Месеца
11	18.7	Меркур у доњој конјункцији
12	6.8	Млад Месец
16	2.7	Јупитер 0°.6 S од Месеца
17	6.7	Сатурн 0°.7 S од Месеца
18	3.5	Марс 4° S од Месеца
22	1.5	Венера највећег сјаја
22	2.6	Уран 5° S од Месеца
22	11.6	Меркур у застоју
24	11.4	Нептун 3° S од Месеца
30	14.7	Уран у застоју

d	h	АВГУСТ
1	2	Меркур у елонгацији 19 W
7	1.9	Венера 0°.3 S од Месеца
9	10	Меркур 2° S до Месеца
10	19	Млад Месец
10	19	Прстенасто помрачење Сунца
12	20.7	Јупитер 1° S од Месеца
13	19	Сатурн 1° S од Месеца
15	21	Марс 5° S од Месеца
18	10.9	Уран 5° S од Месеца
20	19.9	Нептун 3° S од Месеца
24	19	Венера у елонгацији 46°
26	3	Помрачење Месеца
26	12	Меркур у горњој конјункцији

d	h	СЕПТЕМБАР
1	2.7	Нептун у застоју
5	9.8	Венера 0°.1 N од Месеца
9	10	Млад Месец
9	13.3	Меркур 3° S од Сатурна
10	11	Меркур 3° S од Месеца
13	9.8	Конјункција Јупитера
14	19.6	Уран 5° S од Месеца
17	4	Нептун 3° S од Месеца
23	2	Конјункција Сатурна

d	h	ОКТОБАР
2	23.6	Марс 1° S од Урана
5	6	Нептун 0°.7 S од Месеца
7	8	Јупитер 2° S од Месеца
9	2.8	Млад Месец
11	3.7	Меркур у елонгацији 25° E
11	4	Меркур 8° S од Месеца
12	4	Уран 5° S од Месеца
12	17.7	Марс 6° S од Месеца
14	11	Нептун 3° S од Месеца
23	6	Меркур у застоју
30	20	Венера 0°.4 N од Јупитера

d	h	НОВЕМБАР
3	9	Меркур у доњој конјункцији
3	21.9	Венера 0°.6 S од Сатурна
4	1	Јупитер 3° S од Месеца
4	9.7	Сатурн 2° S од Месеца
4	10.9	Венера 2° S од Месеца
7	20.7	Млад Месец
10	12	Марс 2° N од Нептуна
10	18.7	Нептун 3° S од Месеца
10	19	Марс 5° S од Месеца
12	4.3	Меркур у застоју
18	1	Конјункција Урана
19	18.6	Меркур у елонгацији 20°

d	h	ДЕЦЕМБАР
1	17	Јупитер 3° S од Месеца
1	21	Сатурн 2° S од Месеца
3	13.7	Меркур 0°.9 N од Урана
4	20.7	Венера 4° S од Месеца
5	23.8	Уран 5° S од Месеца
6	7	Меркур 4° S од Месеца
7	14	Млад Месец
9	20.7	Марс 4° S од Месеца
14	5	Нептун у конјункцији
16	1.8	Венера 1° N од Урана
21	16.9	Почетак зиме
29	7	Јупитер 3° S од Месеца
29	8	Сатурн 2° S од Месеца
31	10	Меркур у горњој конјункцији

ПОМРАЧЕЊЕ МЕСЕЦА

1. марта 1980.

улаз Месеца у полусенку	$18^h44^m.1$
тренутак највеће фазе	20 46 .0
излаз Месеца из полусенке	22 47 .9
положајни угао првог контакта	156°51′.2
положајни угао последњег контакта	236 31 .4

26. август 1980 TU

улаз Месеца у полусенку	$1^h42^m.0$
тренутак највеће фазе	3 31 .3
излаз Месеце из полусенкеи	5 20 .6
положајни угао првог контакта	26°18′.7
положајни угао последљег контакта	302 27 .3

ЈАНУАР 1980

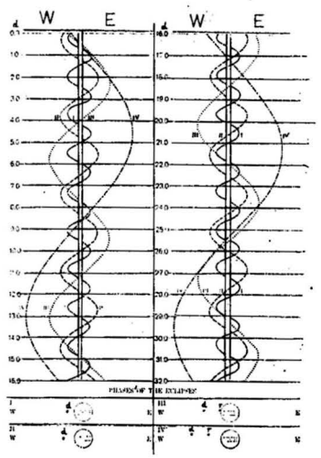
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.0	2444	h m s
1	Ут	000	240	6 39 15
2	Ср	027	241	6 43 11
3	Че	055	242	6 47 08
4	Пе	082	243	6 51 04
5	Су	110	244	6 55 01
6	Не	137	245	6 58 58
7	По	164	246	7 02 54
8	Ут	192	247	7 06 51
9	Ср	219	248	7 10 47
10	Че	246	249	7 14 44
11	Пе	274	250	7 18 40
12	Су	301	251	7 22 37
13	Не	328	252	7 26 33
14	По	356	253	7 30 30
15	Ут	383	254	7 34 27
16	Ср	411	255	7 38 23
17	Че	438	256	7 42 20
18	Пе	465	257	7 46 16
19	Су	493	258	7 50 13
20	Не	520	259	7 54 09
21	По	548	260	7 58 06
22	Ут	575	261	8 02 02
23	Ср	602	262	8 05 59
24	Че	630	263	8 09 56
25	Пе	657	264	8 13 52
26	Су	684	265	8 17 49
27	Не	712	266	8 21 45
28	По	739	267	8 25 42
29	Ут	767	268	8 29 38
30	Ср	794	269	8 33 35
31	Че	821	270	8 37 31

Велике планете

Датум	α	δ	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	Меркур						
	h m	° ′	A.J.	A.J.	h m	″	
1	17 15	—24 00	1.379	0.462	10 52	2.4	—0.4
11	18 59	24 16	1.427	0.463	11 21	2.3	0.6
21	20 10	—22 11	1.419	0.437	11 52	2.3	—0.8
	Венера						
1	20 57	—19 06	1.346	0.726	13 58	6.2	—3.4
11	21 46	15 14	1.293	0.275	14 07	6.5	3.4
21	22 33	—10 43	1.236	0.724	14 14	6.8	—3.5
	Марс						
1	11 06	+ 9 12	0.966	1.651	04 08	4.8	+0.2
11	11 10	9 01	0.885	1.655	03 30	5.3	—0.1
21	11 11	+ 9 19	0.812	1.660	02 52	5.7	—0.3
	Јупитер						
1	10 49	+ 8 47	4.826	5.379	03 17	19.0	—1.8
11	10 47	8 57	4.696	5.381	03 07	19.6	1.9
21	10 45	+ 9 14	4.584	5.384	02 25	20.0	—1.9
	Сатурн						
1	11 52	+ 3 11	9.153	9.419	04 51	8.1	+1.2
11	11 53	3 13	8.996	9.422	04 11	8.3	1.1
21	11 52	+ 3 19	8.850	9.425	03 32	8.4	+1.1
	Уран						
1	11 27	—18 31	19.399	18.726	08 25	1.8	+5.8
11	15 29	18 37	19.268	18.727	07 47	1.7	5.8
21	15 30	—18 43	19.120	18.729	07 10	1.8	+5.8
	Нептун						
15	17 23	—21 49	31.104	30.279	09 25	1.2	+7.7

Јупитерови сателити



d	h	m		d	h	m	
1	19	09	IIShI	17	21	33	IIIShE
	20	16	IITrI		22	14	IIOcR
	21	29	IShI	21	19	31	IVShE
	22	01	IIShE		20	13	IVTrE
	23	09	IITrE	24	0	23	IEcD
	23	45	IShE		21	28	ITrI
4	20	58	IVShI		21	39	IShI
6	23	55	IIIEcd		21	39	IIOcD
8	21	45	IIShI		23	54	ITrE
	22	32	IITrI		23	55	IShE
	23	23	IShI	25	21	10	IEcR
	23	46	ITrI	29	21	34	IVOcD
9	23	15	IOcR	30	3	28	IVEcR
	20	34	IEcD	31	2	08	IOcD
10	20	01	IIOcR		23	22	ITrI
16	0	22	IIShI		23	33	IShI
	0	48	IITrI		23	52	IIOcD
	22	28	IEcD				
17	0	59	IOcR				

Месец

	d	h	m
●	17	21	20
D	24	13	59
○	2	09	03
☾	10	11	50

Старост у данима у 0h TU

1.	12.6
15.	26.6
30.	12.1

	d	h
P	20	02
A	8	8

ФЕБРУАР 1980

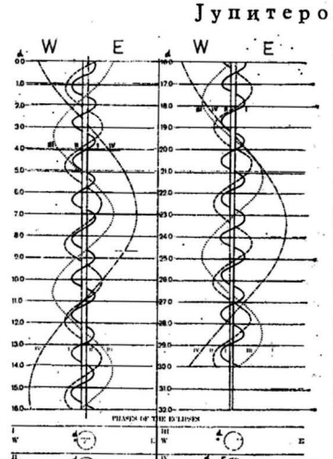
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2444	h m s
1	Пе	0849	271	8 41 28
2	Су	0876	272	8 45 25
3	Не	0904	273	8 49 21
4	По	0931	274	8 53 18
5	Ут	0958	275	8 57 14
6	Ср	0986	276	9 01 11
7	Че	1013	277	9 05 07
8	Пе	1040	278	9 09 04
9	Су	1068	279	9 13 00
10	Не	1095	280	9 16 57
11	По	1123	281	9 20 54
12	Ут	1150	282	9 24 50
13	Ср	1177	283	9 28 47
14	Че	1205	284	9 32 43
15	Пе	1232	285	9 36 40
16	Су	1259	286	9 40 36
17	Не	1287	287	9 44 33
18	По	1314	288	9 48 29
19	Ут	1342	289	9 52 26
20	Ср	1369	290	9 56 23
21	Че	1396	291	10 00 19
22	Пе	1424	292	10 04 16
23	Су	1451	293	10 08 12
24	Не	1478	294	10 12 09
25	По	1506	295	10 16 05
26	Ут	1533	296	10 20 02
27	Ср	1561	297	10 23 58
28	Че	1588	298	10 27 55
29	Пе		299	10 31 52

Велике планете

Датум	α	δ	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	Меркур						
	h m	° ′	A.J.	A.J.	h m	″	
1	21 27	—16 58	1.335	0.382	12 26	2.5	—1.0
11	22 33	9 53	1.162	0.328	12 52	2.9	1.0
21	23 19	— 2 46	0.897	0.308	12 56	3.7	—0.5
	Венера						
1	23 22	— 5 14	1.170	0.723	14 20	7.2	—3.5
11	0 05	0 01	1.161	0.721	14 23	7.6	3.6
21	0 48	+ 5 12	1.040	0.720	14 26	8.1	—3.6
	Марс						
1	11 06	+10 11	0.746	1.662	2 03	6.3	—0.6
11	10 57	11 24	0.703	1.665	1 14	6.6	0.8
21	10 43	+12 50	0.680	1.665	0 21	6.9	—1.0
	Јупитер						
1	10 41	+ 9 39	4.489	5.386	1 38	20.5	—2.0
11	10 37	10 07	4.432	5.389	0 55	20.8	2.0
21	10 32	+10 36	4.405	5.391	0 11	20.9	—2.0
	Сатурн						
1	11 52	+ 3 31	8.708	9.425	2 48	8.5	+1.0
11	11 49	3 45	8.602	9.431	2 06	8.6	0.9
21	11 46	+ 4 02	8.522	9.434	1 25	8.7	+0.9
	Уран						
1	15 32	—18 47	18.944	18.731	6 28	1.8	+5.8
11	15 32	18 50	18.776	18.732	5 40	1.8	5.8
21	15 33	—18 52	18.606	18.734	5 10	1.8	+5.8
	Нептун						
15	17 26	—21 51	30.712	30.279	7 27	1.2	+7.7

Јупитерови сателити



d	h	m		d	h	m	
1	20	34	IOcD	17	21	23	IEcR
	23	05	IEcR	18	21	23	IIIOcD
2	20	17	IShE	23	20	20	IVTrI
	21	19	IITrE	25	19	44	ITrI
	21	47	IIShE		20	29	ITrE
3	19	26	IIIEcR				
8	1	06	ITrI				
	1	27	IShI				
	22	19	IOcD				
9	19	32	ITrI				
	19	55	IShI				
	20	42	IITrI				
	21	48	ITrE				
	22	12	IShE				
	23	35	IITrE				
11	23	36	IIIEcR				
15	21	33	IVEcR				
16	21	16	ITrI				
	23	32	ITrE				

Месец

	d	h	m
●	16	8	52
D	23	00	15
○	1	2	22
☾	9	7	36

Старост у данима у 0h TU

1.	14.1
15.	28.1
29.	12.6

	d	h
P	17	09
A	5	02

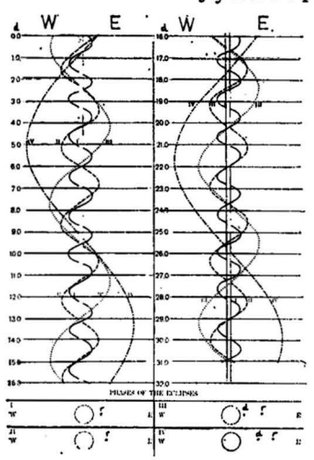
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2444	h m s
1	Су	1615	300	10 35 48
2	Не	1643	301	10 39 45
3	По	1670	302	10 43 41
4	Ут	1698	303	10 47 38
5	Ср	1725	304	10 51 34
6	Че	1752	305	10 55 31
7	Пе	1780	306	10 59 27
8	Су	1807	307	11 03 24
9	Не	1834	308	11 07 21
10	По	1862	309	11 11 17
11	Ут	1889	310	11 15 14
12	Ср	1917	311	11 19 10
13	Че	1944	312	11 23 07
14	Пе	1971	313	11 27 03
15	Су	1999	314	11 31 00
16	Не	2026	315	11 34 56
17	По	2053	316	11 38 53
18	Ут	2081	317	11 42 50
19	Ср	2108	318	11 46 46
20	Че	2136	319	11 50 43
21	Пе	2163	320	11 54 39
22	Су	2190	321	11 58 36
23	Не	2218	322	12 02 32
24	По	2245	323	12 06 29
25	Ут	2272	324	12 10 25
26	Ср	2300	325	12 14 22
27	Че	2327	326	12 18 19
28	Пе	2355	327	12 22 15
29	Су	2382	328	12 26 12
30	Не	2409	329	12 30 08
31	По	2437	330	12 34 05

Велике планете

Датум	α	δ	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	Меркур						
	h m	° ′	A.J.	A.J.	h m	″	
1	23 19	— 0 40	0.685	0.341	12 18	4.9	+0.9
11	22 46	4 34	0.621	0.397	11 06	5.4	2.7
21	22 36	— 8 07	0.707	0.442	10 18	4.7	+1.5
	Венера						
1	1 25	+ 9 45	0.978	0.719	14 29	8.6	—3.7
11	2 08	14 28	0.906	0.718	14 22	9.3	3.8
21	2 50	+18 39	0,831	0.718	14 34	10.1	—3.8
	Марс						
1	10 29	+14 05	0.679	1.665	23 27	6.9	—0.9
11	10 15	15 11	0.698	1.664	23 34	6.7	0.8
21	10 04	+15 48	0.737	1.663	21 44	6.3	—0.6
	Јупитер						
1	10 28	+11 03	4.407	5.393	23 26	20.9	—2.0
11	10 23	11 31	4.438	5.395	22 42	20.7	2.0
21	10 19	+11 55	4.500	5.397	21 59	20.4	—2.0
	Сатурн						
1	11 44	+ 4 19	8.474	9.437	0 47	8.8	+0.9
11	11 41	4 38	8.449	9.440	0 05	8.8	0.8
21	11 38	+ 4 57	8.455	9.443	23 18	8.8	+0.8
	Уран						
1	15 33	—18 52	18.455	18.736	4 35	1.8	+5.8
11	15 33	18 51	18.295	18.737	3 56	1.8	5.8
21	15 32	—18 49	18.148	18.739	3 16	1.9	+5.8
	Нептун						
15	17 28	—21 51	30.229	30.279	5 35	1.2	+7.7

Јупитерови сателити



d	h	m	
1	20	34	IOcD
	23	05	IEcR
2	20	17	IShE
	21	19	IITrE
	21	47	IIShE
4	19	26	IIIEcR
8	1	06	ITrI
	1	27	IShI
	21	26	IIITrE
	21	41	IIIShI
	22	19	IOcD
9	1	16	IIIShE
10	23	52	IOcD
11	21	03	ITrI
	22	02	IShI
	23	19	ITrE

d	h	m	
12	20	57	IVShI
	21	38	IEcR
13	19	16	IITrI
	21	19	IIShI
	22	07	IITrE
	24	12	IIShE
15	21	27	IIITrI
16	1	00	IIITrE
19	20	09	IOcD
	23	33	IEcR
20	23	01	IVOcR
22	21	05	IIEcR
26	21	59	IOcD
27	1	28	IOcR
29	19	41	IVShE
	23	40	IIEcR

Месец

	d	h	m
●	16	18	57
☽	23	12	32
○	31	15	15
☾	1	21	00
●	9	23	49

Старост у данима у 0^h TU

1.	13.6
15.	27.7
30.	13.2

	d	h
A	3	11
P	16	21
A	30	12

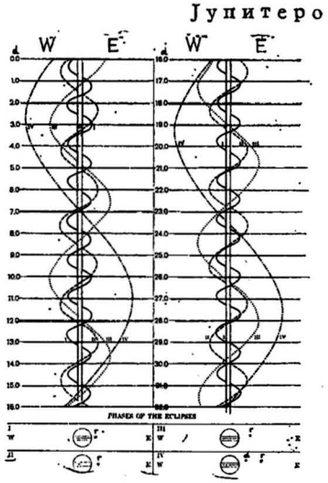
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2444	h m s
1	Ут	2464	331	12 38 01
2	Ср	2491	332	12 41 58
3	Че	2519	333	12 45 54
4	Пе	2546	334	12 49 51
5	Су	2574	335	12 53 48
6	Не	2601	336	12 57 44
7	По	2628	337	13 01 41
8	Ут	2656	338	13 05 37
9	Ср	2683	339	13 09 34
10	Че	2711	340	13 13 30
11	Пе	2738	341	13 17 27
12	Су	2765	342	13 21 23
13	Не	2793	343	13 25 20
14	По	2820	344	13 29 17
15	Ут	2847	345	13 33 13
16	Ср	2875	346	13 37 10
17	Че	2902	347	13 41 06
18	Пе	2930	348	13 45 03
19	Су	2957	349	13 48 59
20	Не	2984	350	13 52 56
21	По	3012	351	13 56 52
22	Ут	3039	352	14 00 49
23	Ср	3066	353	14 04 46
24	Че	3094	354	14 08 42
25	Пе	3121	355	14 12 39
26	Су	3149	356	14 16 35
27	Не	3176	357	14 20 32
28	По	3203	358	14 24 28
29	Ут	3231	359	14 28 25
30	Ср	3258	360	14 32 21

Велике планете

Датум	α	δ	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	Меркур						
	h m	° ′	A.J.	A.J.	h m	″	
1	23 2	— 7 45	0.860	0.466	10 03	3.9	+0.7
11	23 45	+ 4 15	1.006	0.458	10 07	3.3	0.5
21	0 39	+ 1 28	1.144	0.424	10 22	2.9	+0.1
	Венера						
1	3 36	+22 26	0.747	0.718	14 38	11.2	—3.9
11	4 18	25 02	0.669	0.719	14 39	12.5	4.0
21	4 58	+26 44	0.591	0.719	14 38	14.2	—4.1
	Марс						
1	9 58	+15 54	0.798	1.659	20 55	5.8	—0.3
11	9 57	15 32	0.865	1.665	20 15	5.4	0.1
21	10 01	+ 4 47	0.942	1.650	19 40	4.9	+0.1
	Јупитер						
1	10 15	+12 15	4.598	5.400	21 12	20	—1.9
11	10 12	12 27	4.711	5.402	20 30	19.5	1.9
21	10 11	+12 33	4.841	5.404	19 50	18.9	—1.8
	Сатурн						
1	11 35	+ 5 17	8.497	9.446	22 32	8.7	+0.9
11	11 33	5 32	8.566	9.449	21 50	8.7	0.9
21	11 31	+ 5 45	8.662	9.453	21 09	8.6	+1.0
	Уран						
1	15 31	—18 46	18.000	18.741	2 32	1.9	+5.8
11	15 30	18 42	17.900	18.743	1 51	1.9	5.8
21	15 29	—18 37	17.815	18.745	1 32	1.9	+5.8
	Нептун						
15	17 28	—21 50	29.726	30.278	3 33	1.2	+7.7

Јупитерови сателити



d	h	m	
2	23	48	IIIEcD
	23	52	IOcD
3	3	26	IIIEcR
5	20	59	IIOcD
6	23	3	IVEcD
7	3	50	IVEcR
9	22	43	IIIOcD
10	22	56	ITrI
11	0	10	IShI
	1	11	ITrE
	20	55	IShE
	23	31	IIOcD
14	21	11	IVTrI
15	1	45	IVTrE
18	22	08	IOcD
19	19	18	ITrI
	20	34	IShI
	21	34	ITrE
	22	50	IShE

d	h	m	
21	21	10	IITrI
	23	44	IIShI
	24	00	IITrE
22	2	35	IIShE
23	20	46	IIEcR
	21	55	IVEcR
27	20	30	IIITrI
	22	07	IEcR
28	00	04	IIITrE
	23	48	IITrI
30	23	22	IIEcR

Месец

	d	h	m
●	15	03	47
☽	23	03	00
○	30	07	36
☾	8	12	07

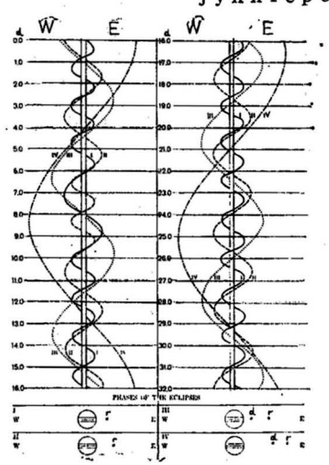
Старост у данима у 0^h TU

1.	15.2
15.	29.3
30.	14.8

	d	h
P	14	07
A	26	12

Календар					Велике планете							
Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу	Датум	α	δ	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
		0.	2444	h m s		h m	° ′	A.J.	A.J.	h m	″	
							Меркур					
1	Че	3285	361	14 36 18	1	1 43	+ 8 48	1.263	0.371	10 47	2.6	—0.4
2	Пе	3313	362	14 40 15	11	3 01	16 48	1.324	0.319	11 26	2.5	1.3
3	Су	3340	363	14 44 11	21	4 29	+23 11	1.265	0.312	12 36	2.6	—1.8
4	Не	3368	364	14 48 08								
							Венера					
5	По	3395	365	14 52 04								
6	Ут	3422	366	14 56 01	1	5 30	+27 34	0.514	0.721	14 32	16.3	—4.2
7	Ср	3450	367	14 59 57	11	5 56	27 36	0.441	0.722	14 39	19.1	4.2
8	Че	3477	368	15 03 54	21	6 10	+26 56	0.375	0.723	13 52	22.4	—4.2
9	Пе	3505	369	15 07 50								
							Марс					
10	Су	3532	370	15 11 47								
11	Не	3559	371	15 15 44	1	10 08	+13 43	1.020	1.644	19 08	4.6	+0.4
12	По	3587	372	15 19 40	11	10 19	12 24	1.102	1.637	18 40	4.2	0.5
13	Ут	3614	373	15 23 37	21	10 32	+10 50	1.185	1.630	18 13	3.9	+0.7
14	Ср	3641	374	15 27 33								
							Јупитер					
15	Че	3669	375	15 31 30								
16	Пе	3696	376	15 35 26	1	10 11	+12 31	4.986	5.406	19 11	18.4	—1.7
17	Су	3724	377	15 39 23	11	10 12	12 24	5.139	5.408	18 32	17.9	1.7
18	Не	3751	378	15 43 19	21	10 14	+12 10	5.296	5.410	18 55	17.3	—1.6
19	По	3778	379	15 47 16								
							Сатурн					
20	Ут	3806	380	15 51 13								
21	Ср	3833	381	15 55 09	1	11 29	+ 5 54	8.779	9.456	20 28	8.5	+1.0
22	Че	3860	382	15 59 06	11	11 28	5 59	8.930	9.459	19 48	8.6	1.1
23	Пе	3888	383	16 03 02	21	11 27	+ 5 60	9.066	9.462	19 08	8.2	+1.1
24	Су	3915	384	16 06 59								
							Уран					
25	Не	3943	385	16 10 55								
26	По	3970	386	16 14 52	1	15 27	—18 31	17.764	18.746	0 30	1.9	+5.7
27	Ут	3997	387	16 18 48	11	15 25	18 25	17.739	18.748	23 48	1.9	5.7
28	Ср	4025	388	16 22 45	21	15 24	—18 19	17.744	18.750	23 03	1.9	+5.7
29	Че	4052	389	16 26 42								
							Нептун					
30	Пе	4079	390	16 30 38								
31	Су	4107	391	16 34 45	15	17 25	—21 47	29.380	30.278	1 33	1.2	+7.7

Јупитерови сателити



d	h	m		d	h	m	
3	23	09	ITrI	20	9	59	IShE
4	20	29	IOcD		22	21	IEcR
7	20	38	IIOcD	22	23	10	IIIOcD
8	23	35	IIIEcR	23	2	47	IIIOcR
9	23	27	IVOcD	26	21	14	IIIShE
10	3	57	IOcD		23	22	IVOcR
	4	06	IVOcR	27	20	53	IOcD
11	22	26	IOcD				
13	20	26	IEcR				
14	23	19	IIOcD				
15	23	46	IIIEcD				
16	3	25	IIIEcR				
18	21	03	IVShI				
19	21	33	ITrI				
	22	42	IShI				
	23	50	ITrE				

Месец

	d	Ih	m
●	14	12	01
D	21	19	27
○	29	21	28
☾	7	20	51

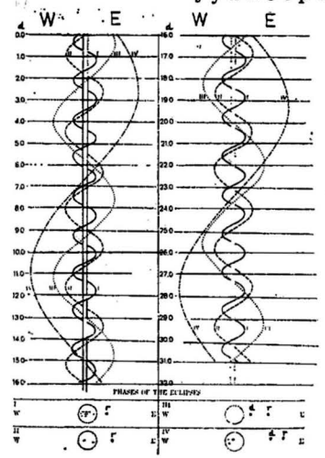
Старост у данима у 0^h TU

1.	15.8
15.	0.5
30.	15.5

	d	h
P	12	13
A	24	12

Календар					Велике планете							
Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу	Датум	α	δ	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
		0.4	2444	h m s		h m	° ′	A.J.	A.J.	h m	″	
							Меркур					
1	Не	134	392	16 38 31	1	6 00	+25 36	1.078	0.361	13 02	3.1	—0.7
2	По	162	393	16 42 28	11	7 03	24 13	0.886	0.416	13 24	3.8	+0.3
3	Ут	186	394	16 46 24	21	7 39	+21 14	0.719	0.454	13 40	4.6	+0.8
4	Ср	216	395	16 50 21								
							Венера					
5	Че	244	396	16 54 17								
6	Пе	271	397	16 58 14	1	6 07	+25 25	0.319	0.724	13 04	24.4	—3.9
7	Су	299	398	17 02 10	11	5 47	23 15	0.292	0.726	12 04	28.8	3.4
8	Не	326	399	17 06 07	21	5 21	+20 42	0.294	0.727	11 00	28.6	—2.7
9	По	353	400	17 10 04								
							Марс					
10	Ут	381	401	17 14 00								
11	Ср	408	402	17 17 57	1	10 48	+ 8 54	1.274	1.620	17 47	3.6	+0.9
12	Че	435	403	17 21 53	11	11 05	6 57	1.354	1.612	17 24	3.4	1.0
13	Пе	463	404	17 25 50	21	11 22	+ 4 51	1.432	1.602	17 02	3.2	+1.1
14	Су	490	405	17 29 46								
							Јупитер					
15	Не	518	406	17 33 43								
16	По	545	407	17 37 39	1	10 18	+11 48	5.469	5.412	17 16	16.8	—1.5
17	Ут	572	408	17 41 36	11	10 22	11 22	5.623	5.414	16 51	16.3	1.5
18	Ср	600	409	17 45 33	21	10 27	+10 52	5.771	5.416	16 06	15.9	—1.4
1	Че	627	410	17 49 29								
							Сатурн					
20	Пе	654	411	17 53 26								
21	Су	682	412	17 57 22	1	11 28	+ 5 56	9.243	9.465	18 25	8.1	+1.2
22	Не	709	413	18 01 19	11	11 29	5 48	9.408	9.468	17 47	7.9	1.3
23	По	737	414	18 05 15	21	11 30	+ 5 37	9.574	9.471	17 09	7.8	+1.3
24	Ут	764	415	18 09 12								
							Уран					
25	Ср	791	416	18 13 09								
26	Че	819	417	18 17 05	1	15 22	—18 12	17.784	18.572	22 18	1.9	+5.8
27	Пе	846	418	18 21 02	11	15 20	18 54	17.849	18.753	21 37	1.9	5.8
28	Су	874	419	18 24 58	21	15 19	—18 02	17.940	18.755	20 47	1.9	+5.8
2	Не	901	420	18 28 55								
30	По	928	421	18 32 51								
							Нептун					
					15	17 22	—21 44	29.264	30.278	23 23	1.2	+7.7

Јупитерови сателити



d	h	m		d	h	m	
2	21	00	IIITrE	24	21	37	IITrI
	21	36	IIIShI		23	08	IIShI
3	1	14	IIIShE		24	27	IITrE
	22	52	IOcD	25	1	59	IIShE
4	20	01	ITrI	26	23	22	IOcD
	21	01	IShI	29	22	12	IVEcR
	22	18	ITrE				
	23	19	IShE				
8	20	53	IIOcD				
11	22	00	ITrI				
	22	56	IShI				
	24	18	ITrE				
12	1	14	IShE				
	23	18	IVEcD				
19	21	22	IOcD				
20	23	23	IIIEcR				

Месец

	d	h	m
●	12	20	39
D	20	12	33
○	28	09	03
☾	6	02	54

Старост у данима у 0^h TU

1.	17.5
15.	2.2
30.	17.2

	d	h
P	9	03
A	21	06

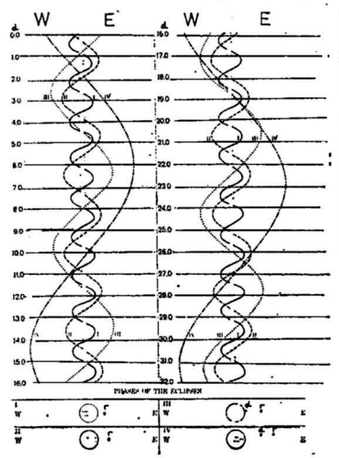
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2444	h m s
1	Ут	4956	422	18 36 48
2	Ср	4983	423	18 40 44
3	Че	5010	424	18 44 41
4	Пе	5038	425	18 48 37
5	Су	5065	426	18 52 34
6	Не	5093	427	18 56 31
7	По	5120	428	19 00 27
8	Ут	5147	429	19 04 24
9	Ср	5175	430	19 08 20
10	Че	5202	431	19 12 17
11	Пе	5229	432	19 16 13
12	Су	5257	433	19 20 10
13	Не	5284	434	19 24 06
14	По	5312	435	19 28 03
15	Ут	5339	436	19 31 60
16	Ср	5366	437	19 35 36
17	Че	5394	438	19 39 53
18	Пе	5421	439	19 43 49
19	Су	5448	440	19 47 46
20	Не	5476	441	19 51 42
21	По	5503	442	19 55 39
22	Ут	5531	443	19 59 35
23	Ср	5558	444	20 03 32
24	Че	5585	445	20 07 29
25	Пе	5613	446	20 11 25
26	Су	5640	447	20 15 22
27	Не	5667	448	20 19 18
28	По	5695	449	20 23 15
29	Ут	5722	450	20 27 11
30	Ср	5750	451	20 31 08
31	Че	5777	452	20 35 04

Велике планете

Датум	α	δ	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	Меркур						
	h m	° ′	A.J.	A.J.	h m	″	
1	7 45	+18 24	0.602	0.466	12 44	5.5	+1.7
11	7 24	17 14	0.570	0.456	11 43	5.8	2.5
21	7 04	+18 13	0.656	0.414	10 45	5.1	+2.3
	Венера						
1	5 04	+18 42	0.325	0.727	10 04	25.8	—3.7
11	5 03	17 52	0.378	0.728	9 24	22.2	4.0
21	5 16	+18 01	0.443	0.728	8 58	19	—4.2
	Марс						
1	11 41	+ 2 37	1.507	1.992	16 42	3.1	+1.2
11	12 01	0 17	1.578	1.579	16 22	2.9	1.2
21	12 22	— 2 07	1.646	.1569	16 04	2.8	+1.3
	Јупитер						
1	10 33	+10 18	5.908	5.418	15 33	15.5	—1.4
11	10 39	9 40	6.034	5.419	15 00	15.2	1.3
21	10 46	+ 8 59	6.145	5.421	14 27	14.9	—1.3
	Сатурн						
1	11 32	+ 5 22	9.736	9.474	16 32	7.6	+1.3
11	11 35	5 04	9.899	9.477	15 55	7.5	1.4
21	11 38	+ 4 43	10.032	9.480	15 19	7.4	+1.4
	Уран						
1	15 18	—17 58	18.054	18.757	20 16	1.9	+5.8
11	17 17	17 55	18.188	18.758	19 36	1.9	5.8
21	15 17	—17 53	18.338	18.706	18 57	1.9	+5.8
	Нептун						
15	17 19	—21 42	29.413	30.278	21 21	1.2	+7.7

Јупитерови сателити



d	h	m	
3	22	53	IIEcR
4	22	32	ITrI
	23	10	IShI
	24	50	ITrE
5	22	46	IEcR
7	21	40	IVTrI
8	21	12	IIIShE
10	21	30	IIOcD
12	21	54	IOcD

Месец

	d	h	m
●	12	06	46
☽	20	05	51
○	27	18	54
☾	5	07	28

Старост у данима у 0^h TU

1.	18.2
15.	2.7
30.	17.7

	d	m
P	4	16
A	19	00
P	30	23

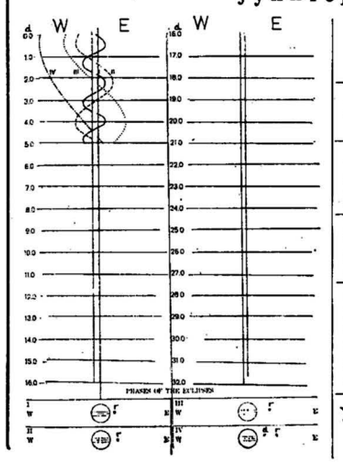
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2444	h m s
1	Пе	5804	453	20 39 01
2	Су	5832	454	20 42 58
3	Не	5859	455	20 46 54
4	По	5887	456	20 50 51
5	Ут	5914	457	20 54 47
6	Ср	5941	458	20 58 44
7	Че	5969	459	21 02 40
8	Пе	5996	460	21 06 37
9	Су	6023	461	21 10 33
10	Не	6051	462	21 14 30
11	По	6078	463	21 18 27
12	Ут	6106	464	21 22 23
13	Ср	6133	465	21 26 20
14	Че	6160	466	21 30 16
15	Пе	6188	467	21 34 13
16	Су	6215	468	21 38 09
17	Не	6242	469	21 42 06
18	По	6270	470	21 46 02
19	Ут	6297	471	21 49 59
20	Ср	6325	472	21 53 56
21	Че	6352	473	21 57 52
22	Пе	6379	474	22 01 49
23	Су	6407	475	22 05 45
24	Не	6434	476	22 09 42
25	По	6461	477	22 13 38
26	Ут	6489	478	22 17 35
27	Ср	6516	479	22 21 31
28	Че	6544	480	22 25 28
29	Пе	6571	481	22 29 25
30	Су	6598	482	22 33 21
31	Не	6626	483	22 37 18

Велике планете

Датум	α	δ	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	Меркур						
	h m	° ′	A.J.	A.J.	h m	″	
1	7 23	+20 11	0.853	0.348	10 23	3.8	+0.6
11	8 22	19 56	1.130	0.311	10 44	2.9	—0.4
21	9 41	+15 38	1.314	0.326	11 24	2.5	+1.3
	Венера						
1	5 43	+18 42	0.523	0.727	8 42	16.1	—4.2
11	6 15	19 19	0.600	0.727	8 35	14	4.1
21	6 52	+19 32	0.677	0.726	8 33	12.4	—4.0
	Марс						
1	12 45	— 4 50	1.715	1.554	15 44	2.7	+1.4
11	13 08	7 19	1.775	1.529	15 27	2.6	1.4
21	13 31	— 9 47	1.831	1.525	15 11	2.5	+1.4
	Јупитер						
1	10 54	+ 8 10	6.249	5.422	14 52	14.7	—1.2
11	11 01	7 23	6.324	5.424	13 20	14.5	1.2
21	11 09	+ 6 35	6.381	5.426	12 48	14.4	—1.2
	Сатурн						
1	11 41	+ 4 17	10.171	9.484	14 39	7.3	+1.4
11	11 45	3 52	10.280	9.487	14 03	7.2	1.4
21	11 49	+ 3 24	10.369	9.490	13 28	7.2	+1.3
	Уран						
1	15 16	—17 53	18.514	18.762	18 13	1.8	+5.8
11	15 16	17 54	18.682	18.764	17 34	1.8	5.8
21	15 17	—17 56	18.851	18.766	16 55	1.8	+5.8
	Нептун						
15	17 17	—21 41	19.794	30.278	19 18	1.2	+7.7

Јупитерови сателити



KOORDINATE OPSERVATORIJA

Место	Висина m	Географска ширина	Географска дужина
		° ′ ″	h m s
Астроном. опсерват. Београд	253	+44 48 13,2	—1 22 03,2
Народ. опс. Калемегдан Београд	135	+44 49 17	—1 21 48,09
Љубљана		+46 02 58	—0 58 2,2
Загреб	146	+45 49 32	—1 04 5,1
Гринич	47	+51 28 38	—0 00 0,0
Париз	67	+48 50 10	—0 09 20,5
Москва	150	+55 45 18	—2 20 17

У 1980.0 средњи угао еклиптике ка екватору
E + 23°26′30″, 78 = 23°,441884

Месец

	d	h	m
●	10	19	10
☽	18	22	29
○	26	03	43
☾	03	12	01

Старост у данима у 0^h TU

1.	19.7
15.	4.2
30.	19.2

	d	h
P	27	19
A	15	18

Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2444	h m s
1	По	6653	484	22 41 14
2	Ут	6680	485	22 45 11
3	Ср	6708	486	22 49 07
4	Че	6735	487	22 53 04
5	Пе	6763	488	22 57 00
6	Су	6790	489	23 00 57
7	Не	6817	490	23 04 54
8	По	6845	491	23 08 50
9	Ут	6872	492	23 12 47
10	Ср	6900	493	23 16 43
11	Че	6927	494	23 20 40
12	Пе	6954	495	23 24 36
13	Су	6982	496	23 28 33
14	Не	7009	497	23 32 29
15	По	7036	498	23 36 26
16	Ут	7064	499	23 40 23
17	Ср	7091	500	23 44 19
18	Че	7119	501	23 48 16
19	Пе	7146	502	23 52 12
20	Су	7173	503	23 56 09
21	Не	7201	504	0 00 05
22	По	7228	505	0 04 02
23	Ут	7255	506	0 07 58
24	Ср	7283	507	0 11 55
25	Че	7310	508	0 15 52
26	Пе	7338	509	0 19 48
27	Су	7365	510	0 23 45
28	Не	7392	511	0 27 41
29	По	7420	512	0 31 38
30	Ут	7447	513	0 35 34

Велике планете

Меркур

Датум	α	δ	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	A.J.	A.J.	h m	″	
1	11 03	+ 7 43	1.377	0.384	12 02	2.4	—1.5
11	12 06	— 0 05	1.350	0.434	12 25	2.4	0.6
21	13 03	— 7 22	1.274	0.462	12 42	2.6	—0.3

Венера

Датум	α	δ	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	A.J.	A.J.	h m	″	
1	7 38	+19 04	0.763	0.724	8 36	11	—3.9
11	8 21	17 50	0.839	0.723	8 40	11	3.8
21	9 06	+15 48	0.914	0.721	8 45	9.2	—3.8

Марс

Датум	α	δ	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	A.J.	A.J.	h m	″	
1	13 58	—12 27	1.887	1.522	14 45	2.5	+1.5
11	14 23	14 46	1.935	1.509	14 41	2.4	1.5
21	14 50	—16 57	1.979	1.496	14 28	2.3	+1.5

Јупитер

Датум	α	δ	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	A.J.	A.J.	h m	″	
1	11 18	+ 5 40	6.421	5.428	12 14	14.3	—1.2
11	11 25	4 49	6.435	5.429	12 03	14.2	1.2
21	11 34	+ 3 58	6.428	5.431	11 11	14.3	—1.2

Сатурн

Датум	α	δ	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	A.J.	A.J.	h m	″	
1	11 54	+ 2 53	10.442	9.493	12 40	7.1	+1.3
11	11 58	2 24	10.484	9.496	12 36	7.1	1.2
21	12 03	+ 1 55	10.502	9.499	12 01	7.1	+1.2

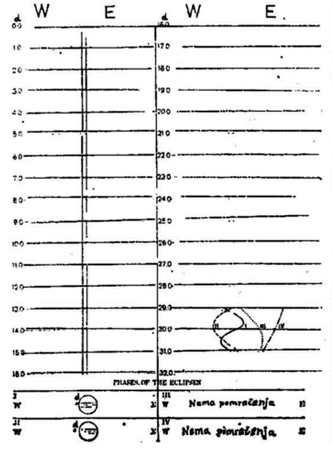
Уран

Датум	α	δ	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	A.J.	A.J.	h m	″	
1	15 18	—18 01	19.034	18.768	16 13	1.8	+5.8
11	15 19	18 06	19.191	18.769	15 35	1.8	5.8
21	15 21	—18 21	19.336	18.771	14 57	1.8	+5.8

Нептун

Датум	α	δ	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	A.J.	A.J.	h m	″	
15	17 17	—21 42	30.302	30.277	17 16	1.2	+7.7

Јупитерови сателити



d	h	m		d	h	m	
4	21	52	IShI	20	22	28	IShE
	22	14	ITrI		23	05	ITrE
	24	11	IShE	21	22	20	IVOcR
	24	33	ITrE		23	19	IITrE
5	21	47	IOcR		23	26	IIIEcD
	23	13	IIOcR	26	21	48	IIShI
7	20	50	IIIOcR		22	16	IOcR
11	23	47	IShI		23	16	IITrI
12	0	15	ITrI		24	38	IIShE
	0	05	IShE	29	21	01	IVShI
	2	34	ITrE	30	21	05	IIOcR
	21	11	IEcD				
	22	05	IIEcD				
	23	47	IOcR				
13	2	03	IIOcR				
19	22	53	IEcD				
20	20	09	IShI				
	20	46	ITrI				

Месец

	d	h	m
●	9	10	01
D	17	13	55
○	24	12	09
☾	1	18	08

Старост у данима у 0^h TU

1.	21.2
15.	5.6
30.	20.6

	d	h
P	25	03
A	12	09

Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2444	h m s
1	Ср	7474	514	0 39 31
2	Че	7502	515	0 43 27
3	Пе	7529	516	0 47 24
4	Су	7557	517	0 51 21
5	Не	7584	518	0 55 17
6	По	7611	519	0 59 14
7	Ут	7639	520	1 03 10
8	Ср	7666	521	1 07 07
9	Че	7694	522	1 11 03
10	Пе	7721	523	1 15 00
11	Су	7748	524	1 18 56
12	Не	7776	525	1 22 53
13	По	7803	526	1 26 50
14	Ут	7830	527	1 30 46
15	Ср	7858	528	1 34 43
16	Че	7885	529	1 38 39
17	Пе	7913	530	1 42 36
18	Су	7940	531	1 46 32
19	Не	7967	532	1 50 29
20	По	7995	533	1 54 25
21	Ут	8022	534	1 58 22
22	Ср	8049	535	2 02 19
23	Че	8077	536	2 06 15
24	Пе	8104	537	2 10 12
25	Су	8132	538	2 14 08
26	Не	8159	539	2 18 05
27	По	8186	540	2 22 01
28	Ут	8214	541	2 25 58
29	Ср	8241	542	2 29 54
30	Че	8268	543	2 33 51
31	Пе	8296	544	2 37 48

Велике планете

Меркур

Датум	α	δ	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	A.J.	A.J.	h m	″	
1	13 54	—13 40	1.159	0.464	12 53	2.9	+0.0
11	14 38	18 27	1.005	0.436	12 57	3.3	0.1
21	15 05	—20 41	0.822	0.387	12 44	4.1	+0.4

Венера

Датум	α	δ	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	A.J.	A.J.	h m	″	
1	9 51	+13 00	0.987	0.720	8 50	8.5	—3.7
11	10 36	9 31	1.057	0.719	8 56	7.9	3.6
21	11 20	+ 5 30	1.125	0.718	9 01	7.5	—3.6

Марс

Датум	α	δ	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	A.J.	A.J.	h m	″	
1	15 18	—18 57	2.019	1.476	14 16	2.3	+1.5
11	15 46	20 43	2.057	1.463	14 06	2.2	1.5
21	16 17	—22 12	2.091	1.451	13 57	2.2	+1.5

Јупитер

Датум	α	δ	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	A.J.	A.J.	h m	″	
1	11 41	+ 3 08	6.401	5.432	11 01	14.4	—1.2
11	11 49	2 18	6.352	5.434	10 08	14.5	1.2
21	11 57	+ 1 30	6.283	5.435	9 36	14.6	—1.2

Сатурн

Датум	α	δ	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	A.J.	A.J.	h m	″	
1	12 07	+ 1 26	10.495	9.502	11 05	7.1	+1.2
11	12 12	0 57	10.463	9.505	10 30	7.1	1.2
21	12 16	+ 0 29	10.407	9.508	9 55	7.1	+1.2

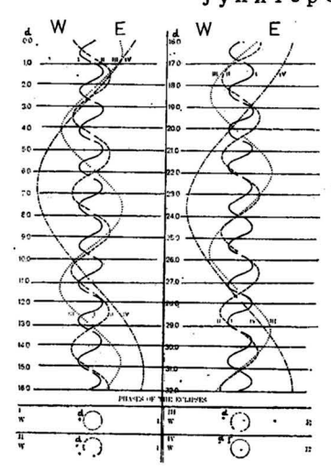
Уран

Датум	α	δ	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	A.J.	A.J.	h m	″	
1	15 23	—18 19	19.465	18.773	14 20	1.7	+5.8
11	15 25	18 27	19.575	18.775	13 43	1.7	5.8
21	15 27	—18 35	19.662	18.776	13 06	1.7	+5.8

Нептун

Датум	α	δ	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	A.J.	A.J.	h m	″	
15	17 19	—21 46	30.784	30.277	15 20	1.2	+7.7

Јупитерови сателити



d	h	m		d	h	m	
2	20	31	IIITrI	29	19	41	ITrI
	20	58	IIIShE		20	53	IShE
	24	08	IIITrE		21	53	ITrE
5	21	08	IEcD	30	21	18	IIShI
7	23	53	IIOcR		23	28	IITrI
12	23	02	IEcD		24	08	IIShE
13	20	20	IShI	31	2	19	IITrE
	21	15	ITrE				
	22	38	IShE				
	23	33	ITrI				
14	21	48	IIEcD				
20	22	59	IIIOcR				
21	22	41	IOcR				
24	23	30	IVEcD				
27	19	15	IIIEcD				
	22	53	IIIEcR				
	23	37	IIIOcD				
	24	07	IShI				

Месец

	d	h	m
☾	1	03	19
●	9	02	50
D	17	03	48
○	23	20	53
☾	30	16	34

Старост у данима у 0^h TU

1.	21.6
15.	5.9
30.	20.9

	d	h
P	23	14
A	9	15

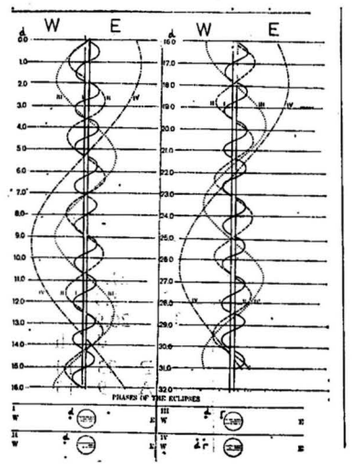
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.	2444	h m s
1	Су	8323	545	2 41 44
2	Не	8351	546	2 45 41
3	По	8378	547	2 49 37
4	Ут	8405	548	2 53 34
5	Ср	8433	549	2 57 30
6	Че	8460	550	3 01 27
7	Пе	8488	551	3 05 23
8	Су	8515	552	3 09 20
9	Не	8542	553	3 13 17
10	По	8570	554	3 17 13
11	Ут	8597	555	3 21 10
12	Ср	8624	556	3 25 06
13	Че	8652	557	3 29 03
14	Пе	8679	558	3 32 59
15	Су	8707	559	3 36 56
16	Не	8734	560	3 40 52
17	По	8761	561	3 44 49
18	Ут	8789	562	3 48 46
19	Ср	8816	563	3 52 42
20	Че	8843	564	3 56 39
21	Пе	8871	565	4 00 35
22	Су	8898	566	4 04 32
23	Не	8926	567	4 08 28
24	По	8953	568	4 12 25
25	Ут	8980	569	4 16 21
26	Ср	9008	570	4 20 18
27	Че	9035	571	4 24 15
28	Пе	9063	572	4 28 11
29	Су	9090	573	4 32 08
30	Не	9117	574	4 36 04

Велике планете

Датум	α	δ	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	A.J.	A.J.	h m	″	
Меркур							
1	14 45	—17 15	0.675	0.384	11 38	4.9	+1.7
11	14 10	11 13	0.778	0.309	10 26	4.3	1.9
21	14 31	—12 26	1.031	0.345	10 10	3.2	—0.2
Венера							
1	12 09	+ 0 40	1.196	0.718	9 07	7.0	—3.5
11	12 54	— 3 53	1.256	0.718	9 12	6.7	3.5
21	13 40	— 8 25	1.314	0.719	9 19	6.4	—3.5
Марс							
1	16 51	—23 27	2.125	1.438	13 48	2.2	+1.5
11	17 23	24 10	2.153	1.427	13 41	2.1	1.5
21	17 56	—24 29	2.179	1.417	13 34	2.1	+1.5
Јупитер							
1	12 05	+ 0 39	6.186	5.436	9 01	14.8	—1.3
11	12 12	— 0 03	6.078	5.437	8 28	15.1	1.3
21	12 18	— 0 43	5.954	5.439	7 55	15.4	—1.3
Сатурн							
1	12 21	+ 0 39	10.319	9.512	9 01	7.2	+1.2
11	12 25	0 22	10.216	9.515	8 41	7.3	1.2
21	12 29	— 0 43	10.094	9.518	8 06	7.4	+1.2
Уран							
1	15 30	—18 45	19.730	18.778	12 25	1.7	+5.9
11	15 32	18 53	19.763	18.780	11 48	1.7	5.9
21	15 35	—19 02	19.768	18.782	11 11	1.7	+5.9
Нептун							
15	17 22	—21 51	31.142	30.277	13 22	1.2	+7.7

Јупитерови сателити



d h m		d h m	
2 19 31	IVTrI	21 21 07	IIIShI
24 00	IVTrE	24 20 43	IITrI
3 23 13	IIIEcD	21 07	IIShE
4 2 50	IIIEcR	23 34	IITrE
23 09	IEcD	25 19 41	IIIOcR
5 20 30	IShI	27 23 39	IVOcD
21 38	ITrI	28 20 38	IShI
22 47	IShE	21 52	ITrI
23 55	ITrE	22 55	IShE
10 22 10	IVEcR	24 08	ITrE
13 23 00	IOcR	29 21 17	IOcR
14 20 15	IIIShE		
22 03	IIITrI		
15 21 28	IIEcD		
17 20 57	IITrE		
20 21 23	IEcD		
24 55	IOcR		

Месец

	d	h	m
●	7	20	43
☽	15	15	48
○	22	06	40
☾	29	09	59

Старост у данима у 0^h TU

1.	22.9
15.	7.1
30.	22.1

	d	h
P	21	01
A	5	17

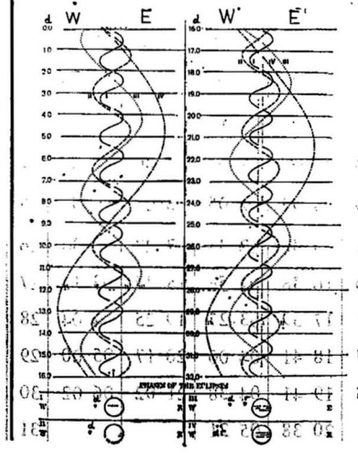
Календар

Датум	Нед. дан	Фракција тропске године	Јулијански дан	Звездано време у 0h TU у Гриничу
		0.9	2444	h m s
1	По	145	575	4 40 01
2	Ут	172	576	4 43 57
3	Ср	199	577	4 47 54
4	Че	227	578	4 51 50
5	Пе	254	579	4 55 47
6	Су	282	580	4 59 44
7	Не	309	581	5 03 40
8	По	336	582	5 07 37
9	Ут	364	583	5 11 35
10	Ср	391	584	5 15 30
11	Че	418	585	5 19 26
12	Пе	446	586	5 23 23
13	Су	473	587	5 27 19
14	Не	501	588	5 31 16
15	По	528	589	5 35 13
16	Ут	555	590	5 39 09
17	Ср	583	591	5 43 06
18	Че	610	592	5 47 02
19	Пе	637	593	5 50 59
20	Су	665	594	5 54 55
21	Не	692	595	5 58 52
22	По	720	596	6 02 48
23	Ут	747	597	6 06 45
24	Ср	774	598	6 10 42
25	Че	802	599	6 14 38
26	Пе	829	600	6 18 35
27	Су	856	601	6 22 31
28	Не	884	602	6 26 28
29	По	911	603	6 30 24
30	Ут	939	604	6 34 21
31	Ср	966	605	6 38 17

Велике планете

Датум	α	δ	Δ_z	$\Delta_\odot$	T	ρ	m_v
	h m	° ′	A.J.	A.J.	h m	″	
Меркур							
1	15 23	—17 05	1.239	0.402	10 23	2.7	—0.5
11	16 25	21 24	1.369	0.446	10 45	2.4	0.5
21	17 31	—24 10	1.433	0.465	11 12	2.3	—0.6
Венера							
1	14 27	—12 41	1.368	0.719	9 26	6.1	—3.4
11	15 16	16 29	1.418	0.720	9 36	5.9	3.4
21	16 06	—19 35	1.465	0.721	9 47	5.7	—3.4
Марс							
1	18 30	—24 21	2.203	1.409	13 28	2.1	+1.4
11	19 03	23 45	2.225	1.402	13 22	2.1	1.4
21	19 37	—22 43	2.246	1.395	13 17	2.1	+1.4
Јупитер							
1	12 24	— 1 18	5.817	5.440	7 22	15.8	—1.4
11	12 29	1 49	5.669	5.441	6 47	16.2	1.4
21	12 33	— 2 14	5.513	5.442	6 12	16.6	—1.5
Сатурн							
1	12 31	— 1 02	9.956	9.521	7 30	7.5	+1.1
11	12 34	1 17	9.805	9.524	6 53	7.6	1.1
21	12 37	— 1 28	9.644	9.527	6 16	7.7	+1.1
Уран							
1	15 37	—19 11	19.746	18.783	10 45	1.7	+5.9
11	15 40	19 20	19.696	18.785	9 58	1.7	5.9
21	15 42	—19 27	19.619	18.787	9 21	1.7	+5.8
Нептун							
15	17 21	—21 55	31.260	30.270	11 29	1.2	+7.7

Јупитерови сателити



d h m		d h m	
1 20 00	IIShI	21 20 47	IShI
23 18	IITrI	21 56	ITrI
23 41	IIShE	23 03	IShE
2 2 9	IITrE	24 12	ITrE
20 7	IIIOcD	24 23 39	IIEcD
23 39	IIIOcR	26 20 41	IIShE
5 20 52	IVShI	22 56	IITrE
9 19 00	IIIEcD	28 22 40	IShI
22 37	IIIEcR	23 46	ITrI
10 0 03	IIIOcD	24 56	IShE
3 34	IIIOcR	29 2 1	ITrE
23 52	IIOcR	19 46	IShE
13 21 31	IEcD	23 10	IOcR
14 21 28	IVOcD	30 20 28	ITrE
16 22 58	IIIEcD	23 29	IVEcD
17 21 05	IIEcD		
19 20 28	IITrE		
20 23 24	IEcD		

Месец

	d	h	m
●	7	14	36
☽	15	01	48
○	21	18	09
☾	29	06	33

Старост у данима у 0^h TU

1.	23.1
15.	7.4
30.	22.4

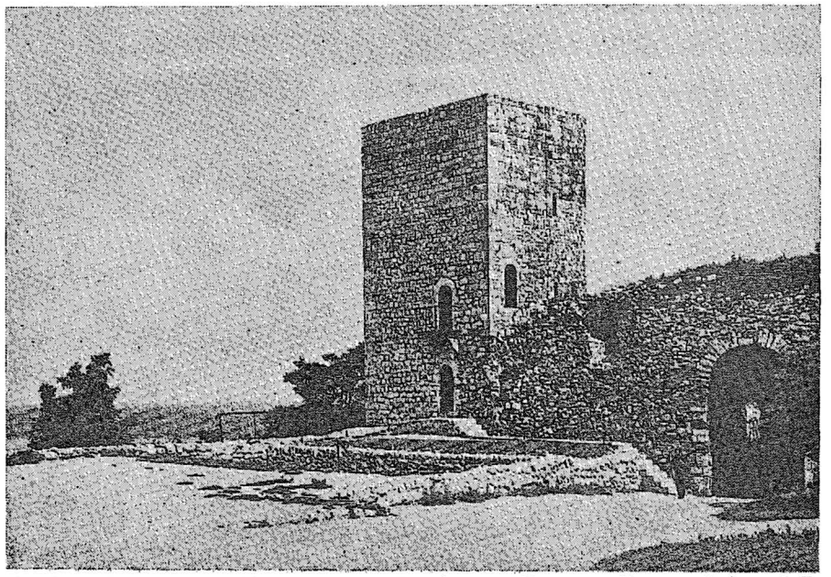
	d	h
A	3	23
P	17	22
A	30	4

ИЗЛАЗ И ЗАЛАЗ МЕСЕЦА У БЕОГРАДУ 1980

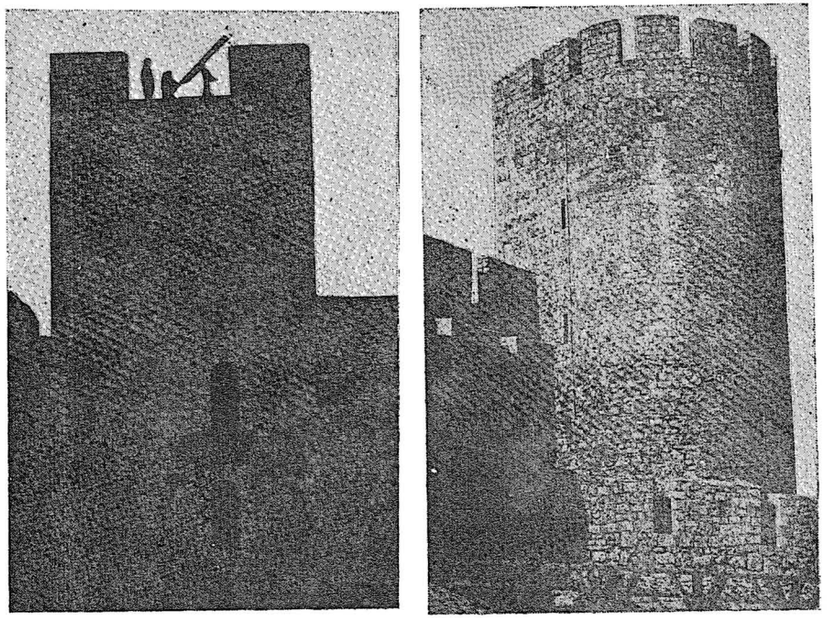
Датум	Јануар		Фебруар		Март		Април		Мај		Јун		Датум
	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	
	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	
01	15 42	05 58	17 18	07 00	17 08	06 06	18 56	05 57	19 49	05 26	21 32	06 10	01
02	16 35	06 54	18 17	07 34	18 07	06 34	19 56	06 24	20 49	06 01	22 20	07 09	02
03	17 31	07 42	19 16	08 04	19 05	07 02	20 54	06 53	21 47	06 39	23 02	08 12	03
04	18 29	08 24	20 15	08 31	20 04	07 28	21 54	07 25	21 48	07 25	23 42	09 20	04
05	19 29	09 01	21 13	08 58	21 03	07 54	22 53	08 00	23 30	08 18	— —	10 30	05
06	20 28	09 33	22 12	09 24	22 02	08 21	23 51	08 41	— —	09 16	00 17	11 40	06
07	21 27	10 02	23 11	09 51	23 01	08 51	— —	09 29	00 20	10 20	00 48	12 53	07
08	22 25	10 30	— —	10 19	23 59	09 24	00 45	10 24	01 00	11 29	01 19	14 05	08
09	23 24	10 55	00 10	10 50	— —	10 02	01 35	11 25	01 38	12 40	01 52	15 19	09
10	— —	11 21	01 11	11 26	01 00	10 45	02 20	12 33	02 12	13 53	02 26	16 32	10
11	00 22	11 49	02 12	12 06	01 57	11 37	03 02	13 44	02 45	15 08	03 04	17 43	11
12	01 23	12 19	03 13	12 55	02 52	12 35	03 39	14 59	03 18	16 23	03 47	18 50	12
13	02 25	12 53	04 11	13 52	03 42	13 42	04 14	16 15	03 56	17 38	04 35	19 51	13
14	03 28	13 31	05 06	14 57	04 27	14 54	04 48	17 33	04 31	18 52	05 29	20 46	14
15	04 31	14 17	05 54	16 08	05 08	16 10	05 23	18 50	05 11	20 03	06 26	21 32	15
16	05 31	15 12	06 38	17 23	05 46	17 27	05 59	20 04	05 57	21 08	07 27	22 12	16
17	06 28	16 13	07 17	18 40	06 21	18 45	06 39	21 17	06 49	22 05	08 28	22 46	17
18	07 20	17 22	07 53	19 57	06 55	20 02	07 22	22 23	07 44	22 55	09 29	23 15	18
19	08 06	18 35	08 27	21 12	07 30	21 17	08 10	23 23	08 42	23 36	10 29	23 43	19
20	08 46	19 49	09 00	22 25	08 08	22 28	09 03	— —	09 42	— —	11 28	— —	20
21	09 22	21 03	09 35	23 35	08 48	23 34	09 58	00 15	10 42	00 14	12 27	00 09	21
22	09 55	22 16	10 12	— —	09 32	— —	10 56	01 00	11 42	00 45	13 26	00 34	22
23	10 28	23 28	10 52	00 42	10 20	00 37	11 54	01 38	12 41	01 13	14 26	01 00	23
24	11 00	— —	11 36	01 45	11 13	01 32	12 53	02 12	13 40	01 40	15 26	01 28	24
25	11 34	00 48	12 25	02 43	12 08	02 19	13 52	02 24	14 39	02 05	16 28	01 59	25
26	12 12	01 45	13 18	03 35	13 04	03 01	14 51	03 09	15 38	02 31	17 29	02 34	26
27	12 52	02 50	14 13	04 20	14 02	03 37	15 50	03 36	16 38	02 58	18 29	03 15	27
28	13 38	03 51	15 10	05 00	15 01	04 09	16 49	04 01	17 39	03 27	19 25	04 04	28
29	14 28	04 47	16 09	05 35	16 00	04 38	17 48	04 27	18 41	04 00	20 17	05 00	29
30	15 22	05 37			16 58	05 06	18 48	04 55	19 41	04 38	21 02	06 02	30
31	16 19	06 21			17 57	05 32			20 38	05 21			31

Датум	Јул		Август		Септембар		Октобар		Новембар		Децембар		Датум
	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	Излаз	Залаз	
	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	
01	21 42	07 09	21 58	09 45	22 24	12 20	22 51	13 14	— —	13 56	00 24	13 21	01
02	22 19	08 20	22 31	10 58	23 10	13 25	23 48	14 03	00 41	14 24	01 31	13 46	02
03	22 52	09 31	23 06	12 10	— —	14 24	— —	14 44	01 41	14 52	02 30	14 11	03
04	23 23	10 43	23 43	13 20	00 01	15 18	00 48	15 21	02 41	15 16	03 29	14 37	04
05	23 56	11 55	— —	14 27	00 56	16 03	01 48	15 52	03 40	15 41	04 28	15 06	05
06	— —	13 07	00 25	15 31	01 54	16 43	02 49	16 20	04 39	16 07	05 28	15 38	06
07	00 28	14 18	01 12	16 28	02 54	17 18	03 48	16 46	05 38	16 34	06 28	16 15	07
08	01 04	15 29	02 05	17 20	03 55	17 48	04 48	17 12	06 37	17 04	07 26	16 58	08
09	01 42	16 36	03 02	18 04	04 56	18 16	05 47	17 37	07 36	17 38	08 21	17 48	09
10	02 27	17 39	04 02	18 43	05 55	18 42	06 46	18 03	08 35	18 16	09 13	18 44	10
11	03 18	18 35	05 03	19 16	06 55	19 08	07 44	18 31	09 31	19 01	09 58	19 45	11
12	04 14	19 25	06 04	19 46	07 54	19 33	08 43	19 02	10 24	19 53	10 39	20 51	12
13	05 12	20 07	07 05	20 14	08 52	20 00	09 42	19 37	11 14	20 50	11 15	21 59	13
14	06 13	20 44	08 04	20 39	09 50	20 29	10 39	20 18	11 57	21 53	11 48	23 09	14
15	07 15	21 16	09 03	21 05	10 49	21 02	11 34	21 05	12 36	23 00	12 19	— —	15
16	08 16	21 44	10 02	21 30	11 48	21 39	12 27	21 59	13 12	— —	12 50	00 20	16
17	09 16	22 11	11 01	21 58	12 46	22 22	13 15	22 59	13 45	00 08	13 21	01 33	17
18	10 15	22 37	12 00	22 29	13 41	23 13	13 58	— —	14 17	01 22	13 54	02 48	18
19	11 14	23 02	12 59	23 04	14 34	— —	14 38	00 05	14 49	02 37	14 32	04 02	19
20	12 13	23 29	13 59	23 45	15 21	00 10	15 13	01 16	15 22	03 54	15 16	05 16	20
21	13 12	23 54	14 57	— —	16 04	01 17	15 47	02 30	16 00	05 10	16 06	06 27	21
22	14 13	— —	15 53	00 32	16 43	02 28	16 20	03 47	16 42	06 27	17 02	07 31	22
23	15 14	00 31	16 45	01 28	17 19	03 42	16 54	05 05	17 30	07 41	18 04	08 27	23
24	16 14	01 08	17 31	02 31	17 53	05 00	17 30	06 23	18 24	08 50	19 09	09 15	24
25	17 12	01 54	18 12	03 41	18 27	06 18	18 10	07 41	19 22	09 49	20 13	09 54	25
26	18 06	02 46	18 50	04 55	19 01	07 36	18 55	08 56	20 24	10 40	21 17	10 28	26
27	18 56	03 46	19 25	06 11	19 39	08 52	19 45	10 05	21 28	11 21	22 19	10 57	27
28	19 40	04 53	19 58	07 27	20 20	10 06	20 40	11 07	22 30	11 58	23 19	11 24	28
29	20 19	06 04	20 31	08 43	21 05	11 15	21 39	12 00	23 30	12 28	— —	11 50	29
30	20 54	07 17	21 06	09 57	21 56	12 19	22 39	12 45	— —	12 55	00 17	12 14	30
31	21 26	08 31	21 43	11 10			23 39	13 23			01 18	12 39	31

Датум		T	Београд		Физичке координате						
			излаз	залаз	α	δ	P	B	L	ρ	Δ
		h m	h m	h m	h m	° ′	°	°	°	′ ″	A.J.
Јан	01	12 06,4	7 16	16 06	18 47,5	—23 03	—2,4	—3,0	305,2	16 18	0,983
	08	12 09,6	7 15	16 14	19 15,2	22 19	1,0	3,8	213,0	16 17	0,983
	16	12 12,7	7 12	16 23	19 49,9	21 02	1,0	3,8	213,0	16 17	0,983
	24	12 15,1	7 06	16 34	20 23,9	19 20	8,4	5,4	2,3	16 16	0,984
Феб	01	12 16,7	6 58	16 45	20 57,0	17 15	11,9	6,0	257,0	16 15	0,985
	09	12 17,4	6 49	16 56	21 29,2	14 51	15,0	6,5	151,7	16 14	0,987
	17	12 17,2	6 37	17 08	22 00,6	12 11	17,8	6,9	46,3	16 13	0,988
	25	12 16,4	6 24	17 19	22 31,3	09 18	20,3	7,1	301,0	16 11	0,990
Мар	04	12 14,9	6 10	17 30	23 01,6	06 16	22,3	7,2	195,6	16 09	0,992
	12	12 12,9	5 56	17 41	23 30,9	—03 09	24,0	7,2	90,2	16 07	0,994
	20	12 10,6	5 41	17 50	00 00,1	+00 01	25,2	7,0	344,7	16 05	0,996
	28	12 08,2	5 27	18 00	00 29,2	03 10	26,0	6,7	239,2	16 03	0,998
Апр	05	12 05,8	5 11	18 11	00 58,4	06 14	26,3	6,3	133,7	16 00	1,001
	13	12 03,6	4 58	18 21	01 27,8	09 12	26,2	5,7	28,1	15 58	1,003
	21	12 01,8	4 43	18 31	01 57,5	12 00	25,6	5,1	282,5	15 56	1,005
	29	12 00,4	4 30	18 41	02 27,7	14 36	24,5	4,3	176,8	15 54	1,007
Мај	07	11 59,6	4 19	18 50	02 58,4	16 56	23,0	3,5	71,0	15 52	1,009
	15	11 59,4	4 10	19 00	03 29,8	18 58	21,0	2,6	325,2	15 50	1,011
	23	11 59,8	4 01	19 09	04 01,7	20 40	18,6	1,7	219,4	15 49	1,013
	31	12 00,8	3 56	19 16	04 34,2	21 58	15,8	—0,7	113,5	15 48	1,014
Јун	08	12 02,1	3 52	19 22	05 07,1	22 53	12,7	+0,2	7,7	15 47	1,015
	16	12 03,8	3 51	19 26	04 40,3	23 22	9,3	1,2	261,8	15 46	1,016
	24	12 05,5	3 52	19 28	06 13,5	23 24	5,8	2,1	155,9	15 46	1,017
Јул	02	12 07,1	3 56	19 27	06 46,7	23 00	—2,2	3,0	50,0	15 45	1,017
	10	12 08,5	4 02	19 24	07 19,6	22 11	+1,5	3,9	304,1	15 45	1,017
	18	12 09,3	4 09	19 19	07 51,9	20 57	5,0	4,7	198,2	15 46	1,016
	26	12 09,6	4 17	19 11	08 23,8	19 21	8,4	5,4	92,4	15 47	1,015
Ауг	03	12 09,2	4 26	19 01	08 54,9	17 24	11,7	6,0	346,6	15 47	1,015
	11	12 08,2	4 35	18 50	09 25,5	15 09	14,7	6,5	240,8	15 49	1,013
	19	12 06,7	4 44	18 38	09 55,5	12 38	17,4	6,8	135,1	15 50	1,012
	27	12 04,6	4 54	18 24	10 24,9	09 55	19,8	7,1	29,4	15 52	1,010
Сеп	04	12 02,1	5 04	18 09	10 53,9	07 02	21,9	7,2	283,7	15 54	1,008
	12	11 59,3	5 13	17 54	11 22,8	04 01	23,6	7,2	178,0	15 55	1,006
	20	11 56,5	5 23	17 39	11 51,5	+00 56	24,9	7,1	72,4	15 58	1,004
	28	11 53,7	5 32	17 24	12 20,2	—02 11	25,8	6,8	326,8	16 00	1,002
Окт	06	11 51,2	5 42	17 09	12 49,2	05 17	26,3	6,4	221,3	16 02	0,999
	14	11 49,1	5 52	16 55	13 18,7	08 18	26,3	5,9	115,7	16 04	0,997
	22	11 47,6	6 03	16 42	13 48,8	11 12	25,8	5,3	10,2	16 06	0,995
	30	11 46,8	6 14	16 29	14 19,5	13 55	24,8	4,5	264,7	16 08	0,993
Нов	07	11 46,9	6 24	16 18	14 51,1	16 24	23,4	3,7	159,2	16 10	0,991
	15	11 47,8	6 35	16 10	15 23,9	18 36	21,4	2,8	53,8	16 12	0,989
	23	11 49,7	6 45	16 03	15 56,9	20 26	18,9	1,8	308,3	16 14	0,987
Дец	01	11 52,3	6 56	15 58	16 31,1	21 52	16,1	+0,8	202,9	16 15	0,986
	09	11 55,6	7 04	15 57	17,06 0	22 52	12,8	—0,2	97,4	16 16	0,985
	17	11 59,4	7 10	15 58	17 41,3	23 22	9,2	1,2	352,0	16 17	0,984
	25	12 03,4	7 14	16 02	18 16,8	23 23	5,4	2,2	246,7	16 17	0,983
	31	12 06,3	7 16	16 08	18 43,4	—23 04	+2,6	—2,9	167,6	16 18	0,983



Сл. 2. 1964, йоїлед на Народну ойсерваїорију и унуїрашњу сїрану кайије десйоїа Сїефана Лазаревића.



Сл. 3. 1979, йредња сїрана Народне ойсерваїорије (лево) и йоїлед на Ойсерваїорију и кайију Десйоїа Сїефана, којом се улази у Горњи їрад (десно).



VASIONA

ASOPIS ZA ASTRONOMIJU I ASTRONAUTIKУ

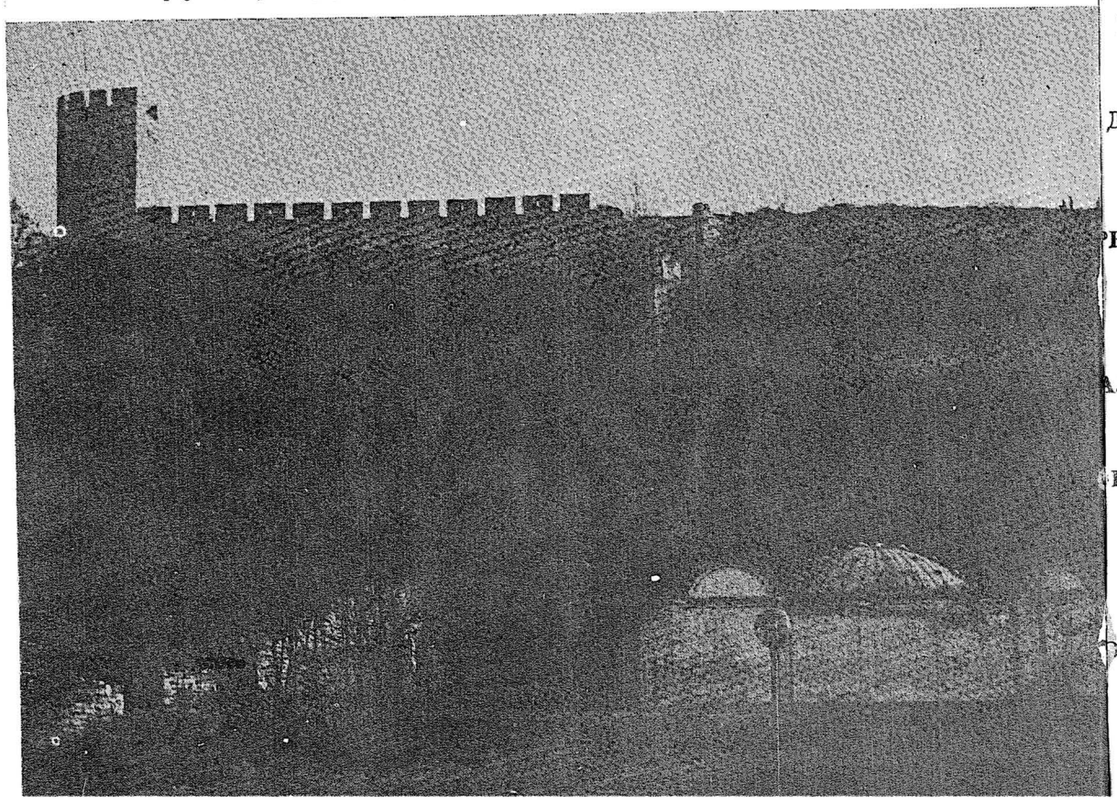


ВАСИОНА

АСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИКУ

YU ISSN 0506-4295

Сл. 4. Поїлед из Доњеї їрада на обновљени северозайадни бедем Горњеї їрада и Деспоїову кулу у којој је смешїена родна оїсерваїорија. У йредњем йлану је Амам у коме се налази Планеїаријум Друшїва.



МИЛАНКОВИЋЕВА
СТРОНОМСКА ОТКРИЋА

○

НЕБЕСКА МЕХАНИКА
У ДЕЛИМА
М. МИЛАНКОВИЋА

○

МИЛАНКОВИЋЕВ
ДОПРИНОС ТЕОРИЈИ
ЛЕДЕНИХ ДОБА

○

МИЛАНКОВИЋЕВИ
РЕЗУЛТАТИ У ФИЗИЦИ
АТМОСФЕРЕ

○

МИЛАНКОВИЋЕВО
ВИЂЕЊЕ
АЈКЕЛСОН-МОРЛИЈЕВОГ
ЕКСПЕРИМЕНТА

○

ПРИНОС ЈУГОСЛОВЕНА
МИЛАНКОВИЋЕВОЈ
ТЕОРИЈИ

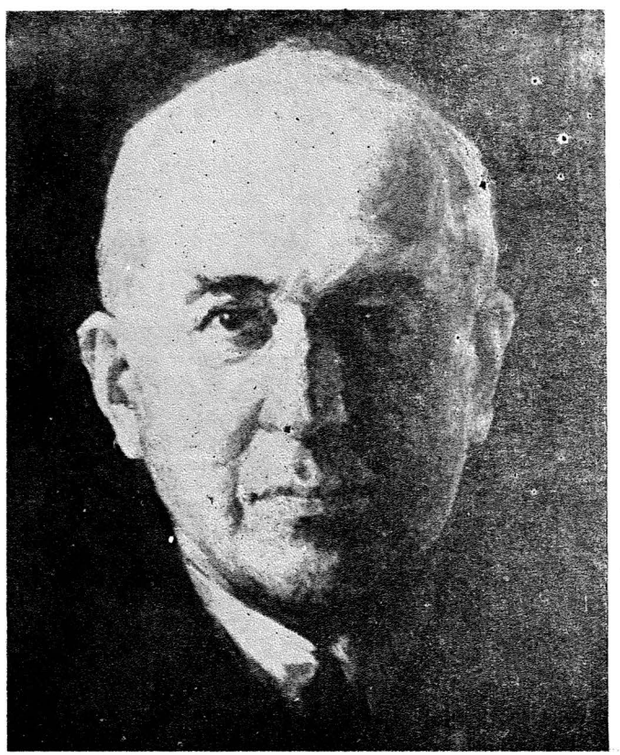
○

МИЛАНКОВИЋ —
ИСТОРИЧАР И
ПУЛАРИЗАТОР НАУКЕ

1979 — 4

ОВАЈ БРОЈ ЈЕ ПОСВЕЋЕН СТОГОДИШЊИЦИ РОЂЕЊА МИЛУТИНА МИЛАНКОВИЋА

Паја Јовановић: Проф. др Милуйин Миланковић, йријаїељска усйомена.



VASIONA

REVUE D'ASTRONOMIE ET D'ASTRONAUTIQUE

ANNÉE XXVII 1979 № 4 BEOGRAD

Bulletin de la Société Astronomique „R. Bošković". Adresse: VASIONA, Narodna opservatorija, Kalemegdan, Gornji Grad, Beograd, Yougoslavie

САДРЖАЈ

Б. Шеварлић: Миланковићева астрономска открића 101

Б. Пойовић: Небеска механика и њена примена у делима М. Миланковића 111

S. Fempl: *Milankovićev doprinos astronomskoj teoriji ledenih dobi* 118

М. Čadež: *Sećanje na Milutina Milankovića* 120

М. Димишријевић: Миланковићеви погледи на Ајнштајново схватање брзине светлости 123

М. Јеличић: Допринос Станимира Фемпла развијању Миланковићеве теорије 125

М. Mužijević: *Milanković kao istoričar i popularizator nauke* 126

С. Нинковић: Научни скуп посвећен стогодишњици рођења М. Миланковића 130

Nove knjige 131

Издавачки савеш

Академик ТАТОМИР АНЂЕЛИЋ, НЕНАД ЈАНКОВИЋ, Др АЛЕКСАНДАР КУБИЧЕЛА, Мр ЈЕЛЕНА МИЛОГРАДОВ-ТУРИН, Инж АЛЕКСАНДАР ПОПОВИЋ, Мр МАРИЈА ПОТКОЊАК, Др СОФИЈА САЦАКОВ, АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ, НИНОСЛАВ ЧАБРИЋ, Проф. Др БРАНИСЛАВ ШЕВАРЛИЋ

Уређивачки одбор

Др МИЛАН ДИМИТРИЈЕВИЋ, НЕНАД ЈАНКОВИЋ, Проф. Др БРАНИСЛАВ ШЕВАРЛИЋ, АЛЕКСАНДАР КУБИЧЕЛА, Инж. АЛЕКСАНДАР ПОПОВИЋ, Мр ЈЕЛЕНА МИЛОГРАДОВ-ТУРИН, АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ, НИНОСЛАВ ЧАБРИЋ,

Главни одіоворни уредник

Мр ЈЕЛЕНА МИЛОГРАДОВ-ТУРИН

Помоћник уредника АЛЕКСАНДАР ТОМИЋ

Насловну сшрану израдио ПЕТАР КУБИЧЕЛА

У издавању овог броја учествовала је Самоуправна интересна заједница у области културе Општине Осијек.

ВАСИОНА, часопис за астрономију и астронаутику. Издаје Астрономско друштво „Руђер Бошковић", уз учешће Републичке заједнице за научни рад СР Србије. Годишња претплата НД 50, за ученике свих школа ако поруче одједном најмање десет примерака по НД 30, а за иностранство НД 100. Појединн број НД 12,50. Власник и издавач Астрономско друштво „Руђер Бошковић", Београд. Уредништво и администрација: Београд, Народна опсерваторија, Калемегдан, Горњи Град. Тел 624-605. Рукописи се не враћају. Претплате слати у корист рачуна број 60806-678-6639

На основу мишљења Републичког секретаријата за културу број 413-665/74-02 од 27. XII 1974. ово издање је ослобођено пореза на промет

Штампа: НИГРО „Привредни преглед", Београд, Маршала Бирјузова 3—5.

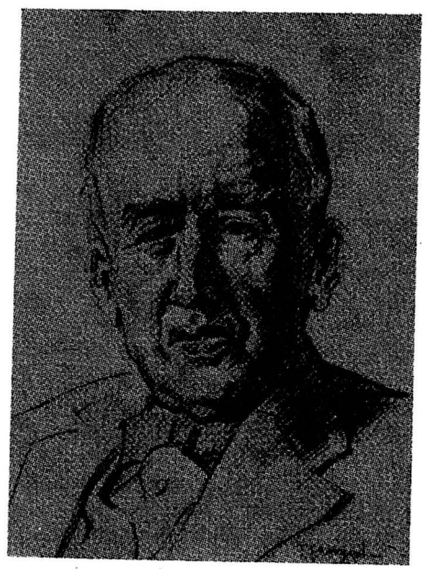
ВАСИОНА

ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИКУ

ГОДИНА XXVII 1979 БРОЈ 4 БЕОГРАД

МИЛАНКОВИЋЕВА АСТРОНОМСКА ОТКРИЋА*

„То је почело овако. Неколико година пре Балканског рата, седела су, једног вечера, два, пријатеља, млади научник и један, још млађи, песник, у једној познатој београдској кавани. Првоме од њих вирила је из џепа коректура новог научног чланка, а други је држао под пазухом једну плаву књижицу, То је била збирка његових патриотских песама, која је баш тога дана изишла из штампе. Са висине својих првих успеха, посматрали су они вреву посетилаца и послуге, и разговарали о својим намерама за будућност.



Сл. 1. *Милутин Миланковић* (1879—1958)

Већ при првој бутељи вина осетише наша два пријатеља да их лака крила носе у висину, а хоризонт им се шири све даље и даље. Са висине до које су се винули изгледаше им њихов дотадањи рад узан и скучен. Признадоше сами себи да су научне расправе и лирске песме ситна зрнца, па ма била и бисерна.

Уз трећу бутељу, донесе им келнер стране новине. Оне су саопштавале да је енглески адмиралитет одлучио да неке пројектоване мале крстарице замени великим дреднотима.

„Јеси ли видео!", рече песник, „Нема шта да се чека и Енглезима је јасно као и нама двојици: мале ствари више не пале. И ми морамо без оклевања приступити градњи наших дреднота".

*) Предавање одржано на Коларчевом универзитету 13. 4. 1979. године поводом стогодишњице Миланковићева рођења.

Уз четврту бутељу донесена је једногласна одлука да научник напише једно епохално дело, а песник велики роман у три свеске.''

Овим сликовитим речима наш велики астроном, небески механичар и геофизичар, описује у својим „Успоменама'' прекретницу у свом научном стваралаштву већ на почетку своје научничке каријере. И доиста, од многих научних расправа које је објавио, остаће за Милутина Миланковића карактеристична два епохална научна дела, којима се сврстао у историју наука: његова *МАТЕМАТИЧКА ТЕОРИЈА КЛИМЕ* и његова *ТЕОРИЈА СЕКУЛАРНОГ ПОМЕРАЊА ЗЕМЉИНИХ ПОЛОВА*. Писане у виду низа научних расправа, које су објављиване како је који одељак ових великих теорија био завршен, сакупљане су оне пред сам Други светски рат и објављене у његовом животном делу *КАНОН ЗЕМЉИНА ОСУНЧАВАЊА И ЊЕГОВА ПРИМЕНА НА ПРОБЛЕМ ЛЕДЕНИХ ДОБА*.

Главни обриси ове две велике астрономске теорије и неки занимљиви моменти из Миланковићева рада на њима и његовог односа према поменутим научницима биће, у оквиру једног елементарног приказа, и главни предмет овог мог сећања на Милутина Миланковића.

МАТЕМАТИЧКА ТЕОРИЈА КЛИМЕ

Још на почетку свог научног рада, дакле пред сам Балкански рат, запазио је Миланковић, после разговора с Владимиром Варићаком, својим професором, а нашим чувеним математичарем, да је математичка теорија кретања Земље и других планета, као и њихових сателита, заснована на Њутновом закону опште гравитације, доведена радовима Лагранжа, Лапласа, Леверијеа, Стоквела и читаве једне армије великих имена до самог савршенства, тако да се положаји ових небеских тела могу с изванредном тачношћу прорачунати како у садашњости, тако и у далекој прошлости, а предвидети и у далекој будућности. Приметимо да се, захваљујући томе нагло и са неочекиваним успехом могла данас развити и прецизна теорија кретања Земљиних вештачких сателита и других још много сложенијих васионских летилица. У погледу осунчавања Земље, Месеца и планета био је, напротив, познат, у доба о коме је реч, само основни закон, по коме се топлотна енергија Сунчева шири по васиони, слабећи с квадратом одстојања од Сунца, баш као и његова привлачна сила. Расипајући се по простору, Сунчеви зраци падају на планетске површине, а количина топлоте, коју они доносе до тих површина, зависи не само од даљине уоченог дела површине до Сунца, него и од нагиба под којим Сунчеви зраци падају на тај део. Закон по коме се Сунчева топлота распростире по планетским површинама могуће је изразити математичким језиком.

Но тај се распоред мења без престанка. Планете се обрћу око својих оса, што изазива смену њихових дана и ноћи. Сем тога, обилазе оне око Сунца, а при том њихове осе не стоје управно на равнима њихових путања. То изазива годишњи ток распореда Сунчеве топлоте по њиховим површинама и њихова годишња доба. Миланковић је увидео да се то све може описати математичким језиком и тако изградити једна математичка теорија климе, не само за Земљу, но и за све планете. Тешкоћа је била у томе што је требало познавати тзв. *соларну константу* или енергију која од управних Сунчевих зракова стиже на јединицу површине горње границе Земљине атмосфере у секунди. Но да би се израчунале и температуре свих делова Земљине површине и тако оцртале основне карактеристике њених клима, требало је још наћи како и у којој мери Сунчеви зраци пробијају плашт Земљине атмосфере, а на сличан начин и атмосфера других планета.

„С почетка је ишло све добро'', причао је Миланковић. „Пратећи Сунчеве зраке по васиони све до планетских атмосфера, ја нисам наишао на стварне тешкоће. Безваздушни планетски простор не смета ни најмање пролазу Сунчевих зракова, нити их слаби ни расипа. Али када стигох у планетске атмосфере, које расипају и делимично упијају Сунчеве зраке, као да зађох у густ шипраг. У Земљиним облацима, ја изгубих сасвим правац, и не могох даље. У то, букну први Балкански рат.

Моја Дунавска дивизија пролазила је преко Старца. Њене колоне пузале су као змије по стрмим боковима те планине. Прелаз је био врло тежак, ваљало је целокупну артиљерију изнети на рукама до на сами гребен. Тако је комора дивизијског штаба стајала скоро цео дан на истом месту. Користећи се том станком, одшетао сам до једне долине украј пута, куда није пролазила бујица војске. Ту сам сео на меку маховину испод једне старе јове, са које је, лепршајући се, опадало лишће, тихо и грациозно, као да не осећа олују рата. Пред мојим затвореним очима пролетео је цео мој живот као какав филм, одмотаван огромном брзином. Последња његова слика била је Београдска жељезничка станица. Пред њом се опраштају сви ратници са својим милима, а ја ни са ким. Не остављам никог иза себе, само један нерешени проблем.

Ова сцена ме је потресла више него што је било потребно, али је имала за последицу да сам после непуна два сата, таман кад је наш артиљериски пук прешао гребен, и сам нашао изгубљени правац својем раду''.

Први светски рат Миланковић је провео у мађарском заробљеништву. Но на заузимање његовог професора Чубера и других премештен је из Нежидерског логора и омогућен му је рад у Мађарској академији наука, где је прву етапу започетог дела са успехом и завршио, а по ослобођењу и повратку у Београд и објавио на француском под називом „*Математичка теорија топлотних појава проузрокованих Сунчевим зрачењем*''.

Подаци израчунати за Земљу, по Миланковићевим обрасцима, савршено су се добро слагали с морем података које су метеоролози на својим станицама већ пре тога били сакупили мерењима. Миланковић и сам каже на једном месту да од овакве теорије не би било много вајде јер је она потврдила, истина први пут на математички начин, оно што је углавном и пре тога било познато, како за Земљу, тако делом и за друге планете, да он ову теорију кроз наредних неколико година није знатно продубио и проширио. Пре свега је уочио да се, због промене елемената Земљине и планетских путања услед међусобног привлачног утицаја планета, стално мења у току времена, истина полако но сигурно, распоред осунчавања и Земље и планета, који у дугим периодима доводи и до знатних климатских промена. У првом реду ове промене долазе од промене нагиба Земљине и планетских оса према равнима њихових путања, а затим и од поступне промене облика и оријентације Земљине и планетских елиптичних путања у њиховим равнима. Ове сложене рачуне Миланковић је убрзо успешно привео крају, а затим нашао и обрасце помоћу којих се могу израчунати и температуре сваког жељеног слоја Земљине и планетских атмосфера за сва прошла и будућа времена.

ХРОНОЛОГИЈА ЛЕДЕНИХ ДОБА

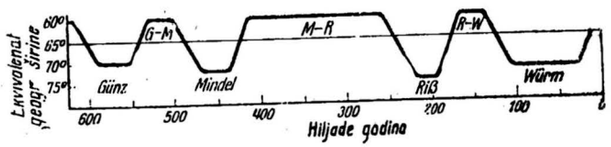
Када су ови радови дошли до руку великог климатолога Кепена, започело је велико и непомућено пријатељство између два научника. Кепен је у Миланковићевим формулама одмах открио моћно оруђе да се великим догађајима Земљине скорије прошлости, квартара, појавама ледених доба, која су из геолошких налаза била већ тада брижљиво проучена, да календар и да се за свако одреди епоха када се појавило, што пре тога није било могуће.

По Кепеновим сугестијама Миланковић је и овај сложени рачун са успехом обавио и добио криве које су се слагале са геолошким налазима, но које су сада прецизно датирале све појаве ледених доба. Овај епохални Миланковићев рад Кепен и Вегенер су уврстили у своје познато дело „Климати Земљине прошлости" о коме је Вегенер реферисао на Конгресу немачких природњака у Инсбруку 1924. године.

1926. године Миланковић је, уз помоћ Мишковића, Митриновића и Фемпла, по Кепеновој сугестији продужио своје рачуне на читавих 600 000 година у Земљину прошлост и тада се показало изванредно слагање Миланковићевих налаза са оним што су велики геолози Зергл и Еберл били утврдили из теренских налаза рашчлањавајући овај период Земљине историје на 11 изразитих ледених доба и 11 умерених периода који су се повиновали хронолошки Миланковићевим астрономским законима. У свом писму Миланковићу Зергл каже: „Ретко када су два решења једног проблема, изведена независно једно од другога и на сасвим различитим основама, дала тако подударне резултате. Тиме је астрономско рашчлањавање ледених доба доказано, а његова хронологија, које се ни на који други начин није могла решити, решена".

О самом конгресу у Инсбруку Миланковић пише на једном месту: „Када у току свог предавања Вегенер помену моје име, поцрвенех преко ушију и одахнух душом, када се, на знак предавача, слушаоница поново замрачи. Тада се на платну појавише три криве што сам их израчунао и послао Кепену. Вегенер поче да својим штапом шета по њима и да их објашњава. Заврши овим речима.

„Од највећег значаја је то што се на тај начин рачунским путем добило рашчлањавање ледених доба које се у далекосежној мери подудара са рашчлањавањем што су га геолошким путем извршили најпознатији испитивачи ледених доба Пенк и Брикнер у области Алпа. Четири главна надирања леда што су их они утврдили, а назвали Гинц, Миндел, Рис и Вирм, оцртавају се јасно у Миланковићевој кривој, и то скоро тачно у оним добима како су их они оценили".

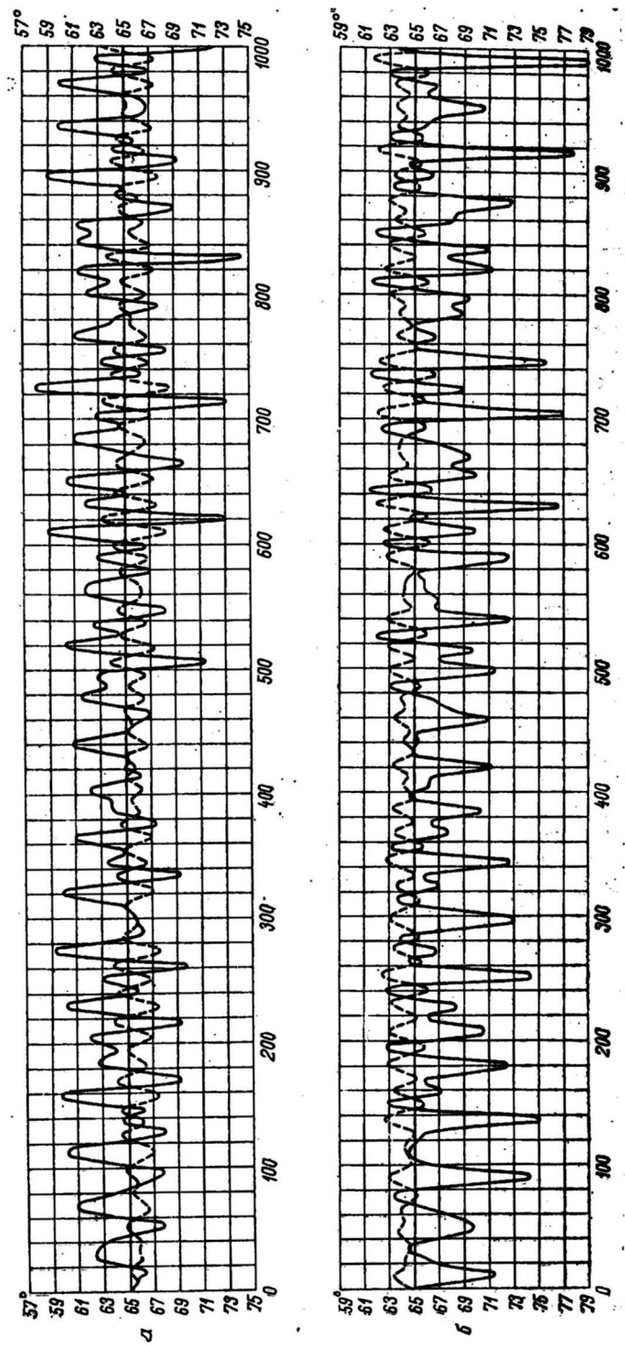


Сл 2. Главна ледена доба кварτара с њиним календаром по Миланковићу

Каснијим радовима Миланковићевим оцртана је још подробнија слика из које смо дознали да је долазило до ледених доба 589, 548, 475, 434, 231, 187, 116, 72 и 22 хиљаде година пре садашњости.

Потврде ове Миланковићеве теорије нашле су одјека још за његова живота у преко 110 научних дела и радова, где се његово име помиње преко 1000 пута, а она је преведена на све светске језике. Подстакнути новим резултатима научних истраживања и неколико данашњих научника Европе и Америке враћају се на ову Миланковићеву теорију, потврђују својим радовима њен значај и предлажу њен даљи развој и примене.

Што се планетских атмосфера тиче, васионски бродови упућени према Марсу дали су нам доста подробне податке о физичком стању појединих слојева Марсове атмосфере укључујући и њихове температуре. Оне се добро слажу с температурама предвиђеним Миланковићевом теоријом. За Венерину атмосферу ову теорију тек треба допунити, па упоредити с најновијим подацима које су нам пружиле васионске сонде.



Сл. 3. Ледена доба кроз наредних милион година (минимум кривих) на северној и јужној Земљиној полулопти

За саму Земљу, у новије време је Миланковићев рачун продужен за 30 милиона година уназад и на милион година унапред у СССР-у. Интересантни су доста подробни подаци које је недавно дао Телеки за последњих 5000 година које обухватају људску цивилизацију. У том раздобљу средња температура се мењала на појединим тачкама на Земљи различито, али мање од 2°. Висина границе вечног снега се променила највише за 300 м, а границе поларних капа помериле су се према екватору и то на северној полулопти за 9°, а на јужној само за пола степена.

Погледамо ли, пак, милион година у будућност, видимо да прво ледено доба треба да наступи по рачунима Шарафа и Будњикове (сл. 3) тек кроз 10 000 година. Према томе ноћас можете с те стране мирно да спавате, ако немате пречих брига.

Видели смо да се Миланковић у стварању своје математичке теорије климе задржао само на Сунчевом положају према Земљи и на променама елемената Земљине путање. Међутим, има ту и других, истина знатно мањих, али не и занемарљивих утицаја, као што су: променљивост самог Сунчевог зрачења, померања тачака на Земљиној површини, успоравање Земљина обртања и други. Према томе, учитељ је и поред свег мајсторства с којим је створио своју математичку теорију климе, оставио доста и отворених проблема у овој области, да бисмо и ми имали чиме да лупамо главу.

Кад је у питању Земља, ова се теорија, рекосмо, може још више усавршити вођењем рачуна о померањима Земљиних полова и Земљиних континената. Тиме смо управо дошли на друго епохално астрономско дело које је дао Миланковић — на теорију секуларног или вековног померања Земљиних полова.

СЕКУЛАРНО ПОМЕРАЊЕ ЗЕМЉИНИХ ПОЛОВА

Тек завршени Миланковићев велики научни рад, који је отворио нове видике, поставио је и један нов велики проблем: зашто вековне промене елемената Земљине путање нису и у временима пре квартара изазивале осетне промене климе? Кепен и Вегенер су на то питање одговорили да су у старијим временима Земљини полови лежали изван данашњих континената, па се на овим, због велике удаљености тих полова, појаве ледених доба нису могле ни развити. Тако је, примера ради, северни пол лежао у доба карбона далеко у Тихом океану, а екватор пролазио преко Европе. Близина екватора спречавала је свако јаче залеђивање Европе.

Зашто и како су се Земљини полови померали у толикој мери? На то питање до Миланковића не беше егзактног одговора.

Истина, још 1910. године Вегенер је на основи подударности граничних линија континената поставио хипотезу о томе да су они пре много милиона година сачињавали један јединствен праконтинент, који се услед поремећаја у Земљиној унутрашњости распукао и распарчао, а размицање континената се и данас веома полако наставља. Ова Вегенерова научна претпоставка потврђена је многобројним геолошким налазима, но ни данас, и поред више покушаја, није могла бити астрономски потврђена. Овом хипотезом Вегенер је тумачио вековно померање Земљиних полова објашњавајући управо обрнуто, да су полови остајали на својим местима, а да су континенти путовали, па су зато полови оцртавали по лицу Земљином само привидне своје путање.

Ово решење међутим није задовољавало ни самог Вегенера, па је, после успостављања присног пријатељства с Миланковићем и после успешног Миланковићевог решења космичког проблема о коме је до сада била реч, управо у њему видео зрелу снагу да егзактно реши и овај други велики космички проблем. 6. октобра 1924. године он му пише: „Ја бих се радовао када бисте пришли проблему померања полова, чак иако се он не може глатко решити. Већ је довољно важно и то, ако се једном утврди шта се све са теоријског гледишта може рећи о овом питању. . .”

У више консултација у самој Вегенеровој кући у Грацу, Вегенер је упознао Миланковића са грађом Земљине коре,без чега се проблем не би могао ни начети. Ту је сазнао он да чврсти Земљини континенти састављени претежно од силицијума и алуминијума пливају у својој пластичној подлози која се претежно састоји од силицијума и магнезијума, по Архимедовом закону. Полазећи од тога, после дугих размишљања Миланковић долази на ову идеју: „У свом стварном стању стрче Земљини континенти, а поготову њихови брегови, високо изнад морског дна, а још више изнад своје пластичне подлоге. Услед дневног обртања Земљиног сваки делић њихов изложен је центрифугалним силама које су тим веће уколико је уочени делић више удаљен од осовине Земљина обртања. Свака од тих сила нормално стоји на тој осовини и наперена је од ње. Када би Земљина кора била симетрично сграђена према тој осовини, онда би увек две и две такве силе биле једнаке а супротног смера, па би се узајамно поништавале. Но Земљина љуска неправилног је облика, који долази до изражаја у неједнаком распореду мора и континената. Ова несиметрија има за последицу да ће силе које на њу делују тежити да је, сматрану као целину, помере преко њене пластичне подлоге. . .” и тако доведу до дуготрајног благог клизања Земљине љуске по њеном језгру, што ће имати за последицу и вековне померање Земљиних полова по Земљиној површини.

23. августа 1925. г. Вегенер одговара: „Размислио сам о Вашој идеји и верујем да би се исплатило да је даље разрадите.”

Миланковић се, без много устезања, лаћа овог трудног научног посла и 31. марта 1932. г. долази већ до своје чувене диференцијалне једначине кретања Земљиних полова, коју у наредним годинама решава с обзиром на конкретне услове који владају у Земљиној кори и налази и саму путању северног Земљиног пола. По речима самог Миланковића овај се крајњи резултат његова рада на његовом другом космичком проблему може укратко овако изразити: „Пре неких 300 милиона година налазио се северни пол Земљин далеко у Тихом океану на географској ширини од 20° и дужини од 168°. То је био положај његове лабилне равнотеже, и зато је било довољно најмање померање, каквих је онда доста било, да би се почео кретати. Када се одмакао за 1—2°, његово кретање постаје осетније. Из почетног положаја упутио се он најпре према истоку, а затим благом окуком према северу. Брзина му је постајала све већа, да би на географској ширини од 64° достигла максимум. Тада је, с почетка врло полако, она постајала све слабија. Са тако смањеном брзином прекорачио је тај пол северозападни крајичак америчког континента, а са већ знатно смањеном брзином стигао је у свој садашњи положај. Смањујући све више своју брзину приближаваће се и даље својој крајњој станици, која ће налази недалеко од оног места где река Печора утиче у Северни ледени океан. И јужни Земљин пол кретао се, као антипод северног, на одговарајући начин”. (види сл. 4. криву 3.)

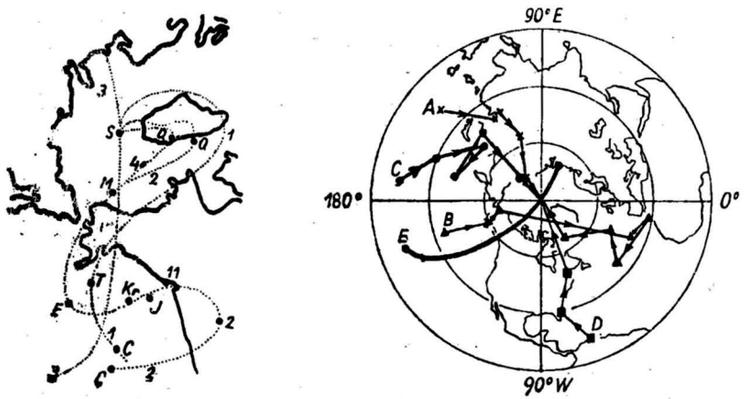
На велику жалост ученог света Вегенер је новембра 1930. г. херојски положио свој живот у белим суровим пустињама Гренланда у својој чувеној трећој научној експедицији, па није дочекао Миланковићево решење проблема померања Земљиних полова коме је и сам припомогао, но његов таст Кепен и читава научна јавност поздравили су ово решење с одушевљењем, нарочито онда када се показало да се добро слаже са свима ранијим геолошким налазима који су могли само грубо да оцртају слику појаве, али не и да продру у њену суштину, њен механизам, њене узроке, а нарочито не у њену будућност.

Алфредов брат, познати физичар Курт Вегенер, ставио је додуше убрзо приговор на ово решење указујући Миланковићу на то да се до верне слике померања полова може доћи ако се узму у обзир и померања континената која је Алфред Ве-

генер открио, но која је због упрошћења рачуна Миланковић у својој теорији занемарио.

Вјечеслав Жардецки је 1949. г. проширио Миланковићеву теорију и за случај континената који се померају,па није добио битне измене у Миланковићевој путањи пола, сем што је њена крајња равнотежна тачка доспела негде међу Хаваје.

Секуларно померање Земљиних полова данас је изучено и на основи *палеоклиматских налаза*, тј. на основи остатака биљака и животиња у Земљиним слојевима разне старости и на основи разноврсности минералних карактеристика у тим слојевима. Ова далеко мање тачна метода довела је ипак до глобалног, тј. грубог слагања овако нађених путања пола с Миланковићевом. То показује приближно цртеж на коме се види Миланковићева крива (3) и путање из палеоклиматских података — по Крајхгауеру (1), Кепен-Вегенеру (2) и Кепену (4).



Сл. 4. Путање сев. Земљиног пола по Миланковићу (3) *и из палеоклиматских нивоа* (1, 2, 4)

Сл. 5. Путање сев. Земљиног пола, по Миланковићу и из палеомагнетских података (*A*, *B*, *C*, *D*)

У најновије време путања пола се добија и на основи тзв. *палеомагнетских података*. Наиме лава и магма које избијају на Земљину површину пуне су зрнаца која се лако магнетишу. Кад се у току хлађења њина температура спусти до одређене вредности, тзв. Киријеве тачке, она се намагнетише, и то у правцу тренутног магнетног поља. Тај правац се не губи кад се стена охлади и очврсне. Он у њој остаје „залеђен". Геолози и геофизичари налазе овакве стене, одређују њихову старост и мере правац њихове намагнетисаности. Из великог низа оваквих мерења, и то из примерака који потичу из разних геолошких доба, реконструишу они положаје Земљиних магнатних полова за које се сматра да су увек били близу Земљиних ротационих полова. На слици се види Миланковићева путања пола (Е) и путање (A, B, C, D,) које су из мерених палеомагнетских података сакупљених у Америци, Аустралији, Енглеској и Индији. Ове последње се, грубо узев, међу собом слажу, али све оне одступају знатно од Миланковићеве криве.

Где је узрок неслагања? Да ли у палеомагнетској методи или у Миланковићевој астрономској теорији? Вероватно и у једној и у другој. Данас се палеомагнетској методи поставља низ замерака; на пример: да ли стена стварно задржава правац првобитне намагнетисаности, зашто се мења поларност Земљиног магнетског поља, да ли су магнетски полови увек били у близини ротационих, да ли се магнетске особине чекићем одвојених узорака стене суштински не мењају и друге. Кад ова млада наука буде отклонила овакве и друге приговоре можда ће се путање пола до којих долази приближити Миланковићевој и боље сложити међу собом?

Но и Миланковићева астрономска теорија представља само апрокимацију, јер узима као узрок кретање коре, тј. привидног кретања полова, само несиметричност Земљиног рељефа. Читав низ узорака ту је занемарен, као што су: ширење Земље, неједнородност и несиметричност унутрашњих слојева, која је према истраживањима космичких сонди знатна, еластични напони коре, несиметрично трење Земљиног воденог омотача и коре и други. Као што видимо ни ту учитељ није све послове посвршавао да бисмо ми могли седети скрштених руку, али нам је зато широм отворио врата у велику науку. Кад и Миланковићева теорија секуларног померања Земљиних полова буде допуњена и уопштена можда ће се криве поларног кретања међу собом боље сложити? Али ни астрономи посматрачи не седе на миру. Па ипак, из посматрања 5 међународних станица које већ 80 година из мерења одређују ово кретање још се не може извести са сигурношћу секуларна путања Земљиног пола из два главна разлога. Први је што је за овако дуготрајну и спору појаву размак од 80 година сувише мали, а други је што се посматрачки програми на овим станицама мењају сваких двадесетак година. Тек у последње време измишљени су такви посматрачки програми, као што је Шеварлић-Телекијев, који омогућују далеко дужи континуитет посматрања. Кад се они буду извршили то ће свакако допринети решењу овог крупног, још отвореног научног проблема који има знатних научних и практичних примена.

СИТНИЈИ АСТРОНОМСКИ РАДОВИ

Поред крупних прилога науци о којима је досад било реч, Миланковић има и низ ситнијих астрономских радова. Иако су неминовним, и у наше време циновским развојем науке, они углавном надмашени, у своје време представљали су они ингениозне мање продоре. Поменимо његов покушај да изучавањем кретања двојних звезда учини позитиван прилог Ајнштајновој теорији релативности.

РЕФОРМА ЈУЛИЈАНСКОГ КАЛЕНДАРА

Код великих научника опус је већином веома разноврстан. То је случај и с Миланковићем. С подједнаким успехом бавио се он и проблемима хронологије. После Првог светског рата и наша је земља била заинтересована за проблем реформе јулијанског (или старог) календара, која би била боља и ближа природи од грегоријанске реформе, од тзв. новог календара, али тако извршена да се, из практичних разлога, што више векова поклапа с грегоријанском, па да од ње одступи полако тек онда кад грегоријански календар почне да одступа од природне појаве Земљиног кретања око Сунца, као основне на којој се заснива сваки сунчани календар па и јулијански и грегоријански.

Овај проблем решаван је маја 1923. г. на Свеправославном конгресу у Цариграду, где је Миланковић био представник наше државе. После дугих расправа

чају када су силе привлачења пропорционалне масама и зависне само од растојања тела, тј. $F = F(a)$, као услов за поклапање тежишта и пола гравитације налази

$$\frac{F(a)}{a} = \frac{F(b)}{b} = \frac{F(c)}{c}$$

при чему су a, b, c међусобна растојања три тела. Из тога следи услов $a = b = c$ не само у случају Њутновог закона гравитације, већ и са сваким законом привлачења где је интензитет силе $F(a) = a^n$.

Како је $a = b = c$ такође довољан услов за постојање егзактних решења у проблему три тела, Миланковић је овим нашао једноставан *критериј за постојање егзактних решења проблема три тела* (не само за случај $F(a) = a^{-2}$, већ уопште за случа' $F = a^n$: *потребно је и довољно да се пол гравитације и тежишта та три тела поклапају*.

Коришћење симетричности кретања (одн. симетричности поља) ради добијања квалитативних решења садржај је рада (3) из кинематике, али су резултати употребљиви и код проблема небеске механике, јер се данас масовно производе фамилије периодичних решења, полазећи управо из симетричности путање. Не можемо улазити у детаље, али се може истаћи да ће *кретање тачке имати периодичан карактер* ако она пролази кроз два разна положаја кинематичке симетрије. Из тога он конструише одређене категори'е периодичних решења за кретање мобилне тачке у разним случајевима потенцијалног поља.

МИЛАНКОВИЋЕВ СИСТЕМ ВЕКТОРСКИХ ЕЛЕМЕНАТА

Али значајне доприносе Миланковића небеској механици представљају његова векторска обрада основа небеске механике и увођење векторских елемената путање планете.

Векторску обраду почиње већ у поменутом раду (2), наставља је кроз наставу на Универзитету (4), а објављује делимично у Handbuch der Geophysik (13) и у Kanon (19) (гл. *II*), док не добије коначну форму у сажетом уџбенику (20). У међувремену уводи векторске елементе путање, управо на бази векторских интеграла

$$\vec{C} = \vec{r} \times \vec{v}, \qquad \vec{D} = \vec{v} \times \vec{C} - \eta \vec{r}/r$$

и Кеплерове једначине

$$\eta u - D \sin u = n\,(t - \tau).$$

Скаларни елемент (време пролаза планете кроз перихел) увео је услед тога што два вектора $\vec{C}, \vec{D}$ чине само 5 независних скалара (јер је $\vec{C} \cdot \vec{D} = 0$). Тако је настао систем елемената $(\vec{C}, \vec{D}, \tau)$ планетских путања, који се и среће у литератури под именом Миланковићев систем векторских елемената.

Нашао је такође једначине поремећаја тих векторских елемената. Ради тога је користио тзв. Лагранжеове заграде, па је показао да је ове заграде могуће наћи много једноставније за координате његових векторских елемената, него ли за сферне елиптичне елементе.

Даље је утврдио (19, 20) да класична теорија секуларних поремећаја користи заправо векторске елементе путање јер се једни своде на друге кад се одбаце други и виши степени нагиба и ексцентрицитета. То му је омогућило да и код неких проблема осунчавања Земље у потпуности користи класичну теорију секуларних поремећаја.

СЕКУЛАРНО ПОМЕРАЊЕ ПОЛОВА

Ротација Земље и положај њене осе у простору морали су заокупити пажњу Миланковића због репер'куси'а ко'е могу имати на осунчавање Земље.

Он је најпре савременим средствима векторске анализе обрадио кретање Земљине осе под утицајем спољних сила и екваторског прстена, полазећи од тога да је Земља чврсто тло. Добио је класичне резултате о процесији и нутацији, али никакве секуларне промене положаја пола. Кад је увидео да се ништа ново не добија ни под претпоставком да је Земља течна, морао је да тражи решење на другој страни.

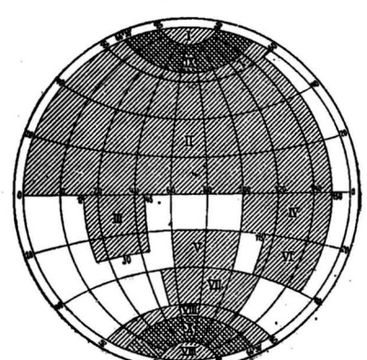
Чињенични материјал геофизике, а и Вегенерова теорија померања континената, чинили су највероватнијом претпоставку да је главнина Земље флуидална, а да по тој флуидалног маси, званој *сима*, цлови танак слој Земљине коре, назван *сиал*. Они се налазе сваког момента у изостатичној равнотежи, па су поједини делови сиалне љуске уроњени различито (у зависности од дебљине љуске и специфичне тежине на том месту) у флуидалном масу.

Полазећи управо од такве претпоставке, Миланковић проналази допринос сиалне љуске моменту инерци'е целе Земље, замишљајући сиалну љуску издељену на призматичне стубиће. Када би сиални покривач био симетричан (у односу на осу ротације) стање равнотеже било би статично. Међутим, услед динамичне несиметрије, изостатична равнотежа се јавља само као трајна тенденција, тенденција прилагођавања сиала ка сими, а као последица тога јавља се мала стална сила која тежи да континенте помера ка екватору (иако мала, ипак око 12,7 пута већа него укупно плимско дејство Сунца и Месеца). Једино од битних својстава флуидалне масе је то да је она врло отпорна на велике силе, али попушта под дуготрајним дејством силе, макар ова била и мала.

За брзину тог померања добије коначно

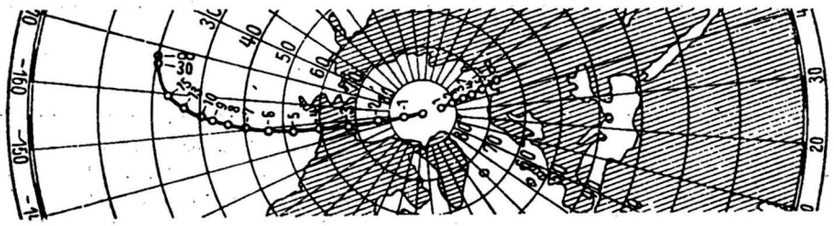
$$\vec{v} = n \cdot \mathrm{grad}\,\Omega$$

при чему је n одређена константа, а Ω је функција скаларног поља. То је векторска *основна једначина секуларног померања полова* (14). Ова његова једначина омогућила



Сл. 1.

Шема сферних четвороуглова за продужење и приравнање континената



Сл. 2.

Секуларна путања северног пола ротације Земље (у посебним временским јединицама)

је да нађе секуларно кретање северног пола Земље, тачније померање положаја сиалног покривача преко језгра (симе).

За случај да се ова функција пола не мења са временом, Миланковић је интегралио своју једначину кретања полова. Али одређивање бројчаних вредности, за поједине константе које се јављају у решењима, захтева коришћење многих (познатих и недовољно познатих) својстава Земљине коре. Да би добио што тачније вредности Миланковић је пошао (15, 19) од константног стања функције на нивоу мора, продуженом испод свих континената, па тражио посебно допунски утицај континената.

Континентални део је, уз што је могуће реалније приравнавање континената и њихово делимично издужење преко морских површина, поделио на десет великих сферних четвороуглова. Интеграцијом по тим четвороуглима добија допринос по: јединих континенталних делова моментима инерције.

Након тога је успео одредн да приближне вредности разних константи које улазе у једначине кретања, што је омогућило да се утврди динамика кретања дуж нађене поларне криве — 25 тачака на површини Земље у одређеним временским тренуцима. Што се тиче употребљене временске јединице, још нема довољно сасвим поузданих података и из посматрања Међународне службе ширине, долази до закључка да ова јединица износи приближно 4,5 милиона година.

Једна од значајних последица овог одређивања путање пола у далекој прошлости је објашњење услед чега се близу садашњег северног пола налазе велике наслаге каменог угља. Наиме, из Миланковићевих рачуна следи да је ту пролазио Земљин екватор у доба карбона.

ОСУНЧАВАЊЕ ЗЕМЉЕ

Но, оно што је Миланковића учинило познатим у целом научном свету, то је његово разрешење загонетке ледених доба.

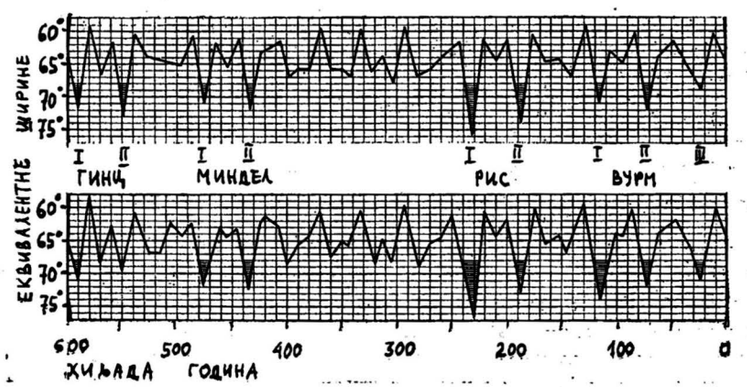
Пошто је више научника већ покушало да реше проблем осунчавања Земље и добило резултате чија је рачунска примена знатно одступала од стварног стања, Миланковић је преузео проблем од самог почетка (8), јасно раздвојивши најпре астрономски део проблема (непосредна инсолација) од физикалног дела проблема (утицај атмосфере и тла). Након утврђивања како количина топлоте у кратком временском размаку зависи од зенитне даљине Сунца и од раздаљине посматране јединичне површине Земље до Сунца, Миланковић смешта јединичну површину на одређену паралелу и уводи појам *средња инсолација паралеле*, водећи рачуна и о дужини дневне инсолације те паралеле. На тај начин успева да избегне дисконтинуитет који се јавља у формулама за осунчавање, услед смене осветљене и тамне стране Земље.

За промене инсолације у току једног дана полази од средњих вредности даљине до Сунца и деклинације Сунца, па им додаје мале линеарне дневне корекције. У годишњем периоду то није довољно, већ мора да користи малу вредност ексцентрицитета Земљине путање, па — уз помоћ развијања у ред и занемаривања само онолико колико је за решење нужно — изражава све променљиве величине као функције времена.

Овај поступак му је омогућио да интеграцијом дуж произвољног лука Земљине путање (водећи рачуна о променама које за то време могу настати) добије израз за *средњу количину топлоте која пада на одређену паралелу* док Земља превали тај део путање. Посебно се задржава на луцима путање који одговарају сваком годишњем добу на северној и јужној хемисфери, истичући неједнакост трајања годишњих доба и компликације које та неједнакост изазива у приказивању термичких прилика једне и друге хемисфере.

Преко формула за количине топлоте које у току године примају северна и јужна полукугла Земље у току летњег и зимског полугођа, и формула за количину топлоте на одређеном упоредннку, посебно за арктичку зону, посебно за неарктичку зону, Миланковић добија нумеричке вредности (19) стр. 5° северне географске ширине, према садашњем стању величина које улазе у ове формуле. Међутим, кад те формуле треба применити на далеку прошлост, долазе до изражаја секуларне промене елемената путање. Анализом својих формула, Миланковић је показао да примљене количине топлоте зависе секуларно само од ексцентрицитета путање *(e)*, лонгитуде перихела *(πγ)* од пролетње тачке и нагиба осе ротације *(ε)*. Зависност од промена прва два елемента показала се једноставном (могућа је линеаризација), док је зависност од нагиба знатно компликованија. Кад је све изразио у зависности од промена нагиба, дошао је до формула помоћу којих су секуларне промене осунчавања могле бити изражене у функцији од секуларних промена елемената путање.

Услед неједнакости астрономских годишњих доба, рачуни за секуларна осунчавања били би врло обимни и сувише зависни од секуларних промена почетка и трајања годишњих доба. Из тога се Миланковић избавља (9) увођењем појма *калорично полугође* — делови године у којима одређени упоредник прими осунчавањем



Сл .3.

Амплитуде секуларних промена летњег осунчавања на 65° северне географске ширине — горе према Стокквелової методи — доле према Леверијеовој методи

једнаке количине топлоте. Након разних трансформација изводи врло једноставне формуле за промену количине топлоте која настаје осунчавањем у зимском и летњем полугођу.

Топлота која пада на Земљу не користи се сва, па према томе морају се решити и проблеми простирања топлоте кроз атмосферу и кроз горње делове Земљине коре, да би се видело како се осунчавање одржава наа температурама појединих тачана на Земљи.

Миланковић је најпре (5) решио проблем преношења топлоте од површине Земље ка њеној унутрашњости (до дубине од 10 метара, где је температура већ скоро константна), или у супротном смеру. Он је одмах овде показао врхунски дар усклађивања строгих математских формула и једначина са њиховим приближним формама, онима које допуштају решење.

Нађена функција простирања топлоте, упрошћена уз само најнужнија занемаривања, а уз коришћење вредности коефицијената које су у складу са најновијим емпиријским резултатима, омогућује да се израчунава средња температура тачака на Земљи, као и промене количине топлоте које настају на површини услед провођења топлоте.

Овај проблем је посматрао и нешто општије (6, 7). Ту долазе најпре диференцијалне једначине за зрачење у атмосферама планета, дакле за било коју планету, затим упрошћења која у тим једначинама настају услед основних својстава Марсове атмосфере и интеграције тих једначина — најпре под претпоставком стационарног стања радијације, а затим апроксимативно за случај када се то стање мења. Много је непознатих функција, много једначина које треба решити, па Миланковић то чини корак по корак, користећи стално граничне услове и физичке законе којима се покоравају величине са којима оперише, уводећи понекад и претпоставке (што је могуће ближе фактичном стању) ради омогућења решења. Након много тога, добио је готове изразе за температуру на површини Марса као и израз за функцију која даје количину топлоте коју зрачи јединична површина на Марсу. Али теоријска подлога ових радова важи и за друге планете (8).

Још низ других питања је разрађивао (10, 11, 12, 19) у вези с тим: веза између инсолације и температурне хидросфере, дејство брзине ротације планете на температуру њене површине, утицај просечне садржине водене паре у атмосфери на њен термички састав, рефлексиона моћ атмосфере и леденог покрова итд. Али то је и физички, а не астрономски, део свеукупног проблема ледених доба, па се због тога на њему нећемо више задржавати.

При крају треба напоменути да су већ први рачуни осунчавања (8), изведени без решења неколико геофизичких проблема, само на бази секуларних варијација елемената путање нађених Стоквеловом методом, показали врло велику сагласност са палеонтолошким подацима о леденим добима. Касније рачунате секуларне варијације елемената Леверијеовом методом (и са побољшањем маса планета) нису промениле (16, 17) суштину сагласности рачуна са чињеницама. Али су с друге стране решења геофизичких питања допринела да се запазе неке дотад неизражене нијансе у кривама осунчавања, које су се у још више детаља слагале са налазима палеонтолога. Шта више, неке нијансе, као нпр. разчлањавање последњег леденог доба, прво су се виделе на кривој Миланковића, па је то помогло палеонтолозима да нађу објашњење за неке чињенице које су већ имали, али чији смисао нису били успели да разјасне.

Овом применом небеске механике на једну научну област делеку од астрономије и математике, М. Миланковић је дао врло велики допринос, јер је створио егзактну астрономску теорију климе и *календар Земљине прошлости* за 6000 столећа пре 1800 године.

Проф. Др Бож. Пајовић

ПОПИС ЛИТЕРАТУРЕ

1) „*Особине кретања у једном специјализираном проблему три тела*", *ГЛАС Српске Краљевске Академије*, књ. LXXIX, 218—222 (1910).
2) „*О општим интегралима проблема n тела*", *ГЛАС СК Академије*, књ. LXXXIII (1911), 156—196.
3) „*О кинематичкој симетрији и њеној примени на квалитативна решења проблема динамике*", *ГЛАС СК Академије*, књ. LXXXV, (1912), 109—163.
4) „*Небеска механика*", *Универзитетски уџбеник, Београд*, 1935.
5) „*Прилог теорији математичке климе*", *ГЛАС СК Академије*, LXXXVII, (1912), 136—160.
6) „*O primeni matematičke teorije sprovodenja toplote na problem kosmičke fizike*", *RAD JAZU, knj.* 200 (1913), 109—131.
7) „*Ispitivanja o klimi planete Mars*", *RAD JAZU, knj.* 213 (1916) ,64—96.
8) „*Théorie mathématique des phéhomenes thermiques produits par la radiation solaire*", *Gauthier Villars et Cie (Paris) i JAZU (Zagreb)* 1920.
9) „*Калорична годишња доба и њихов утицај у палеонтолошком проблему*", *ГЛАС СК Академије*, књ. CIX (1923), 1—30.
10) „*Истраживања о термичкој конституцији планетских атмосфера*", *ГЛАС СК Академије*, књ. CXX (1926), 19—34.
11) „*Астрономска теорија секуларних варијација климе*" *ГЛАС СК Академије*, књ. CXLIII (1930), 27—89.
12) „*Mathematische Klimalehre und astronomische Theorie der Klimaschwankungen*", *Handbuch der Klimatologie, Band I, Teil A, Berlin* (1930), 1—176.
13) „*Stellung und Bewegung der Erde im Weltall*", *Hundbuch der Geophysik, Band I, Abschnitt II*, 69—138 (*Glave VII—XI*) *Berlin*, 1931.
14) „*Sekulare Polverlagerungen*", *Handbuch der Geophysik, Band I, Abschnitt VII*, 438—500 (*Glave XXV—X VIII*), *Berlin* 1933.
15) „*Нумеричко израчунавање секуларне путање Земљиних полова ротације*", *ГЛАС СК Академије*, књ. CLIV (1933), 3—38.
16) „*Нови резултати астрономске теорије климатских промена*" *ГЛАС СК Академије*, књ. CLXXV, (1937), 1—42.
17) „*Astronomische Mittel zur Erforschung der erdgeschichtlichen Klimate*", *Handbuch der Geophysik, Band I , Lieferung* 3, 593—698 (*Glave* 25—30), *Berlin* 1938.
18) „*О употреби векторских елемената у рачуну планетских поремећаја*", *ГЛАС СК Академије*, књ. CLXXXI (1939), 1—72.
19) „*Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem*", *Посебна издања SK Akademije, C XXIII, Beograd*, 1941.
20) „*Основи небеске механике*", *Универзитетски уџбеник, Београд, Просвета* 1947.

MILANKOVIĆEV DOPRINOS ASTRONOMSKOJ TEORIJI LEDENIH DOBI

Profesor Dr Milutin Milanković, dugi niz godina predavao je na beogradskom univerzitetu teorijsku fiziku (primenjenu matematiku), nebesku mehaniku, sfernu astronomiju i istoriju astronomskih nauka. Između njegovih mnogobrojnih radova mogu se izdvojiti oni koji su ga učinili pionirom u jednoj oblasti, a to je oblast radova o astronomskom datiranju ledenih dobi.

Dugogodišnjim geološkim ispitivanjima dokazalo se da je naša Zemlja u svojoj prošlosti doživela velike klimatske promene koje su našle svoj najjači izražaj u pojavi ledenih doba. U planinskim predelima spustila se tada granica večnoga snega za približno 1200 metara, tako da su ogromni delovi kontinenata bili pokriveni debelim slojem leda. Te klimatske promene odigrale su se, u izvesnom smislu periodično, a deskriptivne nauke uspele su da daju obaveštenja o rasprostranjenju i o uzastopnosti tih ledenih dobi, ali nisu uspele da objasne uzroke njihovog nastanka. Razlog je u tome, što objašnjenje ovih uzroka leži van vidokruga deskriptivnih nauka.

U zakoniku naše vasione, pored Njutnovog zakona gravitacije ne manju ulogu igra zakon širenja toplotne snage Sunca. Kao što zakon gravitacije objašnjava uzroke kretanja nebeskih tela, tako i zakon širenja toplotne snage Sunca objašnjava koliko toplote pada na uočeni deo planetske površine, specijalno na pojedine uporednike naše Zemlje. I prvi i drugi zakon kazuju da Sunčevo dejstvo zavisi obrnuto od kvadrata rastojanja, ali da zakon širenja toplotnih količina zavisi i od ugla pod kojim zraci padaju na uočeni deo Zemljine površine. Na osnovu ovih zakona prostiranja toplote po Zemlji, moglo bi se matematičkim obrascima obuhvatiti raspored osunčavanja Zemljine površine. No potrebno je objasniti — a to je naročito važno — i vremenski raspored toplotnih količina. Jer, u toku vekova menjala se i putanja Zemlje i nagib Zemljine ose, tako da je isti deo Zemlje, u istom godišnjem dobu, bio različno osunčan u toku vekova. Kada bi se pronašla veza između pobrobrojanih astronomskih elemenata, dakle izduženosti (ekscentriciteta) Zemljine putanje i nagiba ekliptike sa intenzitetom Sunčevih zrakova, tada bi se mogao matematičkim jezikom opisati tok temperaturnih pojava koje su se odigrale na našoj planeti.

Već u 19. veku se pokušalo da se pojave ledenih doba objasne astronomskom teorijom. Međutim, nijedna od postojećih teorija — pomenimo samo teoriju Ademara, Krola ili Hargriva — nisu dale zadovoljavajuće objašnjenje. Svaka od ovih teorija ispoljavala je izvesne nedostatke, pa rezultati nisu mogli dobiti definitivan karakter. Kada je Milanković pristupio problemu ledenih dobi, on je uspeo najpre da uvidi razloge što i predstavnici egzaktnih nauka nisu mnogo uradili u tom smislu, a zatim da da ideju kako bi se nedostaci postojećih teorija mogli ukloniti.

Jedan od najvažnijih razloga što teorija uopšte nije mogla biti razrađena jeste taj što se nije znala tačna vrednost solarne konstante. Ta konstanta predstavlja broj kalorija koje padaju na 1 cm² u minuti, a na srednjem rastojanju Zemlje od Sunca. Napred pomenute teorije počele su tek onda nicati kada se donekle utvrdila vrednost solarne konstante. Naime, Sunčeva površina pokazuje razne nejednakosti usled pojave pega. No pošto, ravan Zemljine putanje ne može da napusti oblast između —7°10' i +7°10' heliografske širine, budući da taj ugao zaklapa ona sa Sunčevom ekvatorom, išlo se za tim da se odredi srednja vrednost intenziteta Sunčeve radijacije iz te zone, kao i njene promene. Pokazalo se da su te promene nemerljivo male i da one nisu promenile srednju vrednost intenziteta ni u ogromnom intervalu Zemljine prošlosti. Stoga se takva vrednost može smatrati konstantnom. Valja napomenuti da je trebalo dugo vremena dok je opažanjima pošlo za rukom da se odredi vrednost solarne konstante, 1,946 gramkalorija.

Milanković je najpre hteo da svoje račune učini nezavisnim od pomenute vrednosti solarne konstante, jer nije tu vrednost smatrao za neki konačan rezultat. Stoga je on u svojim računima uzeo solarnu konstantu za jedinicu, pa je tek na kraju uzeo za nju okruglu vrednost 2, uverivši se da njene eventualne promene ne bi mogle da utiču na račune koji se odnose na vremenski interval od 650 000 godina unutar koga je on istraživao. Kao drugu važnu stvar Milanković je uočio da za postanak ledenog doba važnu ulogu igra ne stroga zima, već slabo osunčavanje u toku letnje polugodine, kada Suncu nije moguće da otopi snežni pokrivač nagomilan u toku zime. Usled toga, sneg će se sve više gomilati kroz izvesan broj godina. No jednu teškoću predstavljao je pojam „polugodina". Astronomska letnja polugodina je vremenski interval između dve ravnodnevnice, od 21. marta do 23. septembra. On iznosi oko 186 dana. Međutim, zimska polugodina, interval od 23. septembra do 21. marta sledeće godine iznosi oko 179 dana. No ova razlika od 7 dana nije u toku vekova bila ista, već se ona usled promene eskcentriciteta Zemljine elipse znatno menjala, tako da je bilo perioda kada je ova razlika iznosila čak 32 dana. O ovome je potrebno dobro voditi računa ako se uzme u obzir da je trebalo izračunavati osunčavanja u toku letnje polugodine. Stare teorije vodile su računa samo o godišnjem osunčavanju. Milanković je sada došao na ideju da uvede pojam „kalorična" polugodina. To je onaj period koji obuhvata sve one uzastopne dane u kojima je osunčavanje pojedinog uporednika veće od makojeg dana one druge polugodine. Kalorična polugodina iznosi $182^d14^h54^m$, a uvođenje takvog pojma je znatno uprostilo Milankovićeve račune.

Teorija ledenih dobi je vrlo složen problem. To je iz razloga što njegovo rešenje iziskuje rešenja čitavog niza problema iz raznovrsnih oblasti egzaktnih nauka pomenutih u početku ovog izlaganja. Bio je srećan slučaj da je Milankovićeva katedra obuhvatala baš ove naučne discipline. Stoga je on mogao uspešno uočiti problem i uvideti nejgov značaj.

Milanković je dakle pristupio izračunavanju osunčavanja Zemljinih uporednika kao i promena toka osunčavanja, ali posebno za letnju, a posebno za zimsku polugodinu (kaloričnu). Odredio je emanirane toplotne količine za svakih 5° geografske širine, od —75° do +75°, a za minulih 560 000 godina. Za rešavanje problema glacijacije trebalo je odrediti vrednosti ekscentriciteta Zemljine putanje, longitude perihela i nagiba Zemljine ose prema ekliptici, i to za svakih 5 000 godina. Bilo mu je potrebno 390 informacija o astronomskim elementima. Problem određivanja ovih elemenata je jedan od najtežih u nebeskoj mehanici. Već Lagranž i Laplas su imali rešenje toga problema, ali se onda još nisu znale mase Urana, Naptuna i Plutona, a ni mase poznatih planeta još nisu bile dovoljno tačno određene. No Lagranž je u svojim računima predvideo mogućnost za korigovanje rezultata ako se tačnije odrede mase. Prvi je Leverije sa uspehom koristio pomenute rezultate i uzorno izvršio račune, uzevši u obzir i masu Urana i pokazavši da će masa po njemu pronađenog planeta Neptuna neznatno perturbirati efkeat njegovih rezultata. U sličnom smislu radio je i Stokvel, ali su obojica računali varijacije astronomskih elemenata za razmerno kratke vremenske intervale. Tek je Pilgrim to učinio za duge intervale, služeći se Stokvelovim rezultatima. Njegovim rezultatima koristio se i Milanković, no kasnije se poslužio Mišković evim rezultatima. Profesor Dr Vojislav Mišković bio je tadašnji upravnik Astronomske opservatorije u Beogradu. On je koristio Leverijeove račune, kao pouzdanije, ali je izvršio korekture prema novim saznanjima o planetskim masama. To je učinio uz saradnju svojih asistenata, Dragoslava Mitrinovića i Stanimira Fempla. Računi su trajali skoro tri godine. Mišković je odredio i stepen tačnosti kojom su izvršeni računi.

Na osnovu izloženih rezultata mogao je Milanković da pristupi svojim računima i tako je stvorena matematička teorija klime. Pomenimo još i ovo. Kod izračunavanja toplotnih količina u toku jedna polugodine, ove su bile izražene jednim zbirom od onoliko integrala koliko je bilo boravaka Sunca iznad horizonta nekog uočenog mesta. To bi bio ogroman posao pa se Milanković poslužio pojmom srednjeg osunčavanja. Pokazalo se da ono zavisi samo od obrtanja Zemlje oko Sunca, a ne od njenog obrtanja oko svoje ose.

Za empiričare je ovakav način rešavanja problema glacijacije bio skoro neprihvatljiv. Da bi se doznalo šta se odigralo na Zemlji, udarilo se putem preko Sunca. „Mesto kroz vrata, ulazilo se u crkvu kroz toranj'. No Milanković je pokazao u svojim računima da je u toku geološkog kvartara bilo 8 ledenih dobi, tačno onoliko koliko ih poznaje geologija. Šta više, u njegovim računima reprezentovani toplotni minimumi odaju i dvostruku raščlanjenost glacijalnih perioda Ginca, Mindela i Risa, kao i trostruku raščlanjenost periode Wirm. Usled ovakvog slaganja između rezultata dveju sasvim različitih nauka, geologije i astronomije, teorija profesora Milankovića bila je prihvaćena od ogromne većine naučnika. Na sednici akademije nauka u Rimu 1949. godine, ova teorija je odnela punu pobedu.

Toplotne količine u Milankovićevim tablicama izražene su jedinicama koje je on nazvao kanoničkim jedinicama. Takva jedinica se dobija ako se solarna konstanta odabere za jedinicu toplote, a stohiljaditi deo godine za jedinicu vremena (oko 4,5 minuta).

Milanković je iz dobijenih svojih formula za tok osunčavanja izvukao i neke značajne zaključke: 1°. Priraštaj nagiba ekliptike umanjuje geografske opreke osunčavanja između pola i ekvatora, a pojačava vremenske opreke između leta i zime. 2°. Dejstvo promene ekscentriciteta i longitude perihela izražava se u promenama dužina astronomskih godišnjih dobi, što utiče na sezonske opreke astronomskih polugodina. 3°. U polarnim krajevima se nadmoćno ispoljavaju sekularne promene nagiba ekliptike i imaju jednostruko oscilatoran karakter, istoga smisla za obe hemisfere. U ekvatorskim krajevima su sekularne promene ekscentriciteta i longitude perihela, dakle promene dužine godišnjih dobi, nadmoćno ispoljene. Osim toga, u ovim krajevima ima osunčavanje dvostruko oscilatoran tok, obrnutog smisla na obema hemisferama. Na srednjim geografskim širinama, naročito na širinama 50° do 65°, gde su faze ledenih doba ostavile svoje tragove, dolaze promene svih triju astronomskih elemenata do podjednakog izraza, pa je tu sekularni tok osunčavanja izvanredno komplikovan.

Došavši do ovih saznanja, Milankoviću je bilo jasno što starije teorije ledenih doba ni iz daleka nisu mogle da dođu do rešenja ovog problema. Njegova je zasluga da je ovaj problem u velikoj meri rešio. Milanković je, na kraju, uspostavio matematičku vezu između osunčavanja Zemlje i temperature njene površine.

Iako je dokazao i utvrdio sjajno poklapanje između rezultata geoloških i astronomskih istraživanja, Milanković je ukazao i na teškoće oko potpuno egzaktnog određivanja toka glacijacije. No njegovi rezultati predstavljaju jedan visok stepen prve aproksimacije, a ona je u naučnim istraživanjima uvek dragocena.

Svojim delom o osunčavanju naše Zemlje: „Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem" (Beograd, 1941), Milanković je sebi, još za života, podigao trajan spomenik.

Prof. Dr Stanimir Femi

SEĆANJA NA MILUTINA MILANKOVIĆA

Od najmlađih dana života zanima nas svet u kome živimo. U traženju istine biramo sebi, prema našim sklonostima i sposobnostima, lakši ili teži put sa željom da što bolje podesimo uslove za život. Tako je mene lično prvenstveno interesovalo vreme sa svim svojim bezbrojnim promenama i uticajima na život. Zašto se ono tako menja iako Sunce šalje Zemlji neprestano jednake količine energije, to je bilo pitanje koje sam sebi postavljao.

Do završetka studija matematike namerno nisam uzeo u ruke nijednu naučnu knjigu uobražavajući da ću moći na osnovu stečenog znanja uglavnom sam da tumačim razvoj vremena u vezi sa zakonima kretanja vazduha u atmosferi. Ubrzo razočaran, tražim literaturu koja bi me izvela iz tame neznanja i otvorila vrata u svet nauke. Tako sam, pregledavajući biblioteku Fizičkog instituta Filozofskog fakulteta Univerziteta u Ljubljani,

naišao, između ostalog, na knjigu: M. Milanković, „*Théorie mathématique des Phénoménes thermiques producites par la radiation solaire*", Paris, 1920. U knjizi naiđem na same jednačine, egzaktne funkcije koji opisuju brojne pojave vezane za dovođenje energije Zemlji iz Sunca i odvođenja toplote iz Zemlje u vasionu.

Bio sam impresioniran jednostavnošću i preciznošću kojima je Milanković dolazio do značajnih rezultata koji su do data bili nauci nepoznati, a koji su se odnosili na tumačenje energetskog bilansa atmosfere, raspodele sunčeve energije na pojedine geografske širine, temperature vazduha u atmosferi u funkciji prostora i vremena itd.

U ono doba tek je počela da se razvija, na temelijma fizičkih i matematičkih nauka, teorijska—dinamička meterologija i to prvenstveno po zasluzi V. Bjerknesa (norveška meteorološka škola) i M. Margulesa (Bečka meteorološka škola). 1917. godine pojavio se prvi udžbenik dinamičke meteorologije na nemačkom jeziku. To je bio odličan udžbenik koji je napisao F. M. Eksner (Exner), sin poznatog fizičara F. Eksnera (Eksnerov elektroskop) iz Beča i zajedno sa Milankovićevim jednačinama pružao je tada mladim istraživačima odličan i dovoljan osnov za proučavanje tajni fizike atmosfere.

Čitajući pomenuti Milankovićev rad vidimo kako jednostavno možemo doći do velikih rezultata, do novih saznanja ako nas vodi veliki duh. Od nas koji tražimo istinu, koji želimo da shvatimo suštinu poznatih zakona i koji nastojimo da i sami damo svoj doprinos kulturi čovečanstva, ne možemo očekivati velike rezultate ako se ne upoznamo sa stvaralačkim radom naših velikih predaka, sa putem kojim su oni prilikom svojih istraživanja išli. Pri tome treba da znamo da suštinu pojave, zakona, principa shvaćamo tek tada kada smo svesni činjenice da bi do tog saznanja i *sami*, sopstvenim razmišljanjem, mogli doći. U vezi sa tim se podsetimo da su kultura i civilizacija plod stvaralačkog rada naših predaka, da smo okruženi bezbrojnim tekovinama, počev od najranijih godina od kada čovek postoji na Zemlji. Zar ne treba da budemo svim tim našim bližnjim i daljnim precima zahvalni, a pogotovo onima koji su iza sebe ostavili blistav trag. Jedan od takvih je bio Milutin Milanković.

I naš veliki fizičar iz Koruške Jozef Stefan (Jožef Štefan) je u 23. godini svoga života, pun idealizma, napisao u jednom pismu: „Ako ne poštujemo naše prvake, ko će da mari za nas". U Vama, naša omladino, postoje ta plemenita osećanja i ostaćete mladi po duši tako dugo dok ćete poštovati taj princip.

Od onoga što je dao Milutin Milanković navešću ovde nekoliko podataka sa kojima sam se upoznao već prvih dana kada sam uzeo u ruke gore pomenutu knjigu.

Milanković je izveo između ostalog, jednačinu koja pokazuje koliko energije upućuje Sunce na ma koji kvadratni centimetar horizontalne Zemljine površine u ma kom trenutku vremena. Zbog rotacije i revolucije Zemlje sa osom rotacije koja je nagnuta prema ekliptičkoj ravni dovođenje sunčeve energije na pojedine geografske širine u toku godine se menja. Iz brojčanih vrednosti koje je Milanković izračunao proizlaze razni vrlo interesantni rezultati, od kojih neke želimo ovde pomenuti.

Za vreme prolećne i jesenje ravnodnevice (ekvinokcija) kada Sunce na ekvatoru stoji u zenitu, najviše Sunčeve energije dobija ekvator. Sa geografskom širinom se tada dovođenje toplote smanjuje i na polovima ono više ne postoji.

Upućivanje Sunčeve energije na Zemlju za vreme prolećne ravnodnevice nešto je veće nego za vreme jesenje. U prvom slučaju svakom kvadratnom santimetru horizontalne površine upućuje se, npr. na ekvatoru, prosečno u toku dana 0,320 a u drugom 0,317 malih kalorija u minutu. Ove razlike postoje zbog toga što je odstojanje Zemlje od Sunca za vreme prolećne ravnodnevice manje nego za vreme jesenje (Zemlja je u perihelu 1. januara, a u afelu 2. jula).

Za vreme letnje dugodnevice (solsticije) kada je severna polulopta najviše što je moguće okrenuta Suncu, kada je na severnoj polulopti najduži dan u godini i kada Sunce

stoji u zenitu na severnom povratniku ($\varphi = 23°27'$), prima Severni pol 0,385 malih kalorija po kvadratnom santimetru horizontalne površine u minutu. To je više nego što tada prima prosečno u toku dana ma koij drugi deo Zemlje i više nego što je ekvatoru u toku jednog dana upućeno!

Iz Milankovićeve jednačine proizlazi da Severni pol ne prima najviše toplote samo u vreme letnje dugodnevice, već celo vreme između 25. maja i 19. jula. Skoro dva meseca upućuje, dakle, Sunce najviše toplote Severnom polu! I pored toga su temperature tada tamo zbog topljenja snega i leda iznad smrznute podloge niske.

Interesantno je da se priliv Sunčeve energije u ovo doba, kad idemo do severnog pola prema ekvatoru, u početku smanjuje, a posle od 43° geografske širine, gde je postignut sekundarni minimum (0,355 *cal/cm² min*), povećava. Taj neravnomerni hod je posledica dva uticaja sa suprotnim dejstvima: idući prema ekvatoru iz oblasti gde Sunce u toku dana ne zalazi postaje noć sve duža a tokom dana Sunce stoji sve visočije na nebu.

Za vreme zimske dugodnevice Sunce upućuje najviše toplote južnom polu. Tada se Zemlja nalazi u blizini perihela i južni pol prima više toplote (0,412) nego u letnjoj solsticiji severni pol. Ovo je najveća vrednost od prosečnih dnevnih koju ikada beleži ma koja tačka na Zemlji.

Najveći priliv Sunčeve energije južnom polu traje od 25. novembra do 17. januara. Zbog bržeg okretanja Zemlje oko Sunca za vreme naše zime (2. Keplerov zakon). ovaj period je za dva dana kraći od analognog perioda maksimalnog upućivanja Sunčeve energije severnom polu.

Intenzitet Sunčevog zračenja za vreme južnog leta je na južnoj polulopti zbog veće blizine Sunca, veći nego što je na severnoj polulopti za vreme našeg leta. Sunce upućuje ukupno ipak od proletnje do jesenje ravnodnevice severnoj polulopti tačno toliko energije koliko je u preostalom delu godine upućuje južnoj polulopti. Iz jednakih uzroka je upućeno tokom cele godine severnoj polulopti jednako energije kao južnoj. Do izjednačenja dolazi zbog toga što je brzina obrtanja Zemlje oko Sunca veća kada je Zemlja bliže Suncu.

Naveli smo nekoliko podataka iz pomenutog Milankovićevog rada koji sami po sebi govore o njihovom značaju za razvoj nauke.

Sledeće pitanje koje je sebi Milanković postavio odnosilo se na temperaturu atmosfere kao funkciju dovedene Sunčeve energije. Na takvo pitanje nije jednostavno odgovoriti, pošto na nju utiču razne pojave, kao što su dinamičko zagrevanje ili hlađenje, toplotna provodljivost, sastav vazduha i drugo. Sada je mudrost zadatak pojednostaviti, zanemariti manje značajno od značajnog i tako tek pristupiti teorijskom rešavanju problema. To je jedan od osnovnih metoda koji se primenjuje u teorijskoj fizici, a koji je i Milankovića doveo do željenog rezultata. Pod pretpostavkom da postoji ravnoteža zračenja (da na ma kom mestu vazduh u atmosferi u vidu zračenja toliko energije prima koliko jednovremeno daje), a da atmosfera apsorbuje samo dugotalasno (tamno) zračenje, Milanković je došao do rezultata koji se u suštini odlično slažu sa posmatranjem. Milanković je pokazao put kojim treba ići i kojim se kasnije došlo do boljih rezultata, kada se više znalo o raznim karakteristikama vazduha vezanih za pojave zračenja.

Milanković je ušao u istoriju nauke kao ličnost svetskog glasa. Njegova teorija je npr. iscrpno prikazana u Vegenerovoj (K. i A. Wegener) „*Fizici atmosfere*" (1935), u udžbenicima geofizike i prikazima razvoja matematičko-fizičkih nauka. Srpski narod se ponosi svojim velikim sinom i mora da je svestan da se u narodu kriju veliki talenti kojima treba omogućiti što bolji i što brži razvoj! Talenti se rađaju, a ne stvaraju se kroz škole.

Sa naše strane radovi M. Milankovića nisu ni približno dovoljno proučeni. Naša je dužnost da to učinimo što pre kako bi tačno znali kojim sve idejama je ovim velikim umom obogaćeno čovečanstvo.

Prof. Dr *M. Čadež*

МИЛАНКОВИЋЕВИ ПОГЛЕДИ НА АЈНШТАЈНОВО СХВАТАЊЕ БРЗИНЕ СВЕТЛОСТИ

Милутин Миланковић је у свету познат и признат научник, чијим су именом названи један кратер на невидљивој страни Месеца и један кратер на Марсу, први Србин доктор техничких наука (1), Ајнштајнов вршњак и први предавач теорије релативности на Београдском универзитету (2). Објавио је два рада у којима покушава да да објашњење негативног резултата Мајкелсон-Морлијевог огледа у оквирима класичне механике, сматрајући да релативистичко тумачење може „без сукоба са искуством" (3. стр. 2) бити замењено и скупом другачијих претпоставки.

У раду из 1912. (4), Миланковић покушава да напуштајући Максвелову електродинамику да објашњење резултата огледа. Он усваја претпоставку о покретном етру тако да се на брзину светлости суперпонира брзина покретног извора. При рефлексији светлости на огледалу које се налази у саставу Мајкелсоновог интерферометра, он посматра оптичку слику као покретни светлосни извор. На тај начин математички добија резултат који је у складу са негативним разултатом експеримента одбацујући константност брзине светлости у релативистичком смислу али по цену напуштања електромагнетне теорије светлости и враћања на емисиону.

Овакво објашњење резултата Мајкелсон-Морлијевог огледа заступали су Толман, Томпсон, Стјуарт и Риц још пре Миланковића. На неке од њих, пажњу му је скренуо и Варићак још у току штампања његовог рада (види примедбу на стр. 70. у 4).

Такав поглед је одбачен на основу астрономских посматрања двојних звезда. Када се звезда креће ка Земљи брзином v, њена светлост би се у односу на Земљу кретала брзином $c \times v$ и стизала раније од светлости звезде која се удаљава од Земље. Услед тога, кретање двојних звезда чинило би се пертурбованим и противречним Кеплеровим законима.

У свом раду из 1924 (3) Миланковић, развијајући једну идеју Анрија Поенкареа, (5) претпоставља да је брзина ширења светлости коју емитује покретан извор дата изразом

$$c = c_0 + u\,(v, \varphi) \qquad (10)$$

где је v брзина покретног извора светлости, φ угао између светлосног зрака и вектора брзине а $u\,(v, \varphi)$ функција која задовољава услов $u\,(o, \varphi) = 0$. Миланковић поставља питање: које функције $u\,(v, \varphi)$ могу бити у складу са резултатом Мајкелсон-Морлијевог експеримента и истовремено не противречити астрономским посматрањима. Он жели да систематизује све дотадашње антирелативистичке покушаје, који би били само партикуларна решења његовог општег решења.

Миланковић усваја неколико априорних претпоставки на којима затим разрађује своје тумачење Мајкелсон-Морлијевог огледа. На овим претпоставкама почива његова концепција природе светлости. То су:

1) Претпоставка о апсолутно непокретном светлосном извору као извору који мирује у односу на етар. Међутим, он a priori не предпоставља да ли је етар непокретан, из чега произилази напуштање концепције о универзалности принципа релативности или се креће са извором што је неспојиво са законима електромагнетизма.
2) Као неминовне претпоставке о природи светлости он прихвата њену просторну и временску периодичност, одакле се изводи праволинијско простирање и закони рефлексије и интерференције.
3) Брзина којом се из апсолутно мирујућег извора светлост шири по безваздушном негравитационом простору је константа (c_0).

4) Миланковић уводи као „неминовну" и претпоставку да се светлосне осцилације простиру тако, да светлосни извор налази у свакој тачци простора кроз који пролази, баш ону осцилацију коју у том моменту ствара. Ову претпоставку он назива услов синхронизације.

Миланковић добија да у оквиру овакве концепције природе светлости, постоји бесконачно много решења која су у сагласности са резултатима Мајкелсон-Морлијевог огледа. Такође, формулише критеријуме помоћу којих се могу изабрати решења која нису противречна астрономским посматрањима и даје једно такво могуће решење.

Он усваја концепцију непокретног етра, не усвајајући универзалност принципа релативности и претпоставља да светлосни извор емитује примарно зрачење по закону $\frac{1}{x}\sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t-\frac{x}{c_0}\right)$ које се шири сферним таласима брзином c_0 и секундарно зрачење $\frac{2\pi}{\lambda}\frac{v^3}{c_0^2}\cos\frac{2\pi}{\tau}(t-x/c_0)$ које се истом брзином c_0 шири равним таласима дуж праве кретања извора, Оба зрачења се суперпонирају тако да истовремено задовољавају и Мајкелсон-Морлијев оглед и астрономска посматрања.

Најпростије решење $u\,(v, \varphi) = 0$ спојено са напуштањем основних концепција класичне механике, Миланковић одбацује компликујући теорију увођењем секундарног зрачења које би ускладило теорију са постојећим чињеницама, као што су некада астрономи увођењем додатних кружних кретања покушавали да ускладе геоцентричну слику света са посматрачким подацима, заобилазећи најпростије решење које је из основа мењало постојећу концепцију света.

У оваквом Миланковићевом начину описивања Мајкелсоновог експеримента, вероватно се види утицај Поенкареа, од чије идеје у другом раду (3) и полази, великог поборника идеје о постојању низа еквивалентних описивања једног истог експеримента. Поенкаре сматра: „Сређивање чињеница добијених експериментом није једнозначно него се може извршити по договору, конвенционално. С друге стране, експеримент који се разматра као јединствени извор новог знања пошто потстакне настанак теорије, касније је не контролише; нови експеримент није критеријум истинитости створене теорије, пошто увођење одговарајућих хипотеза уклања противречност између теорије и новог експеримента, очувавајући полазну основу. А резерва хипотеза је неисцрпна" (6). Миланковлћ вероватно у то доба схвата Ајнштајнову теорију релативности као једну од могућих еквивалентних теорија, „која има неоспорне успехе на пољу њене практичне верификације" (3. стр. 1) али није и једино могући скуп претпоставки.

Два рада која су анализирана остала су ван главног тока Миланковићевог стваралаштва и само показују са каквим су интересом појединци код нас тада пратили најсавременије научне токове и учествовали у дилемама тадашње светске научне јавности.

Dr Милан С. Димитријевић

ЛИТЕРАТУРА

1) *Др Андрија Стојковић, Развитак филозофије у Срба* 1804—1944, *Слово Љубве* 1972, *стр.* 247.
2) *Сто година филозофског факултета у Београду, Београд*, 1965, *стр*, 511.
3) *М. Миланковић, О другом поступалату специјалне теорије релативитета, Глас Српске краљевске академије* CXI (1924) 1.
4) *Dr M. Milanković, O teoriji Michelsonovog eksperimenta Rad JAZU* 190 (1912) 65.
5) *H. Poincare, La valeur de la science, Paris*, 1908, *str.* 202.
6) *H. Poincare, La science et l'Hypothese, Flammarion, Paris*, 1902.

ДОПРИНОС НАШИХ НАУЧНИКА РАЗВОЈУ МИЛАНКОВИЋЕВЕ ТЕОРИЈЕ

У Миланковићевом делу о леденим добима наше Земље је утврђена чињеница да су рачуни за прошлост могли бити проверени и да су добили пуну потврду у резултатима геолога и климатолога. То је дало подстрек Миланковићу да постави питање: каква ће, на основу овакве математичке теорије, бити клима наше Земље у будућности? Осећајући важност овог питања, а са циљем да се дође до неке слике о клими наше Земље, Мишковић је извео рачуне о променама астрономских елемената за будућих 100 000 година (О секуларним неједначинама астрономских елемената Земљине путање, Глас Српске краљевске академије, CLXXX*III*, 1938). Требало је одредити промене топлотних количина за овај временски интервал. Но у рачунима се сада јавља један нови моменат. Наиме, за овај нови интервал било је потребно математички описати осунчавање поларних зона, које није долазило у обзир у рачунима за прошлост. У поларним зонама не постоји увек измена дана и ноћи, већ постоје интервали „дугих дана", када Сунце уопште не залази под хоризонт. Миланковић је својом математичком апаратуром могао испитати само оне зоне у којима се мењају дани и ноћи. Редови у које је он развијао своје функције, за вредности географских ширина поларних зона, врло су споро конвергирали, па нису били употребљиви. Стога је он тај посао поверио Фемплу.

Станимир Фемпл бавио се теоријом елиптичких интеграла, чија примена би користила Миланковићевој проблематици. Фемпл је нашао методу помоћу које би се омогућило израчунавање осунчавања поларних зона (О инсолацији поларних зона. Глас Српске академије наука, CCXXV*III*, књ. 13, 1957).

За одређивање осунчавања у будућности требало је још одредити величине и промене ексцентрицитета Земљине путање за сваких 5000 година, јер је Мишковић рачунао само за сваких 10 000 година. На основу свега тога, Фемпл је у своме раду

Variations seculaires d'insolation de la Terre au cours des cent millenaires futurs". (*Notes et Travaux de la Section d'Astronomie de l'Institut mathematique, Vol. II*, 1958)

дао таблице које дају податке о количини топлоте коју прима сваки десети степен географске ширине, а за сваких 5000 година, почевши од 1800. године, за будућих 100 хиљада година, како за летњу, тако за зимску полугодину.

Из таблица се види да ће количине топлоте на северној хемисфери стално расти до 40 хиљадите године, када ће настати један топлотни оптимум и када ће, на пример, београдски упоредник примати ону количину топлоте, коју данас прима јужна Италија. После ће се топлотне количине смањивати, а око 55 хиљадите године ће настати један топлотни минимум (кога је предвидео и геолог Гамов), но који ипак неће довести до глацијације. Београдски упоредник примаће тада само 1230 грам калорија мање него што прима данас. После ће топлотне количине опет расти.

Тешко је нешто рећи о јужној хемисфери, иако се показује да ће у 10 и 90 хиљадитој години настати мањак од 5000 грам калорија, јер је ова хемисфера великим делом прекривена океанима, а та чињеница може осетно да утиче на ток температурских промена.

Користећи Миланковићеву методу, руски астрономи Шафар и Будникова (Вековые изменения елементов орбити Земли и астрономическая теория колебаний климата. Труди института теоритической астрономий. V. XIV, Ленинград 1969) израдили су таблице осунчавања за 65° географ. ширине, и то за 3 милиона година уназад и за 1 милион година унапред, почев од 1950. године. Рачуни су извршени помоћу електронског рачунара. Њихови разултати за 650 хиљада година уназад и 100 хиљада година унапред, у доброј су сагласности са резултатима Миланковића и Фемпла.

М. Јеличић

MILANKOVIĆ KAO ISTORIČAR I POPULARIZATOR NAUKE

Godina 1979. je bila jubilarna godina kojom je obeležena stogodišnjica rođenja našeg znamenitog naučnika Milutina Milankovića (1879—1958). Bila je to prilika da se iznova preispitaju i istaknu njegovi značajni doprinosi astronomiji, mehanici, matematici, geofizici i to posebno klimatologiji, kao i nizu drugih oblasti nauka. Time, međutim, njegov zamašan i bogat opus nije iscrpen. Ostalo je jedno područje Milankovićevog rada, kome je on tokom čitavog života posvećivao predanu ljubav i svoje dragoceno vreme, a to je istorija prirodnih nauka i tehnike, kao i njihova popularizacija. Već je Tatomir Anđelić u pogovoru Milankovićevoj knjizi *„Tehnika u toku davnih vekova"* (Nolit, Beograd, 1955) s pravom istakao da je Milanković „i naš plodan pisac popularne naučne literature", pisac „divne astronomije za svakoga" koja sadrži astronomiju izloženu u njenom istorijskom razvitku. Anđelić dodaje kako je Milanković pisac dragocenih popularnih dela, koji „sa uspehom piše ovakve knjige, jer je bio praktičan inženjer, pa postao matematičar, astronom i geofizičar, i time u sebi sjedinio široke oblasti nauka. On se interesovao, i izvanredno je upoznao, istoriju nauka" (ib. str. 137).

Milankovićev interes za istoriju egzaktnih i prirodnih nauka pojavio se u vreme njegovog boravka u Beču, i to krajem 1904. godine, kada je već uveliko pripremao svoju doktorsku disertaciju na Visokoj tehničkoj školi. Spremajući se za doktorski ispit, uvideo je, kako sam ističe u svojim *„Uspomenama, doživljajima i saznanjima"* (SANU, Beograd, 1979., sveska I, str. 5), „da se svaka nauka može samo onda u potpunosti shvatiti kada se upozna njen postanak i postepeni razvitak". U prvoj knjizi „Uspomena" on podrobnije opisuje ove godine svoga života u Beču, kao i trenutke kada je spoznao da je shvatanje nauke kao organske celine jedino moguće upoznavanjem njenog celovitog razvitka, njenih ishodišta i pređenih puteva. Tada je upravo pročitao, sa neskrivenim oduševljenjem, dva dela koja će pamtiti čitavog života, i kojima će se stalno vraćati kao vrelu inspiracije: Mahovu *„Mehaniku u njenom razvoju"* i Kantorova *„Predavanja o istoriji matematike"* (u tri sveske). Začela se u njemu misao da je istorija nauka najveličanstveniji deo cele istorije čovečanstva (Uspomene, I, 248—249), a uz nju i ljubav koja se neće prekinuti do kraja života, ljubav prema toj istoj istoriji. „Zato sam se, kad pročitah ona dva dela, bavio u toku svoga života istorijom astronomije, istorijom prirodnih nauka i istorijom tehnike. I danas su te istorije predmet moga interesa" — zapisaće Milanković u „Uspomenama" (knjiga I, str. 249). Sa nesmanjenim žarom i upornošću Milanković se prihvata i drugih knjiga iz ove oblasti. Među njima je, pre svega, Ostvaldova edicija klasika egzaktnih nauka u nemačkom prevodu (*Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften*), kod izdavača W. Engelmana iz Lajpciga, u kojoj je u to vreme bilo objavljeno već sto trideset svezaka najvrednijih dela iz područja prirodnih nauka i tehnike.

Na red su došla i najtemeljnija dela koja je Milanković mogao naći u to vreme, i kojima će se vraćati celoga života. To su, naprimer, Helerova *„Istorija fizike"* (u dva toma), Ginterova *„Istorija anorganskih prirodnih nauka u 19. veku"*, Humboltov *„Kosmos"* (u pet svezaka), Aragova *„Popularna astronomija"* (u četiri sveske), Hopeova *„Matematika i astronomija Antike"*, Hajbergova *„Istorija matematike i prirodnih nauka u Starom veku"*, Libkeova *„Istorija arhitekture od najstarijih vremena do danas"*, Merkelova *„Istorija tehnike Staroga veka"*, Darmštedterov *„Priručnik za istoriju prirodnih nauka i tehnike"*, Darmštedterova i Bua-Rajmondova knjiga *„4000 godina pionirskog rada u egzaktnim naukama"*, Ginterova *„Istorija matematike i prirodnih nauka u Starom veku"*, Duhemov *„Sistem sveta, istorija kosmoloških doktrina"* (u pet tomova), Danemanove *„Prirodne nauke u njihovom razviću i uzajamnim vezama"* (u četiri sveske), Feldhausova *„Tehnika Starog i Srednjeg veka"*, Pešlova *„Istorija nauke o Zemlji"*, Spamerovo delo o istoriji pronalazaka (u devet tomova), Volfova *„Istorija astronomije"*, itd. Pomenuli smo ovde samo neke naslove iz

početne lektire Milankovićeve iz oblasti istorije nauke, ali je on čitao i izučavao i izvorne spise brojnih naučnika od antike do svojih savremenika, filosofa, književnika i istoričara koji su mu još više pomogli da upozna doba rađanja i uspona nauke i tehnike. Milanković je bio i ostao vrstan kolekcionar knjiga iz pomenute oblasti. Još dok je boravio u Beču počeo je prikupljati sistematski knjige iz istorije nauke i tehnike, a kada je došao u Beograd za profesora univerziteta 1909. godine pobrinuo se da i biblioteka seminara za matematiku „pruži jasan pregled istorijskog razvića tih nauka" (Uspomene, III, str. 7), kao i biblioteka Astronomske opservatorije.

Okrećući se ka istoriji prirodnih nauka Milanković se iznenadio koliko je malo i nedovoljno na tom polju urađeno. „Dok bi dela svetske istorije — zapisao je u svojoj knjizi *„Tehnika u toku davnih vekova"* — napunila veliku biblioteku, najvažnija dela istorije matematike, astronomije i fizike mogu se smestiti u ma kojoj ličnoj biblioteci". Istorija nauke se razlikuje od svetske istorije, prema Milankoviću, time što su u njoj, mesto naslednih vladara, glavnu ulogu igrali oni ljudi koji su snagom svog duha došli na vladalački položaj. „Vredelo je upoznati se izbliže sa njima!" — ističe on. „Zato se moja lična biblioteka iz godine u godinu obogaćivala delima iz istorije egzaktnih nauka i njihovih primena" (Uvod u *„Dvadeset i dva veka hemije"*). Na drugom mestu Milanković piše kako su se o životu velikih državnika i vojskovođa sačuvale još iz antičkog doba sve pojedinosti, a o Euklidovoj ličnosti, čije delo je bilo više od dve hiljade godina Evanđelje geometrijskih nauka, ne zna se ama baš ništa (Uspomene, I, str. XVIII). I u predgovoru knjizi *„Tehnika u toku davnih vekova"*, Milanković se žali kako se malo vodilo računa u nastavi istorije o napretku nauka, umetnosti i tehnike, u korist, na primer, političke istorije: „A Gutenbergov pronalazak štampe značio je u tom razviću više nego svi oni Hajnrici, Konradi, Otoni, Eduardi i Lujevi i sve njihove bitke". Istovremeno tu misao nalazimo i u njegovim *„Uspomenama"*, sveska III, na strani 7. U jednom drugom predgovoru, u svojoj knjizi *„Osnivači prirodnih nauka"*, Milanković je zapisao i sledeće: „Radeći preko četiri decenije u nauci, sve jasnije sam uviđao da se ona može potpuno shvatiti i oceniti tek kad se upozna i njen istorijski razvitak. Zato sam i njemu posvetio svoju pažnju i video da su glavne etape tog razvitka obeležene nekolicinom genijalnih ljudi koji se mogu smatrati glavnim tvorcima nauke. Sa njima sam se naročito bavio, proučavao njihov život i njihova dela, udubljivao se u njihove misli i uživljavao se u njihovo doba i sredinu u kojoj su živeli. Njih sam u toku godina upoznao u tolikoj meri, da sam ih, tako reći, video žive pred sobom".

Ovim svojim epistemološko-metodološkim stavovima, koji imaju programski karakter, Milanković će dodati još jedan heuristički princip. Pozivajući se na dobar primer već pominjanje knjige Fridriha Danemana *„Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und in ihrem Zausammenhagen"* koja prikazuje prirodne nauke u njihovim svekolikim vezama i prožimanjima, obuhvatajući pojedinačno sve nauke toga kompleksa, Milanković naglašava da takav jedan pregled mora obuhvatiti i istoriju tehnike (što Daneman ne čini), „jer ona uslovljava i napredak nauke. Bez teleskopa ne bi bilo današnje astronomije, a bez mikroskopa današnje fiziologije." (*Tehnika u toku davnih vekova*, str. 6).

Temeljno pripremljen i sa već izgrađenim shvatanjima o prirodi i funkciji istorije nauke kao discipline i o nužnosti širenja znanja o nauci i njenim tvorcima, Milanković je počeo da piše u leto 1925, u Austriji (gde je obično provodio letnje praznike), svoje delo *„Kroz vasionu i vekove"*. Objavljivao ga je prvo u Letopisu Matice srpske, tokom 1926—1928. u nastavcima, a 1938. pojavila se i kao knjiga. Sa podnaslovom „Jedna astronomija za svakoga", uz spoj znanja i uobrazilje i autobiografskih elemenata, u epistolarnoj formi, nastala je knjiga o razvoju astronomije, živo i zanimljivo pisana, lakim stilom i uz obilje informacija o istoriji astronomije i najtežim astronomskim problemima. Na srpskom jeziku je doživela pet izdanja, a najnovije je objavljeno upravo u Milankovićevoj jubilarnoj godini — 1979.

Ova knjiga je doživela i dva izdanja na nemačkom jeziku (1936. i 1939), oba po pet hiljada primeraka, uz brojne recenzije i lep prijem kako u naučnim krugovima tako i kod široke čitalačke publike. Većinu od ovih recenzija prikupio je sam Milanković (preko 100 jedinica) i one se nalaze u njegovoj ličnoj arhivi koju je zaveštao Srpskoj akademiji nauka.

Ohrabren uspehom ove knjige (kojoj je prethodio rad na rukopisu *„Naš planetarni sistem"*, namenjen Srpskoj književnoj zadruzi, tokom 1923—1924. godine, ali koji ostaje nezavršen, sa svojih dvadeset i sedam poglavlja), Milanković će produžiti rad na istoriji i popularizaciji nauke. Na to će ga podstaći i jedan nemio događaj — nemačka okupacija zemlje i prekid svakog redovnog rada na univerzitetu i u naučnim ustanovama. U razrušenom Beogradu 1941. godine nije bilo uslova za naučnu delatnost. Nemci su, čak, poslednjeg dana boravka u njemu spalili i bogatu biblioteku Matematičkog seminara Univerziteta, koja je Milankovića i druge snabdevala svom potrebnom literaturom. Milanković započinje da piše obimno delo *„Kroz carstvo nauka"*, i to na nemačkom jeziku (jer je želeo da se, poučen iskutsvom prethodne knjige, i šira javnost upozna sa njime), da bi ga, okončanog, preveo na srpski 1944—1946. godine. Rukopis je imao 550 stranica velikog formata, ali još ni do danas nije objavljen kao celina, nego samo u pojedinim delovima i u obliku kraćih knjiga. Godine 1950. izaći će pod tim naslovom knjiga u kojoj je izvorni rukopis dat u znatno smanjenom obimu (kod izdavača „Naučna knjiga", u Beogradu, kao osma knjiga edicije „Nikola Tesla", sa ukupno 286 stranica teksta). U svojim „Uspomenama" Milanković navodi da je na pisanje dela *„Kroz carstvo nauka"* utrošio tačno 998 radnih dana. Navešćemo redom knjige u kojima je pretočena građa iz ovoga rukopisa, prema godinama njihovog objavljivanja: *„Isak Njutn i Njutnova Principija"* (Beograd, 1946,. u saradnji sa Slavkom Bokšanom) — delo sadrži odeljak Milankovićevog spisa o Isaku Njutnu; *„Osnivači prirodnih nauka"* (Beograd, 1947.) — sa odeljcima o Pitagori, Demokritu, Aristotelu i Arhimedu; *„Kroz carstvo nauka"* (Beograd, 1950.) — sa poglavljima iz prethodne knjige i delovima o Aristarhosu sa Samosa, prepisivačkoj školi iz Toleda na čelu sa Gerardom iz Kremone, Otu Gerikeu, Njutnu, Kiviju, Faradeju i Čarlsu Darvinu; *„Dvadeset dva veka hemije"* (Kragujevac, 1953.) — sa poglavljima o Demokritu, Lavoazijeu i Lavoazijeovim savremenicima. Spisak literature koja je korišćena prilikom pisanja spisa *„Kroz carstvo nauka"* ostavio je Milanković u svojim *„Uspomenama"*, sveska treća, str. 191—192.

Ono što je zajedničko svim ovim knjigama Milankovića jeste plemeniti napor da u njima primeni sva svoja stečena znanja iz istorije prirodnih i egzaktnih nauka, da kroz slike iz života velikih naučnika slikovito i jasnim jezikom prikaže i najsloženije probleme nauka, vreme u kome se oni rađaju i njihovu primenu u oblasti tehnike, da na izvoran način spoji istoriju nauke i njenu popularizaciju. U formi imaginarnih putovanja kroz vreme i zamišljenih neposrednih susreta i razgovora sa protagonistima prirodnih nauka i tehničkog razvoja, Milanković uspeva da probudi čitaočevu radoznalost i da je istinski veže za predmet o kome raspravlja. Takav način obrade iziskivao je iscrpne istorijske i biografske studije, mnoštvo obaveštenja o glavnim i sporednim vidovima radnje. Da bi uspešno prikazao nastanak astronomije, on je godinama prikupljao sve o astronomiji Staroga veka, Haldejcima, Vaviloncima, aleksandrijskom Muzejonu, itd. Ličnosti koje će obrađivati birao je tako da bi njema obeležio glavna razdoblja razvoja prirodnih nauka. Uživljavao se u njihova vremena, izmišljao dramske scene i događaje kako bi oživeo njihovo doba, domove u kojima su živeli, laboratorije gde su radili, običaje koje su negovali, učenje, način života, nošnju, pa čak i humor koji im je bio svojstven. Milanković je, tako, boravio u Atini 1934. godine, iskoristivši priliku da se popne na Akropolj, gde je — kako sam kaže — „doživeo jedan od najjačih utisaka svoga života". Zato mu i nije bilo teško, kako saopštava, da se uživi u onaj trenutak kada se mladi Aristotel našao pred Partenonom i Erehtejonom.

„Imao sam samo da opišem svoje utiske pred ona dva hrama, pa da vidim Aristotela živa pred sobom" (Kroz carstvo nauka, str. 8). Da bi što vernije dočarao Demokritovo vreme i Abderu u kojoj je ovaj tvorac materijalističkog učenja o atomima i uzročnosti živeo, Milanković je, na primer, proučio Vilandovu *„Istoriju Abderićana"*. U njoj je našao opis susreta Demokrita i Hipokrata, ali ne i podatke o tome šta su ova dvojica vodećih prirodoslovaca svoga vremena i razgovarali. Milanković je smatrao da je sastanak Demokrita i Hipokrata u Abderi „neopisano zanimljiv događaj", žaleći uvek što ga Viland nije podrobnije prikazao „svojim majstorskim perom". Zato je, naposletku, sam preuzeo da vaspostavi razgovor tih dvaju prirodnjaka, „koristeći se istorijskim podacima o njihovim ličnostima i pogledima" (Osnivači prirodnih nauka, str. 63).

U međuvremenu je Milanković objavio još nekoliko dragocenih priloga istoriji i popularizaciji prirodnih nauka. Među njima je, pre svega, knjiga *„Mika Alas, beleške o životu velikog matematičara Mihaila Petrovića"*) Kosmos, Beograd, 1946), u koautorstvu sa Jelenkom Mihailovićem. „Da nisam nedavno objavio svoje uspomene o Mihailu Petroviću" — piše Milanković u svojim *„Uspomenama"*, sveska prva, str. XVIII — „ne bi se već kroz koju godinu dana znalo ko je i kakav je čovek bio taj naš veliki naučnik." Kratko pamćenje je velika kazna, a za istoriju kulture malih naroda prava počast. Milanković je bio svestan toga, pa je neumorno beležio građu ne samo za opštu istoriju prirodnih nauka nego i za buduću istoriju svojih savremenika-sunarodnika i nacionalnih institucija naučnog rada. U tom pogledu su i njegove *„Uspomene, doživljaji i saznanja"*, autobiografska proza u tri toma, koja obuhvata razdoblje od 1879. do pedesetih godina našega veka (tačnije do 1954), značajan prilog ne samo istoriji nauka kojima se lično bavio, nego i našem poznavanju njegovih savremenika, čiji je lik i ličnost želeo da sačuva potomstvu. Prva knjiga ovih Milankovićevih memoara na kojima je počeo da radi juna 1948. objavljena je tek 1979. godine, druga 1952. a treća 1957. godine — sve u izdanju Srpske akademije nauka. Godine 1948. pojavila se i Milankovićeva *„Istorija astronomske nauke"* (prevedena 1951. na slovenački, a drugo srpsko izdanje 1954), koja obuhvata razdoblje od njenih prvih početaka do 1727. godine, godine Njutnove smrti. Bio je to popularno pisan univerzitetski udžbenik, ali su ga mogli koristiti i široki slojevi čitalaca koji su želeli proširiti svoja znanja o astronomiji i njenim tekovinama. Tokom 1955. godine objavljena su još dva dragocena Milankovićeva priloga popularizaciji nauke i istoriji nauke i tehnike. To su *„Nauka i tehnika tokom vekova"* i *„Tehnika u toku davnih vekova"*. Prva knjiga prikazuje razvoj prirodnih nauka i tehnike od prvobitnih ljudskih društava do 1500. godine, ali i razvoj astronomije od Vavilonaca, Haldejaca i Asiraca do modernih vremena kada se začinje trijumf tehnike, do Gutenbergovog pronalaska štampe i velikih geografskih otkrića. Druga knjiga je osvrt na razvoj matematike, astronomije, fizike i hemije i njihovu primenu u tehnici (počinje aleksandrijskom školom, Srednjim vekom, Galilejom, Keplerom i Njutnom, pa preko Francuske revolucije u naučnika toga doba, stiže do matematike i astronomije 19. veka). Pomenimo još i Milankovićev rad o Aristarhosu i Apoloniju, tj. o heliocentričnim i geocentričnim sistemima antike, objavljen na nemačkom jeziku u časopisu „Publications mathématique" Matematičkog instituta SANU, 1956. godine. Ali ni ovim nećemo u celini prikazati Milankovićev dugogodišnjim plodan i dragocen rad u oblasti istorije i popularizacije prirodnih nauka i tehnike.

Ostaju, u njegovoj zaostavštini započeti ili nedovršeni rukopisi o razvoju matematičkih nauka na beogradskom univerzitetu i značaju Mihaila Petrovića u tome razvoju, o opštoj teoriji toplotnih pojava u Sunčevom sistemu (popularno koncipiran), već pominjani spis *„Naš planetski sistem"* i niz kraćih zapisa i fragmenata namenjenih budućim rukopisima.

Istorija nauke i njena popularizacija su u našoj sredini, i pored tradicije koju imamo (stvorene radovima Josifa Pančića, Cvijića, Đaje, Mihaila Petrovića, A. Bilimovića, V.

Miškovića i drugih), još uvek nedovoljno prisutni poslovi kulture, škrto prihvaćene obaveze retkih pojedinaca od pera i nauke. Na primeru Milutina Milankovića mogu se sagledati pravi razlozi zašto bi se ljudi od nauke morali opredeliti za negovanje ove tekovine modernog obrazovanja i civilizovanosti, bez koje nema istinskog razumevanja ni nauke niti pak njenog prihvatanja u društvu. Ma kakve bile naknade ocene Milankovićevog domašaja, njegovog nastojanja da spoji istoriju i popularizaciju nauke, verujemo da mu se ne može osporiti pionirska uloga na ovim poslovima u našoj sredini, poslovima koji su urodili plodom i koje, bez sumnje, treba produžiti.

Milica Mužijević

НАУЧНИ СКУП ПОСВЕЋЕН СТОГОДИШЊИЦИ РОЂЕЊА М. МИЛАНКОВИЋА

У Београду, Осијеку и Даљу у периоду од 10—12. октобра 1979. године одржан је међународни научни скуп поводом стоте годишњице рођења Проф. Др Милутина Миланковића под насловом „Живот и дело Милутина Миланковића". Скуп је организовала Српска академија наука и уметности (САНУ) чији је дугогодишњи члан био покојни Миланковић. Председник Организационог одбора био је академик Павле Савић, а потпредседник академик Татомир Анђелић.

Програмом је било предвиђено да скуп има три дела: свечани део, одржан 10. октобра пре подне; научни део, одржан 10. октобра по подне и 11. октобра и свечану академију у Осијеку са посетом родној кући Милутина Миланковића у Даљу 12. октобра. Прва два дела начуног скупа одржана су у Београду у згради САНУ.

Скуп је отворио председник Организационог одбора и председник САНУ академик Павле Савић. После поздравних говора уследила су и прва три саопштења. Сва три су се односила на живот и рад Милутина Миланковића. Референти су били Т. Анђелић, Б. Поповић и Б. Макјанић.

Научни део скупа био је тако замишљен да су референти били из области у којима је Миланковић стварао, а то су: небеска механика, теорија померања Земљиних полова, осунчавање и климатологија Земље, теорија ледених доба и историја астрономских и математичких наука. 10. октобра присутни су имали пролике да чују неколико реферата наших научника, између осталог и занимљиво саопштење Ђ. Лазаревића о вероватном пореклу земљотреса, реферате истакнутих математичара Е. Стипанића и К. Орлова из којих смо сазнали да се М. Миланковић може сматрати и оснивачем једне математичке дисциплине — геометријске теорије редова, као и реферат Ж. Ћулума о значају Миланковићевих резултата у проучавању осунчавања Земље, за данас веома актуелан, проблем примене Сунчеве енергије.

Другог дана учесници скупа имали су задовољство да присуствују занимљивом излагању Ц. Имбриа из САД под насловом „Савремени поглед на Миланковићеву теорију ледених доба". На ово излагање надовезало се следеће А. Бержеа из Белгије „О Миланковићевој теорији климатских промена са прилазом преко месечног осунчавања". З. Копал из В. Британије нас је обавестио о најновијим гледиштима по питању развоја и стабилности Сунчевог система. Излагањем К. Драмбе из Румуније завршен је преподневни програм скупа за 11. октобар и потом су се учесници скупа одвезли до куће у којој је становао покојни Миланковић у улици Љубе Стојановића. Ту је уз малу свечаност уз присуство живих чланова његове породице откривена спомен-плоча. На овом месту ваља истаћи да је донета одлука да се у близини Миланковићевог дома на пригодном месту постави научникова биста.

Напослетку у поподневном делу програма за 11. октобар имали смо прилике да чујемо неколико реферата из области живота и рада М. Миланковића и историје астрономских наука. Такође је поднео реферат о филозофским аспектима Миланковићевог дела А. Стојковић. За многе је занимљив и изненађујући податак био да се М. Миланковић извесно време налазио на положају директора Астрономске опсерваторије у Београду што смо могли сазнати из реферата М. Протића и В. Протић-Бенишек. Потом је В. Трбуховић показао како Миланковићева истраживања имају значај и за једну наизглед тако далеку област од математичких наука, као што је археологија. Научни део скупа је завршен читањем реферата В. Јевђевића из САД, који је био спречен да лично присуствује скупу, о моделирању леденог доба плеистоцена помоћу Миланковићеве теорије.

Последњег дана скупа, 12. октобра учесници су присуствовали свечаној академији у Осијеку која је одржана у преподневним часовима у просторијама Педагошког факултета. На њој су прочитана четири саопштења са научног скупа. Последња тачка програма скупа била је посета научниковој родној кући у Даљу, недалеко од Осијека.

Мр Слободан Ninković

НОВЕ КЊИГЕ

Milutin Milanković: *„Uspomene doživljaji i saznanja, detinjstvo i mladost"* (1879—1909) Beograd SANU (Odeljenje prirodno-matematičkih nauka, knjiga 50) 1979, strana 383 + XIII

Knjiga predstavlja I tom Uspomena doživljaja i saznanja. Iako je ovaj Milankovićev rad bio primljen od Odeljenja prirodno-matematičkih nauka SAN još 1950. godine, sticajem okolnosti izlazi sa velikim zakašnjenjem tek sada. Zbog „naučne sadržine" pre I toma izašao je II tom (1909—1944), 1952. godine, a zatim i III tom, koji se odnosi na njegov život posle 1944. godine, 1957. godine.

Knjiga je obimnija od predhodne dve, iako ne govori o njegovim glavnim naučnim radovima. Sadrži 56 poglavlja. Njen sadržaj sam Milanković ograničeva u predgvoru II toma na sledeći način:

„Moj dosadašnji život može se, vremenski i suštinski, raščlaniti u dva jasno odvojena odeljka. Rodio sam se 1879. godine u staroj srpskoj porodici koja se u doba Čarnojevićeve seobe naselila u Dalju, kada je to mesto, i još druga dva, naseljeno srpskim izbeglicama, dato u vlasništvo autonomne srpske pravoslavne crkve habsburške monarhije. U toj državi proživeo sam svoje detinjstvo u Dalju, srednjoškolstvo u Oseku, školovanje na bečkoj Tehničkoj velikoj školi i svoju inžinjersku praksu u Beču. Taj prvi odeljak moga života završava se onim danom kada sam, odazivajući se pozivu Filozofskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, ostavio Beč i pošao u Beograd."

Preglednosti radi, obzirom na sadržaj, poglavlja, inače data u nizu, mogu se podeliti na četiri dela.

Prvi deo obuhvata 15 poglavlja, koja su uglavnom posvećena njegovom detinjstvu — porodici, očinskom domu, prvim saznanjima. Počinje prilikama koje su uslovile seobu Srba i rodoslovom Milankovića, a završava se dolaskom u Osijek.

Poglavlja od 16—27 vezana su za njegovo školovanje u Osiječkoj realci i boravak kod rodbine njegove majke. Tu su pored ostalog i prva, maturanstka, poseta Srbiji, kao i prva naučna rasprava; rešio je problem trisekcije ugla, ali ubrzo se razočarao saznavši da je „prokleti Švaba" Hipauf do istog rešenja došao 24 godine ranije.

Treći deo počinje 1896. godinom, kada postaje student Tehničke velike škole u Beču. Plene pažnju njegova putovanja u Dalj, putovanje u Ženevu, zbivanja u južnoslovenskom krugu. Pored mnogih ispita opisuje inžinjerski i oficirski ispit, a u zadnjem 42. poglavlju i doktorski ispit. Posebno ističe svoga profesora matematike E. Čubera, koji zamenjuje Milankovićevog srednjoškolskog profesora V. Varićaka, i profesora građenja mostova J. Brika.

Uspešna inžinjerska praksa, iz koje je poniklo nekoliko patenata, sa prvim radovima, među njima i grafičko predstavljanje geometrijske progresije, je u četvrtom delu. Prestanak Milankovićevog podanstva Austro-Ugarskoj carevini ubrzan je aneksijom Bosne i Hercegovine. Posmatrajući odašiljanje vojnih jedinica, železnicom, prema granici Srbije, on kaže: „Tada sam potpuno jasno osetio da se nalazim u neprijateljskoj zemlji".

I ovom knjigom Milanković je pokazao svoju nadarenost za pisanje. Jezgrovito pisanje učinilo je da je knjiga bude još nabijenija činjeničkim materijalom. Problem rešavanju kratka poglavlja, koja se čitaju u dahu. Mnogo od njih imaju i umetničku vrednost.

Knjiga je pisana interesantno. Predstavlja odličan izvor za Milankovićevu biografiju. Zapisi ovog nesvakidašnjeg čoveka su dragocena svedočanstva o njegovom vremenu i uzavreloj sredini u kojoj se kretao. Ovo je Milankoviću i bio cilj.

Urednik, knjige, učenik Milankovića, akademik Tatomir Anđelić, knjizi je posle brižljivog rada, pored predgovora, priključio primedbe (komenatre) i rečnik manje poznatih reči.

Život i delo Milutina Milankoviać, 1879—1979, *Beograd*, SANU (Galerija SANU, 36) 1979., strana 215.

Prvobitna namera da prilozi ove knjige budu u sastavu jednog od inače bogato opremljenih Akademijinih kataloga, nije se ostvarila; zbog rekonstrukcije Galerije izložba posvećena Milankoviću nije održana.

Knjiga predstavlja zbornik radova. Nosi naslov iscrpnog rada, u kome je izložena Milankovićeva biografija, Tatomira Anđelića, koji je i urednik.

Ako je cilj knjige da upozna čitaoca sa delom Milutina Milankovića, može se reći da nije obrađen njegov inžinjerski rad, rad na reformi kalendara, rad na istoriji nauke i tehnike.

Saradnici urednika Nikola Pantić i Božidar Popović razmotrili su Milankovićevu teoriju klimatskih promena u svetlu novih geoloških istraživanja i sa astronomske strane. B. Popović je izneo i druge Milankovićeve doprinose nebeskoj mehanici.

Uspomene na Milankovića, sa kojim je bio u stalnoj vezi počev od 1953. godine i opis kongresa Međunarodnog društva za proučavanje kvartara održanog u Rimu te godine, na kome je Milanković bio u središtu pažnje, daje P. Stevanović u prvom delu rada. Drugi kraći govori o sudbini Milankovićeve teorije posle njegove smeti.

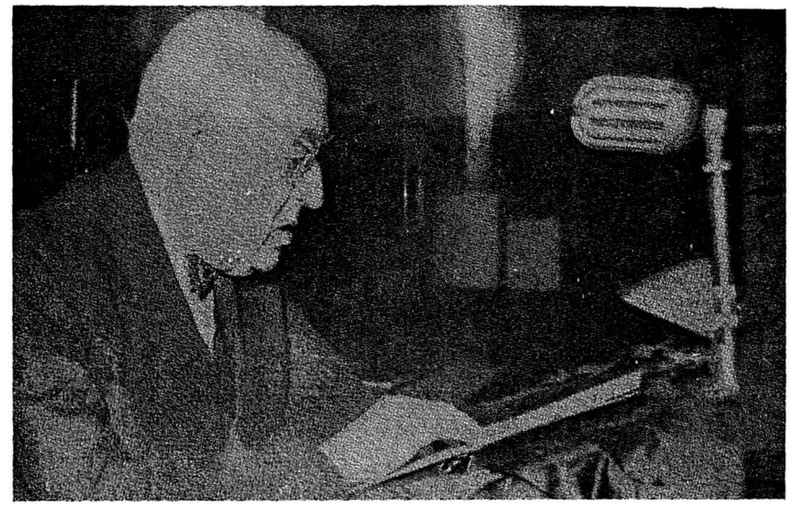
Rad M. Tomića govori o naučniku i nastavniku M. Milankoviću.

O Milankovićevoj saradnji sa Jugoslovenskom akademijom znanosti i umjetnosti, u čijem je izdanju uz finansijsku pomoć Ministarstva prosvete SHS izašao značajan rad „Theorie mathematique des phenomenes thermique produits la radiation solaire", govori B. Makjanić. On navodi i veze koje je dopisni član JAZU M. Milanković održavao sa J. Majcenom, V. Varićakom, A. Mohorovičićem.

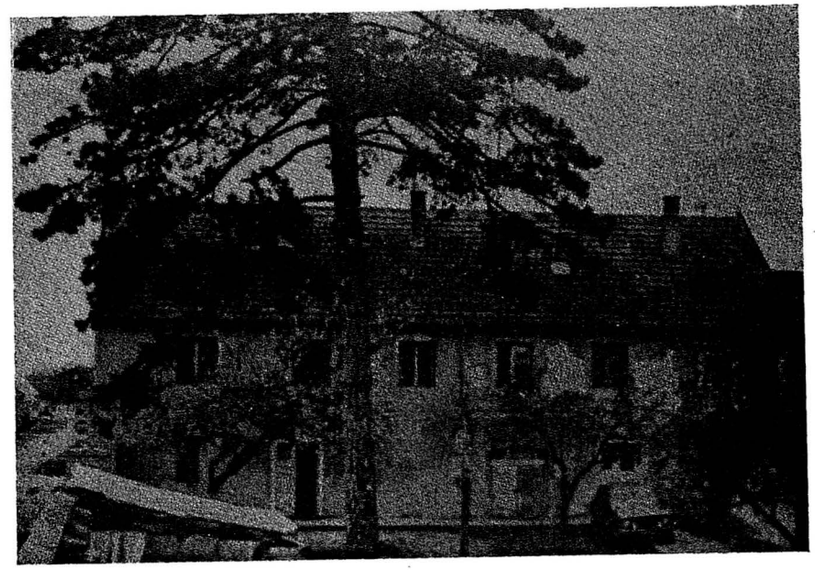
Paralelu između M. Milankovića i našeg velikog matematičara, a njegovog prijatelja Mihaila Petrovića, či jm je skromnošću Milanković bio opčinjen, napravio je D. Trifunović. Sličnu analizu izvršio je i M. Tomić u gore pomenutom radu.

M. Mužijević je dala „selektivan i koncizan popis Milankovićevih radova"; 31 ih je u posebnim, 69 u časopisima, a 8 u vidu priloga drugim izdanjima.

Milan Jeličić



Милутин Миланковић, почасни члан Астрономског друштва „Руђер Бошковић" отвара заједничку изложбу нашег друштва и Астронаутичког друштва ВСЈ, у Београду 25. маја 1954. године.



Породична кућа Миланковићевих у Даљу — дворишна страна.



ČASOPIS ZA ASTRONOMIJU I ASTRONAUTIK

Фрушка гора 1928. *У трагању за местом за Астрономску опсерваторију, слева: математичар Радивоје Кашанин, физичар Јеленко Михајловић, математичар Михајло Петровић, књижевник Павле Поповић, математичар Антон Билимовић, Милутин Миланковић и астроном Војислав В. Мишковић.*

