

A $\frac{10}{490}$

Л $\frac{10}{343}$

СРПСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЕТНОСТИ

ПОСЕБНА ИЗДАЊА

КЊИГА СССХЛІІІ

ОДЕЉЕЊА ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИХ НАУКА

КЊ. 27

В. В. МИШКОВИЋ

СУНЧЕВО ПОМРАЧЕЊЕ

ОД

15 ФЕБРУАРА 1961

БЕОГРАД

1960

СУНЧЕВО ПОМРАЧЕЊЕ

ОД

15 ФЕБРУАРА 1961

ACADÉMIE SERBE DES SCIENCES ET DES ARTS

MONOGRAPHIES

TOME CCCXLIII

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES

№ 27

V. V. MICHKOVITCH

L'ÉCLIPSE DU SOLEIL

DU

15 FÉVRIER 1961

Présenté à la VI-ème Séance, du 30-VI-1960,
de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles

Rédacteur

M. LUKOVIĆ

Secrétaire de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles

B E O G R A D

1960

СРПСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЕТНОСТИ

ПОСЕБНА ИЗДАЊА

КЊИГА СССХЛІІІ

ОДЕЉЕЊА ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИХ НАУКА

КЊ. 27

523.48

В. В. МИШКОВИЋ

СУНЧЕВО ПОМРАЧЕЊЕ

ОД

15 ФЕБРУАРА 1961

Приказано на VI скупу, од 30 јуна 1960,
Одељења природно-математичких наука

У р е д н и к
Академик М. ЛУКОВИЋ,
секретар Одељења природно-математичких наука

ИЗДАВАЧКА УСТАНОВА

Научно дело

Б Б О Г Р А Д

1960



ИФ 205396

САДРЖАЈ

	Стр.
Предговор	1

ГЛАВА ПРВА

ИЗГЛЕД И САСТАВ СУНЧЕВ

1. Фотосфера	9
2. Пеге. Факуле	9
3. Деветнаести циклус Сунчеве активности	10
4. Хромосфера. Флеш-спектар	12
5. Протуберанце	13
6. Корона	13
7. Важнији подаци о Сунцу и Месецу	15

ГЛАВА ДРУГА

СУНЧЕВА ПОМРАЧЕЊА

8. Релативни положаји. Даљине и димензије	16
9. Димензије Месечева сенчаног конуса. Врсте помрачења	17
10. Трајања помрачења	18
11. Фаза делимичног помрачења	20
12. Почетак потпуног помрачења	21
13. Фаза потпуног помрачења	24
14. Свршетак помрачења	25

ГЛАВА ТРЕЋА

ПРОГРАМ РАДА. ПОСМАТРАЊЕ ПОМРАЧЕЊА

15. Посматралиште	27
16. Инструменти и опрема	28
16. 1. Инструменти за астрономска посматрања	28
16. 2. Инструменти за астрофизичка посматрања	31
16. 3. Инструменти за снимање короне	33
17. Први додир. Делимично помрачење	36
17. 1. Методе за тачна одређивања спољних додира	36
17. 2. Посматрања за време делимичног помрачења	38
17. 3. Осматрања најласка Месечеве сенке	39

	Стр.
18. Други додир. Почетак потпуног помрачења	40
18. 1. Снимање флеш-спектра	40
19. Потпуно помрачење	42
19. 1. Снимање короне	43
19. 2. Снимање коронина спектра	45
19. 3. Мерење коронине поларизованости	46
19. 4. Коронина визуална слика	47
19. 5. Мерење Ајнштајн-ова ефекта	49
19. 6. Изглед неба за време помрачења	52
20. Трећи додир. Свршетак потпуног помрачења	54
21. Завршна фаза делимичног помрачења. Четврти додир	55
22. Радио-телескопска посматрања помрачења	56
23. Изгледи за посматрање фебруарског помрачења из наше земље	57
24. Програм посматрања при облачном времену за трајања помрачења	58

ГЛАВА ЧЕТВРТА

ТОК ПОМРАЧЕЊА ПОСМАТРАН ИЗ ЈУГОСЛАВИЈЕ

25. Полазни астрономски подаци	60
26. Општи ток фебруарског помрачења	62
27. Ток појаве посматран из наше земље	63
28. Приближно одређивање тренутака појединих фаза на изабраном месту	65
29. Беселови еклипсни елементи. Помоћне таблице	67
Таблице I и II	71
Преглед података о појединостима помрачења за неке од највећих градова Југославије	73
Карта појаса Сунчева потпуног помрачења у ФНРЈ од 15 фебруара 1961	

Успела слика изгледа помраченог Сунца, са короном и протуберанцама, од 8 јуна 1937.

Рад америчког сликара Ch. Bittinger-a.

На месту са којег је слика рађена помрачење је трајало 3^m 33^s.
(Из „The National Geographic Magazine“)



ПРЕДГОВОР

Године 1961 имаћемо два Сунчева помрачења: једно 15 фебруара, друго 11 августа. Од ових ће прво само бити видљиво и са једног дела наше земље; и то са дела: између паралела $+42^{\circ} 20'$ и $+44^{\circ} 28'$, од обале Јадранског мора до наше источне границе — као потпуно помрачење; а северно и јужно од овог појаса (ширине од око 240 км) — као делимично.

★

За наше крајеве ће ово бити четврто по реду помрачење од почетка овог миленијума; прво од 1666, дакле, после скоро пуна три столећа. То ће бити и последње, потпуно Сунчево помрачење, у овом миленијуму које ће се из наших крајева моћи видети. До првог за овим, видљива са ових делова Земљине површине, требаће причекати 174 године:¹ до 7 октобра 2135. То је чак нешто раније него што се обично чека, јер се као просечан размак између два узастопна потпуна Сунчева помрачења, видљива са исте тачке Земљине површине, узима — три столећа!

Но сем тога што ретко наилазе, ови призори и кратко трају. Најдужа могућа трајања су им испод осам минута; просечна су мања од три минута. Трајања фебруарског помрачења наредне године, 1961, кретаће се, средином појаса тоталитета: од $2^m 12^s$, на западном крају, до $2^m 29^s$, на источном крају појаса. Од те средње линије, идући ка северној, односно јужној граници појаса, трајања тоталитета су све краћа, тако да се за тачке дуж самих граница појаса сведе на по један тренутак.

Међутим и оволиким (подпросечним) трајањем бићемо задовољни, ако нам само буде било омогућено да оних 130-150 секунда, колико ће Сунце највише за наше посматраче бити заклоњено, у потпуности искористимо. Другим речима, ако за сних десетак минута, на дан 15 фебруара, од $8^h 41^m$ до $8^h 51^m$, колико ће Месечевој сенци требати да преко наше земље пређе, атмосферски услови буду били, понегде бар, какви треба, да би могле главне појединости појаве несметано бити „ухваћене“.

¹ Помрачење од 11 августа 1999 код нас ће бити делимично.

Изгледи су, међутим, за то слаби, чак врло слаби, због доба и године и дана у која се појава код нас одиграва: фебруара, изјутра. Фебруарска јутра су, често, код нас магловита, а обично облачна. Те лако може да се деси да нам атмосфера ускрати задовољство да и видимо тај тако ретки, а и ретко величанствени приказ.

*

Треба, с друге стране, имати у виду да свака етапа овог догађаја, и најситнија појединост ових приказа, има свој научни значај. Већ сама тачна времена почетка и свршетка, и делимичног и потпуног помрачења, претстављају драгоцене податке за проверавање, односно поправљање теорија Земљина и Месечева кретања.

Најважнији је део појаве, наравно — фаза тоталитета: оних неколико минута док нам Месец потпуно заклања Сунчев сјајни диск. Та фаза, у најповољнијем случају, може потрајати највише седам и по минута. На њу астрономи-посматрачи усредсређују сву своју пажњу. Она, за астрономе, почиње четири-пет секунда пре другог „додира“, дакле неколико тренутака пре почетка тоталитета, и завршава се пет секунда после трећег „додира“, дакле по свршетку тоталитета. Ти тренуци за астрономе и астрофизичаре претстављају јединствено повољне прилике, кад они могу да виде и оне Сунчеве делове и делове његове најближе околине, које човек иначе није у стању ни да види, због прејака сјаја Сунчеве светлости. За многе од појединости и особитости Сунчеве атмосфере, а и саме његове природе, може се рећи да их човек никад не би открио, нити за њих сазнао, да није било ових прилика — потпуних Сунчевих помрачења. Тако да, можда, и није много претерао онај познати астроном кад је рекао, да је о Сунчеву склопу и природи више података и појединости прикупљено за оних осамдесетак минута, колико је досад посматрано потпуно помрачено Сунце, него за све остало време откако се човек бави изучавањем Сунца. У сваком случају, нема сумње да би наше знање о Сунцу, данас, несравњено скромније било, да није било Сунчевих потпуних помрачења.

Зато је, могло би се рећи, за астрономе скоро закон постао, нарочито откако су за посматрања и изучавања ових појава уведене фотографија и спектроскопија : да свако потпуно Сунчево помрачење м о р а бити посматрано, ма колико дуг био пут до оног дела Земљине површине којим пролази појас тоталитета; ма колико и времена, и труда, и средстава стајале опреме и организација његова посматрања; и ма колико и исход тог потхвата био и неизвештан, па и ризичан чак!

И досад су се тог „закона“ астрономи непоколебљиво придржавали. Може се рећи од 1860 није остављено непосматрано још ниједно, ма и кратко потпуно Сунчево посматрање, ако је само појас његова тоталитета пролазио приступачним копном. А докле је могла ићи та непоколебљивост астронома, најбоље сведочи доживљај познатог француског астронома Жансена, каснијег директора медонске астрофизичке опсерваторије, доживљај везан за помрачење од 1870. Да не би, евентуално, прошло непосматрано децембарско потпуно Сунчево посматрање од

1870, Жансен се, из опседнутог Париза, диже балоном. Пуком случају захваљујући, успева да се неповређен пробије кроз кишу непријатељских зрна која га дочекују при излазу из Париза. И срећно се пребацује до јужне обале Шпаније, преко које је, 22 децембра те године, имао да прође конус Месечеве сенке. На његову жалост, атмосфера му није била наклоњена. Иако је на време стигао да појаву посматра, од густих облака није могао ни видети помрачено Сунце.

★

Данас овим појавама нису више само астрономи и астрофизичари заинтересовани. Јер, више у Сунцу не гледамо, као некад, само централно тело нашег планетског система, које управља кретањима његових чланова, обасјава их и греје. Данас знамо да је Сунце, посредни или непосредни, извор свих скоро врста енергија, на које у природи наилазимо и којима се човек користи. Сви скоро природни процеси и појаве на Земљи, у њој и око ње, подлеже, у јачој или слабијој мери, Сунчеву утицају, утицају његова зрачења и онога што се на њему збива.

Анализујући природу Сунчева зрачења и проучавајући разноврсна светлосна и топлотна дејства, Физика Сунца је, за последњих стотину и нешто више година, постепено откривала и упознала се и са његовим хемиским, фото-хемиским и електромагнетским дејствима; а, затим, и са дејством Сунчева корпускуларног зрачења. Ова последња су нарочито привлачила, а данас још више привлаче на се пажњу научника, и то из разних научних области, јер их, редовно, прате мање или више упадљиви призори (поларне светлости) и разне друге појаве (магнетне буре, поремећаји у Земљину електричном пољу, сметње у жичном и бежичном саобраћају); појаве — чије се слабије или јаче последице, делом, и на Земљи осећају, делом, одражавају на разне слојеве Земљине атмосфере, поглавито јоносфере и егзосфере, које такође пратимо са Земље. А отпре две деценије је познато да је Сунце извор и радио-зрачења: да емитује и радио-таласе, осетног интензитета, таласних дужина приличног распона: од једног центиметра до двадесет метара. Тако је Сунце, делом непосредно, делом преко ових разних својих веза и дејстава у природи, постало предмет такорећи непрекидних изучавања читавог низа научних дисциплина.

Двапут најмање, а пет пута највише, у току сваке године Месец — као што знамо — пролази кроз правац Сунце — Земља, и прекида, за извесно кратко време, све те везе између Сунца и једног дела Земљине површине. Посматрачи са овог дела тај прекид виде као Сунчево помрачење. Начин како он наилази, а и сâм „прекид“ претставља за његове посматраче, и поред своје брзе (чак и пребрзе) пролазности, јединствено повољну прилику, која им омогућује да осмотре, прво, каква је улога и колики удео у раније поменутих појавама, сваког од слојева огромне Сунчеве атмосфере. Затим, да пропрате ефекте прво заклањања, а затим отклањања, од стране Месеца, сваког појединог дела и формације Сунчеве површине (нарочито пегâ и факулâ), од једног до другог руба. Даље, да пропрате, на почетку призора, „прекид“, а, на крају,

поновно успостављање првобитног стања између Сунца и Земље; а, ако могу, и да открију везе које постоје између својстава појединих слојева Сунчеве атмосфере, с једне, и стања и збивања у разним слојевима Земљине атмосфере и површине, с друге стране.

Зато, ако су још до пре једва две деценије само астрономи и астрофизичари Сунчева потпуна помрачења ишчекивали као догађаје године, данас ове појаве, заједно са астрономима и астрофизичарима, дочекују са подједнаким интересовањем: и космички физичари, и геофизичари, и метеоролози, и радио-астрономи, и радио-техничари уопште.

Додајмо и то још да је већина ових интересената и у кудикамо повољнијем положају од астронома и астрофизичара за остварење програма, које они за ове прилике припремају. Јер, док је за остварење астрономских радова, за трајања помрачења, — *conditio sine qua non*: тихо време, потпуно ведро небо и прозачна атмосфера, за програме готово свих осталих од побројаних дисциплина тај услов или не игра уопште, или не пресудну улогу. Јер, апстрахује ли се област светлосног зрачења Сунчева, за дејство оних осталих врста зрачења, како краћих тако и дужих таласних дужина и корпускуларних млазева и струја — облаци и сблачно небо не морају бити и нису сметња за њихова дејства, па ни за осматрање њихових дејстава. Другим речима, малтене сви заинтересовани, сем астронома, могу „посматрати“ помрачења и при облачном времену.

Што за астрономе још повећава значај и Сунчевих помрачења и свега, уопште, што може да се сазна о Сунцу и ономе што се збива на њему и око њега, то је што се зна да је Сунце, уствари, обична, то јест нормална звезда. Али нама најближа, за нас најприступачнија звезда, преко које се ми, према томе, најлакше упознајемо са природом и начином живота звезда, уопште; дакле оних неприступачних васионских сунаца, која претстављају главни предмет истраживања астрономских појава.

★

После свега што је речено постаје разумљиво што све веће светске опсерваторије, за свако Сунчево потпуно помрачење, — ако само појас његова тоталитета пролази приступачним копном и трајање његове фазе тоталитета премаша, рецимо, бар две минуте — опремају увежбане научне експедиције специјалним инструментима и шаљу их, често, у крајеве удаљене и по више хиљада километара, да онде дочекају и посматрају појаву. Наравно, ако им и уколико то не осујете временске прилике, или, у оном најкритичнијем тренутку, не откаже послушност — јер се и то дешава — неки од главних инструмената.

Све ове околности: импровизација (редовно у ненасељеним, а, понекад, и у сасвим пустим пределима) скоро праве астрономске опсерваторије, са које треба да се изврши посматрање појаве; па онда, до последњег тренутка, она неизвесност исхода и успеха потхвата, због неумитне ђудљивости и атмосфере и разних других стицаја; па она брза пролазност, сваке појединости, као и саме појаве (фазе тоталитета), која од посматрача захтева највећу сконцентрисаност; а, насупрот томе,

изванредна комплексност појаве, са обиљем драгоцених детаља, које би, све, требало, за то кратко време, „ухватити“ — осмотрити, забележити, снимити, — све то ствара код посматрача специјалну психозу. А од организатора и руководиоца ових експедиција захтева да за ове тренутке с в е предвиде и припреме!

Зато, програм еклипсне експедиције мора најбрижљивије бити проучен, до последње ситнице припремљен. Већ и због тога, што је огроман број задатака који се могу у програм унети. Избор ових се врши и подешава, у првом реду, према трајању тоталитета; затим, према инструментима којима се располаже; према условима под којима се појава одиграва, нарочито према висини над хоризонтом на којој ће протећи фаза тоталитета, према области привидне небеске сфере и сазвежђу, у којима ће се налазити Сунце за време помрачења.

Додајмо још, мада се то и само по себи разуме, да је за успешно извођење програма од пресудне важности да:

а) и посматрачко и помоћно особље, које у извођењу програма суделује, буде савршено увежбано;

б) рад извођача програма остане до краја синхронизован са предвиђеним програмом; и

в) посматрачи и помоћници буду не само савршено дисциплиновани у раду, већ и довољно присебни и сналажљиви, ако би се нашли у нексј неочекиваној, било повољној било неповољној, ситуацији за трајања појаве.

- * -

Кад је реч о програму посматрачког рада за време Сунчевих помрачења,¹ треба знати да се данас, при његовој изради, узимају у обзир и искоришћују и све новије техничке тековине, ако само могу да послуже, да осигурају успех истраживачког рада за време ових појава. Споменућемо две од тих тековина: две које су се показале од огромне користи и неслућеног значаја за посматрачки рад у овим случајевима. Мислимо на авијацију и бежичну телеграфију.

Док је, такорећи до јуче још, облачно небо неизоставно осујећивало програм и онемогућавало сваки астрономски рад на овим појавама, данас, захваљујући авијацији и бежичној телеграфији, и под тим неповољним условима, један део програма може ипак успешно бити обављен. Јер, и у случају да се небо наоблачи, било непосредно пред наилазак фазе тоталитета, било још од сванућа на дан помрачења, астроном данас може, ако му стоји на располагању авион, да узлети, заједно и са помоћницима (чак и са по неким апаратом), дигне се авионом изнад облака, и појаву посматра. И сними.

Шта више, у случају изузетне потребе, могао би посматрач, ако би се над његовим посматралиштем услови показали безизгледним, да се благовремено авионом пребаци, заједно са помоћним особљем и најпотребнијом апаратуром, на друго место, које обећава, или за које има

¹ Мисли се само на астрономски рад.

основа да верује да ће му пружити, за трајања појаве, повољне атмосферске услове.

Бежична телеграфија искоришћује се, пре свега, да се, на дан помрачења, свима еклипсним експедицијама и учесницима у посматрачком раду, где било да се налазе, омогући да своје часовнике дотерају, да показују тачно време. Зато, све велике емисионе станице, на дан помрачења, у одређеним размацама, емитују бежичне часовне сигнале, на више разних таласних дужина.

Но бежична веза може, поред тога, врло корисно да послужи, и имала је већ прилике и да послужи, и у специјалне, а важне сврхе за исход рада експедиција. Може, напр., да послужи да посматрачи са западнијих тачака појаса тоталитета, код којих појава раније почиње, јаве неки користан податак, или упозоре на неки важан детаљ, који се односи на само помрачење, посматраче на источнијим тачкама појаса, код којих појава касније почиње. Може, рецимо, да се догоди (и догађало се још до почетка овог века) да појава стварно почне неку секунду (чак и двадесет секунада!) пре програмом предвиђеног тренутка. Необавештеним посматрачима би, у оваквим случајевима, један део програма готово неизбежно пропао. Упозорени на то, међутим, они појаву дочекују спремни.

★

Остаје још неколико речи само да се каже и о самој појави, уопште, и о ономе што би за то време требало и могло да се постигне. О самој појави треба знати да је то приказ који, за сваког ко га доживи, коме се, дакле, укаже прилика да га једном посматра, претставља, без говора, јединствено упечатљив доживљај. Познато је, из историјата досад посматраних ових појава, да се дешавало учесницима у посматрачком раду, који на ово нису били довољно упозорени, да, под дејством неочекиваних утисака, потпуно забораве своју улогу и оно што се од њих у тим тренуцима очекује.

Друга специфичност појаве је у томе што је тај „небески“ приказ праћен читавим низом, скоро исто тако брзо пролазних, „земаљских“ ефеката: у атмосфери, на околним предметима и живим бићима, око посматрача, који се нижу, сустижу и преплићу са таквом брзином — бар се посматрачу тако чини у тим тренуцима — да један посматрач физички није у стању ни да их све уочи, још мање осмотри и забележи. С друге стране, за науку је од прворазредног значаја да о сваком помрачењу дође до што већег броја, што поузданијих података: и о појединостима из којих се оно састојало, и о ефектима који су га пратили. Зато се еклипсне експедиције и организују од већег броја чланова (4, 5 до 10), од којих сваки добива одређен програм, одређене задатке, прецизиране и садржински и временски (понеки на секунде). Колико ови задаци апсорбују своје извршиоце, а нарочито главне посматраче еклипсних експедиција, најбоље ће илустровати речи једног познатог астронома, иначе признатог специјалисте за Сунчева помрачења и руководиоца неких дванаестак еклипсних експедиција. Кад се, пре десетак година, повлачио из активе, и био упитан од својих дотадањих сарадника чиме

ће се сад бавити, одговорио је да ће, ако поживи, и ако га срећа послужи, покушати да, једном бар, својим очима посматра потпуно Сунчево помрачење!

★

Ова кратка монографија посвећена је Сунчеву потпуном помрачењу које нам наилази, у среду, 15 фебруара 1961, два часа по Сунчеву излазу: први пут после 294 године. Она има двојак циљ. Прво, да пружи читаоцима што приближније податке о целом току појаве и опис појаве, како ће се она са наше територије моћи видети. Друго, да да што потпунији преглед свих појединости из којих се састоји појава, односно које је прате, а које се могу и које би требало осматрити, за трајања појаве, — заједно са најнеопходнијим упутствима о томе како се та осматрања врше. Подразумевају се, наравно, само посматрања која ас треноми врше.

А ако неко од посматрача појаве буде понеку, или више од описаних појединости осмотрио, прибележио их, цртеж начинио, снимно или кинематографисао — а било би и интересантно и корисно да оваквих добровољних посматрача ове ретке појаве буде што више и са што већег броја тачака — писац ове монографије био би тим посматрачима захвалан, ако би му та своја посматрања хтели доставити, како би их могао искористити за обраду ове за науку важне појаве. Уз посматране податке треба свакако доставити: тачан тренутак посматрања, географски положај места са кога је извршено, као и ко га је извршио.

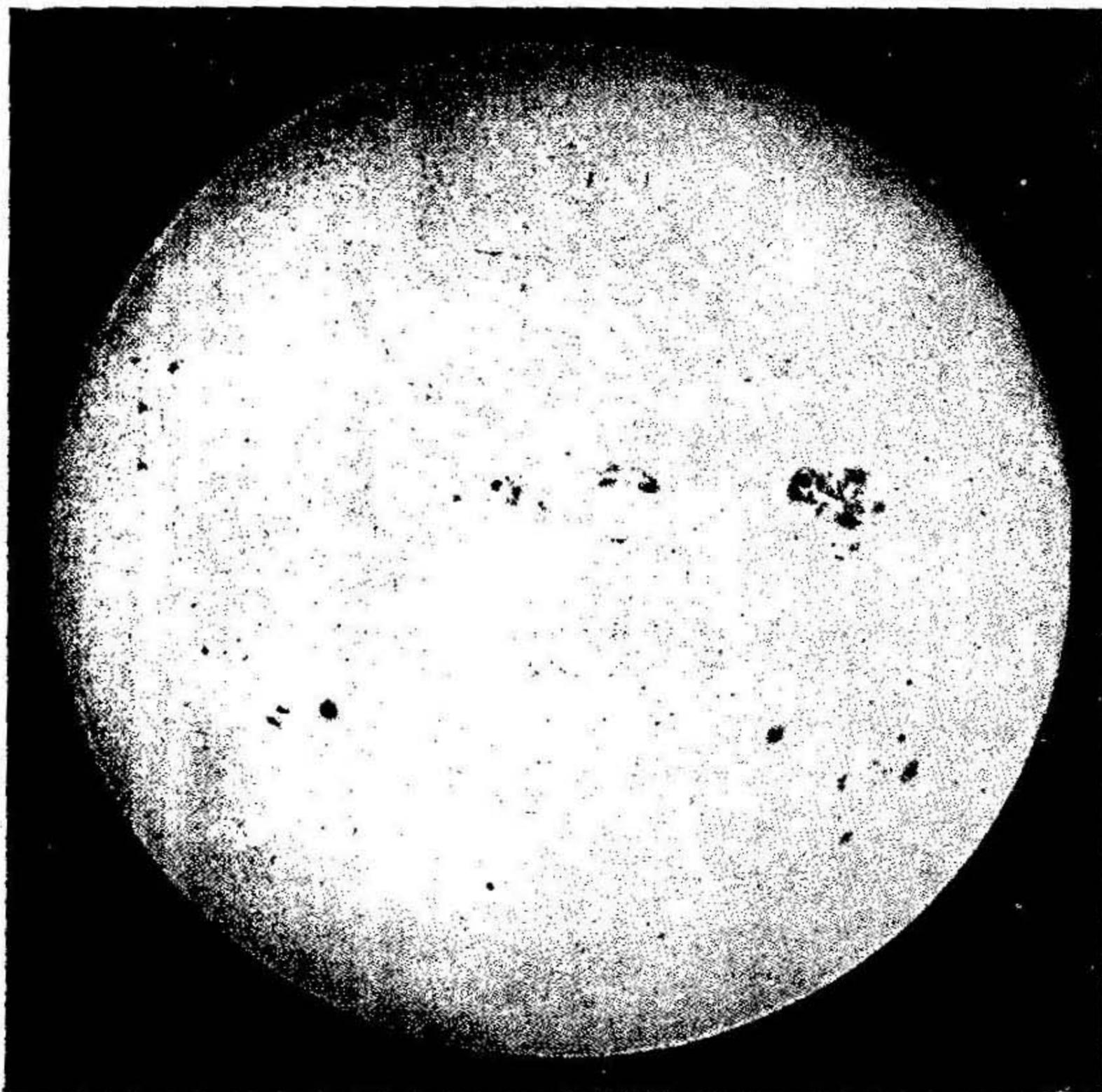
★

Дугогодишњем сараднику свом Милану Чавчићу, за стрпљење и труд које је уложио у израду карата и свих цртежа, хоћу и овим путем да изразим своју искрену захвалност.

Новембар 1960

В. В. М.

Ср. 2. — Карлел Сунчеве површине на дан 12. јул. 1917,
у доба најјаче активности XV-ог циклуса.
Снимак Мt Wilson-ске опсерваторије



ГЛАВА ПРВА

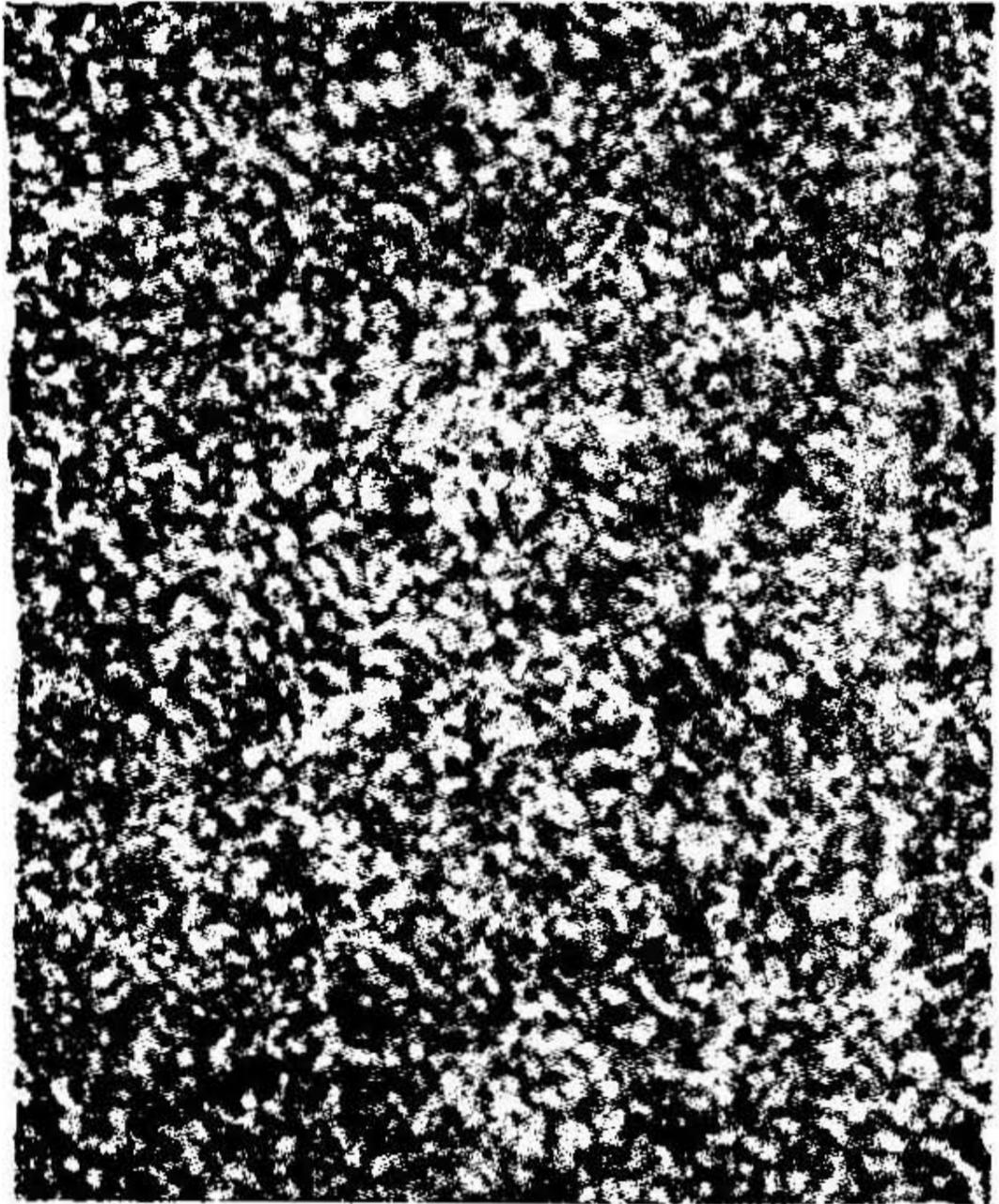
ИЗГЛЕД И САСТАВ СУНЧЕВ

1. ФОТОСФЕРА

Сунце видимо као кружну плочу изванредно јака сјаја. Сјајну површину коју гледамо, кад посматрамо Сунце, зовемо фотосфером. Она изгледа у средини сјајнија, дуж руба мало тамнија. То је последица, делом, њене гасовите природе, делом, разлика у температурама на разним дубинама.

Ако се телескопом пажљиво посматра примећује се да је фотосфера зрнасте структуре (в. сл. 1.). Та „зрнца“ имају пречнике од по 500—1500 км. Она су у сталном покрету, али се брзо растварају и нестају.

Фотосфера претставља, уствари, најнижи слој Сунчеве атмосфере, висок око 200—300 км. Састоји се (до 99%) из хидрогена и хелијума. Њена температура се креће око 6000°; притисак у њој је око 1/10 атмосфере.



2. ПЕГЕ. ФАКУЛЕ

Телескопом се на фотосфери (изузетно и слободним оком, кроз заштитно стакло) могу видети мање или веће, неправилна облика, црне мрље, такозване Сунчеве пеге (в. сл. 2.).

Сл. 1. — Изглед зрнасте структуре Сунчеве фотосфере. Снимак Mt Wilson-ске опсерваторије

То су пролазне формације. Пега се обично састоји из мањег или већег, упадљиво тамнијег, језгра (уствари, само знатно слабијег сјаја и ниже температуре од остале фотосфере), оивичена мање тамном полусенком (в. сл. 3.). Пеге се брзо развијају у групе, са једном већом, водилцом, и осталим пегамата - пратилицама.

Пеге се појављују и нестају, углавном периодично, у циклусима (од по 7 до 16 година), просечна трајања од по 11 и нешто више година. Њихове величине, број и распоред карактеришу стање, или степен, Сунчеве активности. А тим степеном условљен је, у нашој атмосфери и на Земљиној површини, читав низ појава и стања, углавном електромагнетне природе.

Доба и стање кад на Сунчевој површини нема пегата, или се понека само види (дуж хелиографских паралела $\pm 5^\circ$ и $\pm 35^\circ$), одговарају минимуму активности; од овога се и трајање циклуса рачуна. У току наредних три до пет година број пегата ће се стално повећавати, тежиште распореда спуштати, до око $\pm 15^\circ$ хелиографске ширине: степен активности је достигао свој максимум. Потом ће се, нешто успоренијим темпом, активност смиривати, да се, након 5—8 година, сасвим смири и заустави на минимуму, кад се фотосфера поново очисти од пегата.

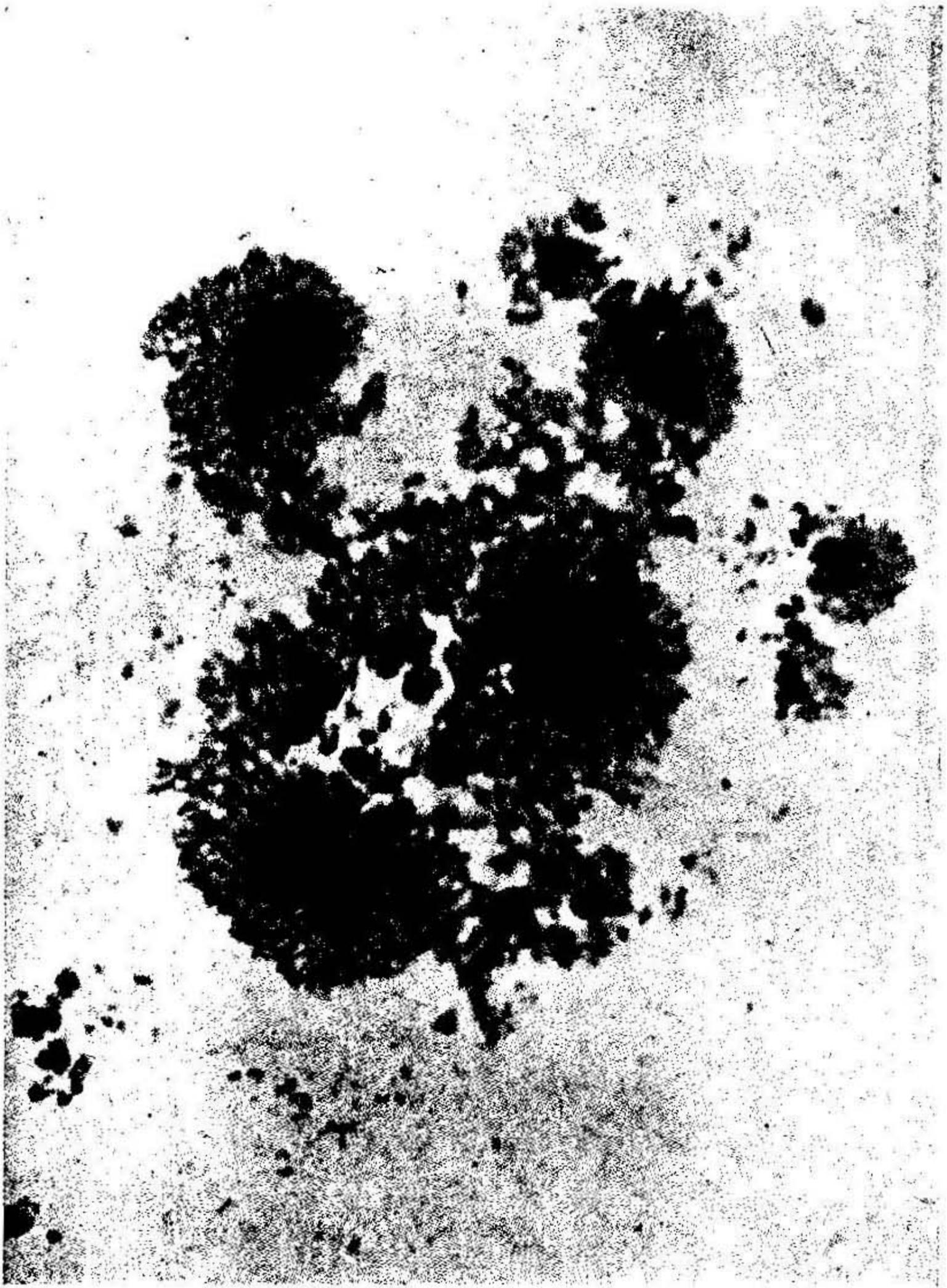
Пеге су седишта магнетних поља, јачине и поларитета који се одређују. У групама пегата, водилце и пратилице су, обично, супротних поларитета; усто су на северној хемисфери водилце супротна поларитета оних на јужној хемисфери. У наредном циклусу, међутим, мењају на хемисферама водилце своје поларитете. Тако да магнетни циклус Сунчевих пегата траје око 22 године: по два циклуса активности пегата.

Мања или већа, приметно сјајнија поља, делови фотосфере, око пегата зову се факуле (буктиње). Оне нарочито јасно одају зрнасту структуру фотосфере, а оштро се оцртавају дуж Сунчевог руба. Између пегата и факула постоји органска веза: пегата нема без факула, али факуле могу свој век да проживе на фотосфери, а да се у њима не образују и не развију пеге.

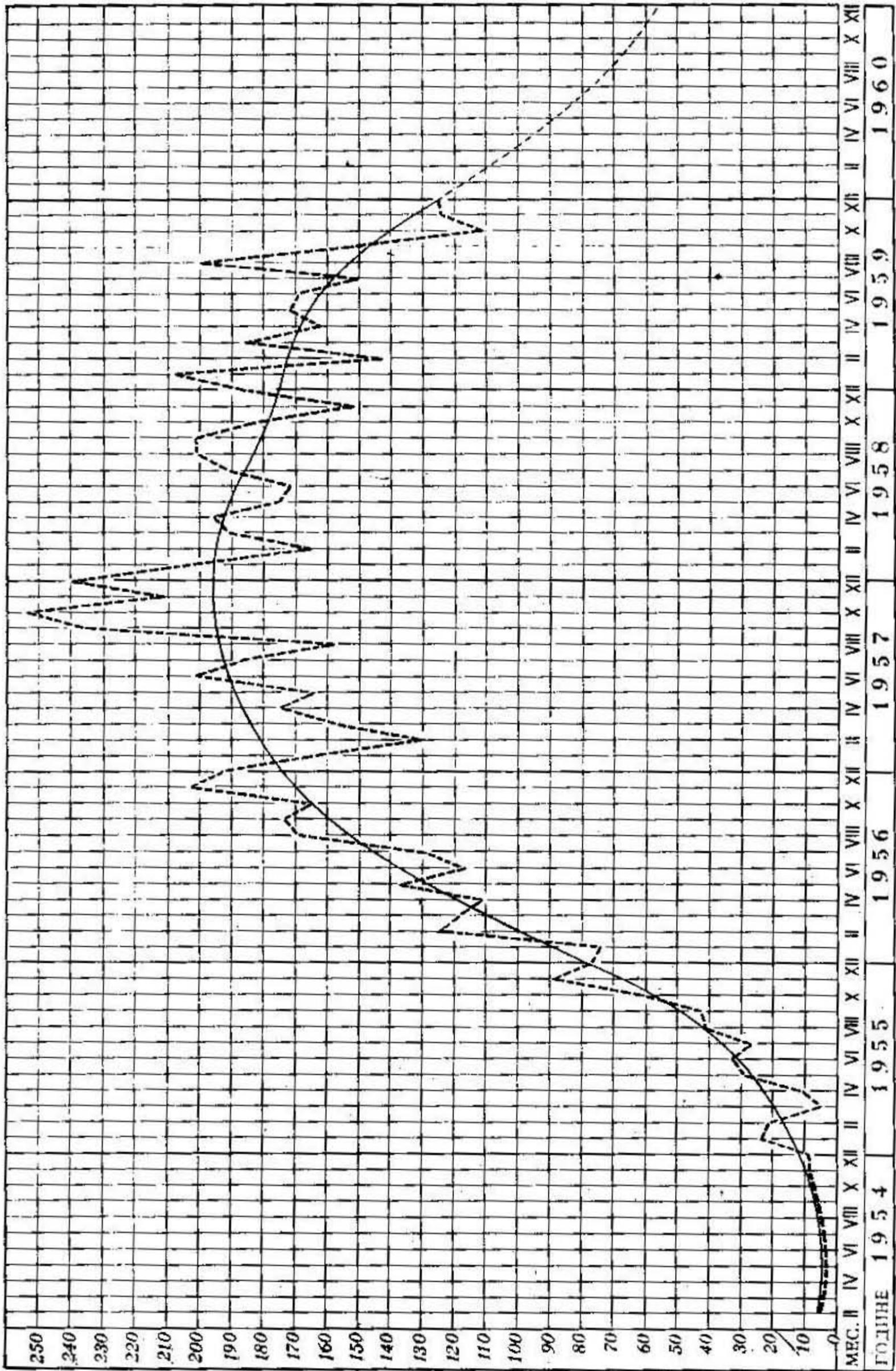
3. ДЕВЕТНАЕСТИ ЦИКЛУС СУНЧЕВЕ АКТИВНОСТИ

Од стања Сунчеве активности, које — како већ рекосмо — условљава читав низ геофизичких појава, претежно електромагнетне природе, зависе и извесне лакше или теже уочљиве појединости, више или мање карактеристичне за свако потпуно Сунчево помрачење. Зато овде дајемо најпотребније податке на основи којих може да се, бар приближно, предвиди степен активности у доба помрачења које очекујемо.

Ово помрачење пада у деветнаести циклус, од минимума који је пао 1755 и од којег астрономи броје једанаестогодишње циклусе Сунчеве активности. Прве пеге деветнаестог циклуса појавиле су се: 8 фебруара 1954, на северној, а 1 марта исте године на јужној Сунчевој хемисфери. На сл. 4 је приказан ток његове активности, како је текао од последњег минимума (1954) до половине 1960.



Сл. 3. — Изглед највеће групе пега снимљене на Сунчевој површини
на дан 8 авг. 1957.
Снимак Mt Wilson-ске опсерваторије



Сл. 4. — Графички приказ тока активности пега садањег, XIX, циклуса (који је почео 1954)

Тај ток карактерише неколико бројева које, за последњих сто педесет година, ниједан од циклуса није забележио. Поменућемо од њих два. Док су, напр., релативни бројеви пега досад највиших максимума достизали:

у трећем циклусу (од 1775—1785): 158·5;

а у осамнаестом циклусу (од 1944—1954): 152·0;

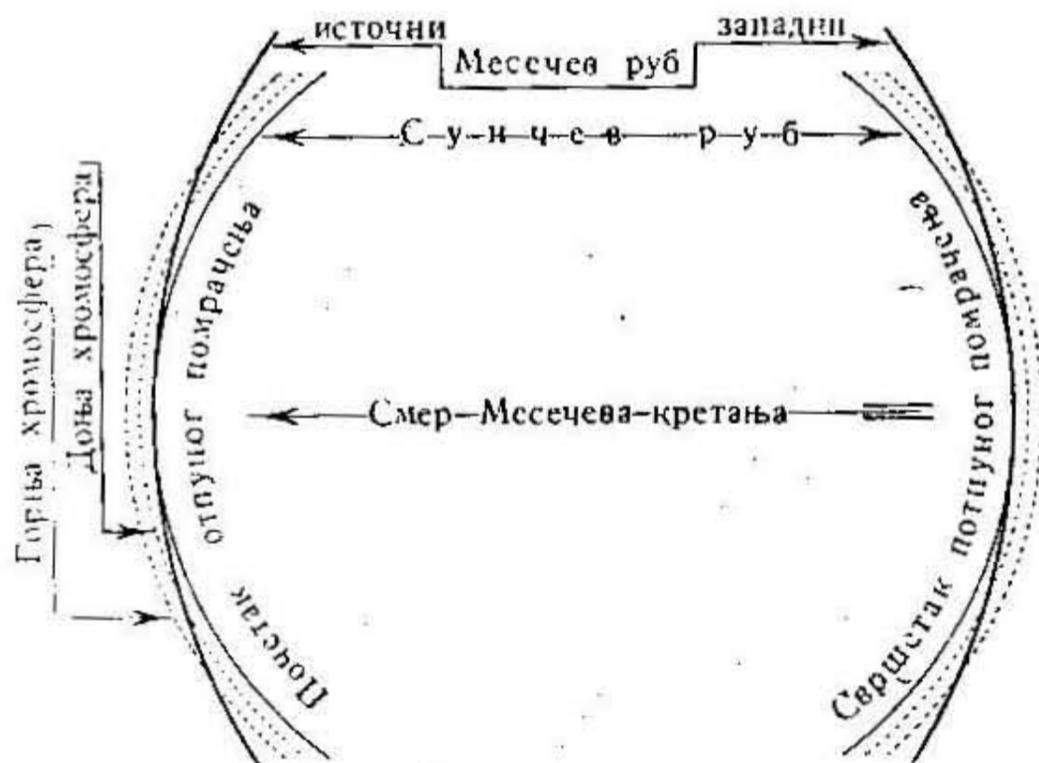
релативни број максимума деветнаестог циклуса достигао је досад недостигнуту висину: 190·2!

Друга његова особеност, која такође није досад забележена, била је у поновљеним појавама, и то у току три узастопне године (1955—1958), групâ пега на високим хелиографским ширинама ($\pm 40^\circ$ до $\pm 50^\circ$), на којима се врло врло ретко пеге виђају. Видећемо да ли ће се и како овај високи степен активности одразити на појединости помрачења које очекујемо.

4. ХРОМОСФЕРА. ФЛЕШ-СПЕКТАР

Највиши слојеви фотосфере пониру у најниже слојеве такозване Сунчеве хромосфере, зване још и доње хромосфере, чија се висина цени на око 4000 км. Најнижи њен слој зове се обртни слој. Они виши и највиши слојеви тог средњег дела Сунчеве атмосфере, такозвана горња хромосфера, досежу и до 10000 км изнад фотосфере.

У односу према сјају фотосфере, сјај хромосфере је слаб и зато се она, у нормалним приликама, не види. Она постаје видљива само за време Сунчевих потпуних помрачења: (в. сл. 5.) за оне три до че-

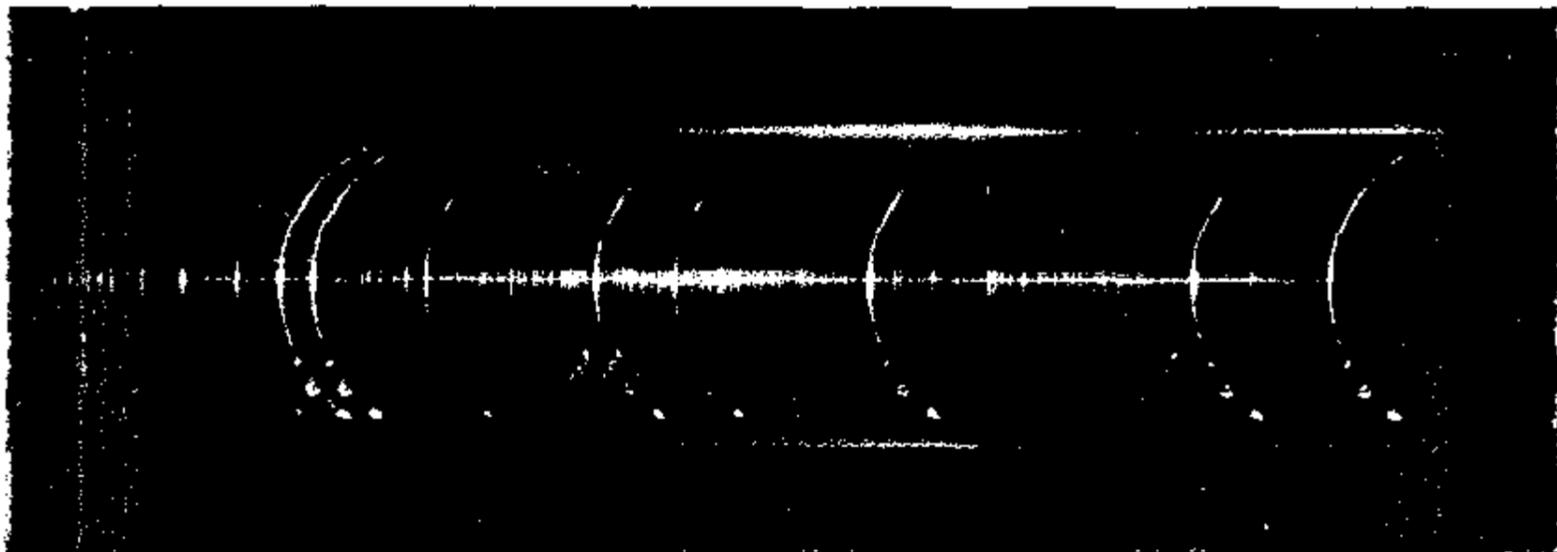


Сл. 5. — Схематски приказ положаја Месечевих руба: источног — у тренутку другог додира (почетка потпуног помрачења), одн. западног — у тренутку трећег додира (свршетка потпуног помрачења)

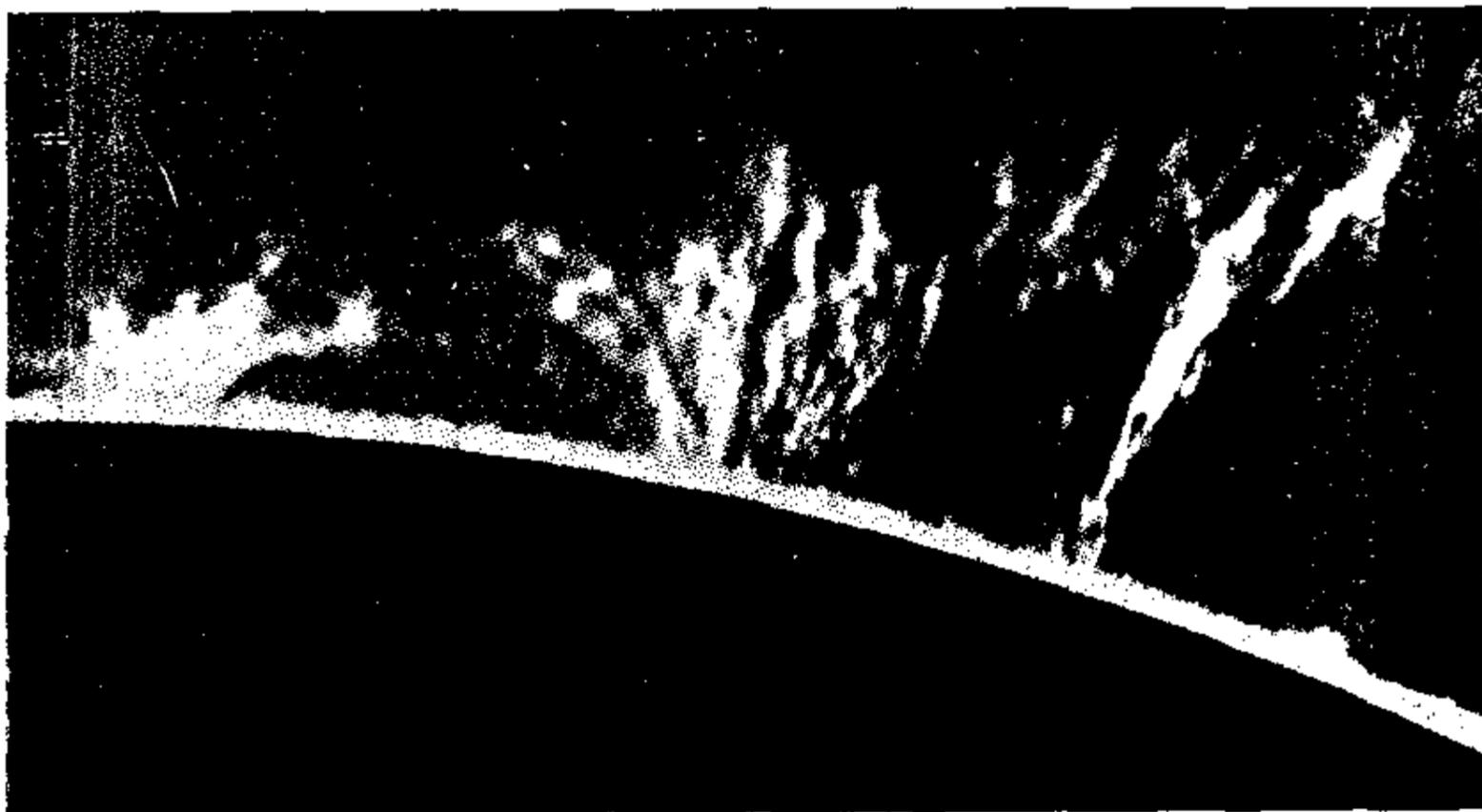
тири секунде на почетку помрачења (после дугог додира), од тренутка кад нам Месец потпуно заклучи Сунчеву сјајну плочу. И тада је видимо као танак, сјајан, ружичасто-црвен лук дуж источног руба Месечеве црне плоче; и пред свршетак потпуног помрачења, три до четири секунде пре трећег додира, пре него што ће, иза Месечева западног руба, поново блеснути први зрак Сунчеве светлости. Своју упадљиво црвену боју хромосфера дугује околности што највећи део њена

видљивог сјаја потиче од познате црвене водородне линије H α .

За тих по неколико тренутака, непосредно после другог, односно непосредно пре трећег додира, снима се спектар хромосфере, такозвани

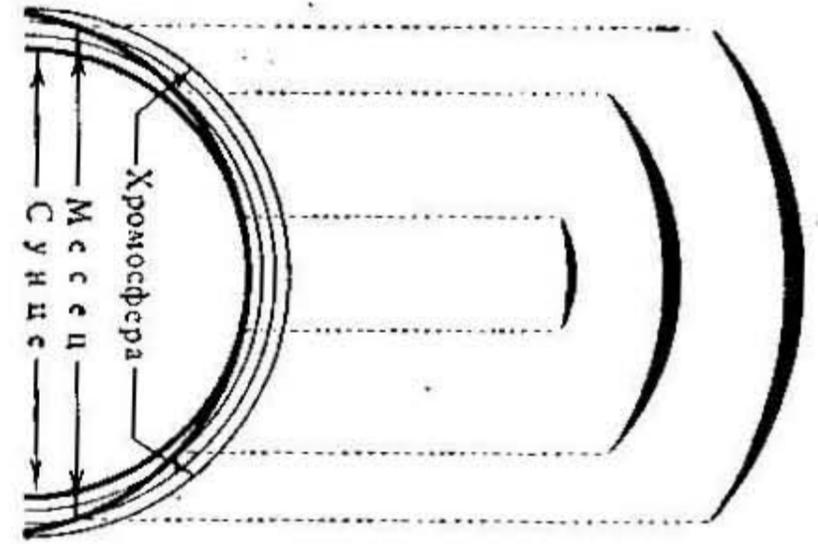


Сл. 6. — Флеш-спектар, снимљен објектив-призмом,
после другог додира (почетка потпуног помрачења од 1932).
Снимак еклипсне експедиције Гриничке опсерваторије (Из: S. A. Mitchell—
Eclipses of the Sun)



Сл. 8. — Снимак Сунчеве протуберанце и једног њена млаза
од 130 000 км над Сунчевом површином.
Снимак Mt Wilson-ске опсерваторије

флеш-спектар (в. сл. 6.). Битно је код овог спектра да већина његових емисионих (сјајних) линија тачно одговарају Фраунхоферовим апсорпционим (тамним) линијама фотосфере. Али постоје и знатне разлике између ових врста спектра. Иначе се, као што видимо, састоји из низа безбројних, танких, сјајних, краћих и дужих, српастих лукова. Сваки од ових је слика одређене боје (монохроматска) доњег хромосферског слоја, ограничена, с доње (издубљене) стране, Месечевим рубом, с горње (испуњене) стране — граничном површином слоја који зрачи ту боју (линију). Са слике (в. сл. 7.) постаје јасно да нижи слојеви производе краће, виши слојеви дуже лукове. Према томе, дужине српастих лукова флеш-спектра омогућају да се дође до података о висини слојева који зраче дотичне боје светлост.



Сл. 7. — Схематски приказ настанка разлика у висинама снимљених хромосферских слојева у флеш-спектру

5. ПРОТУБРАНЦЕ

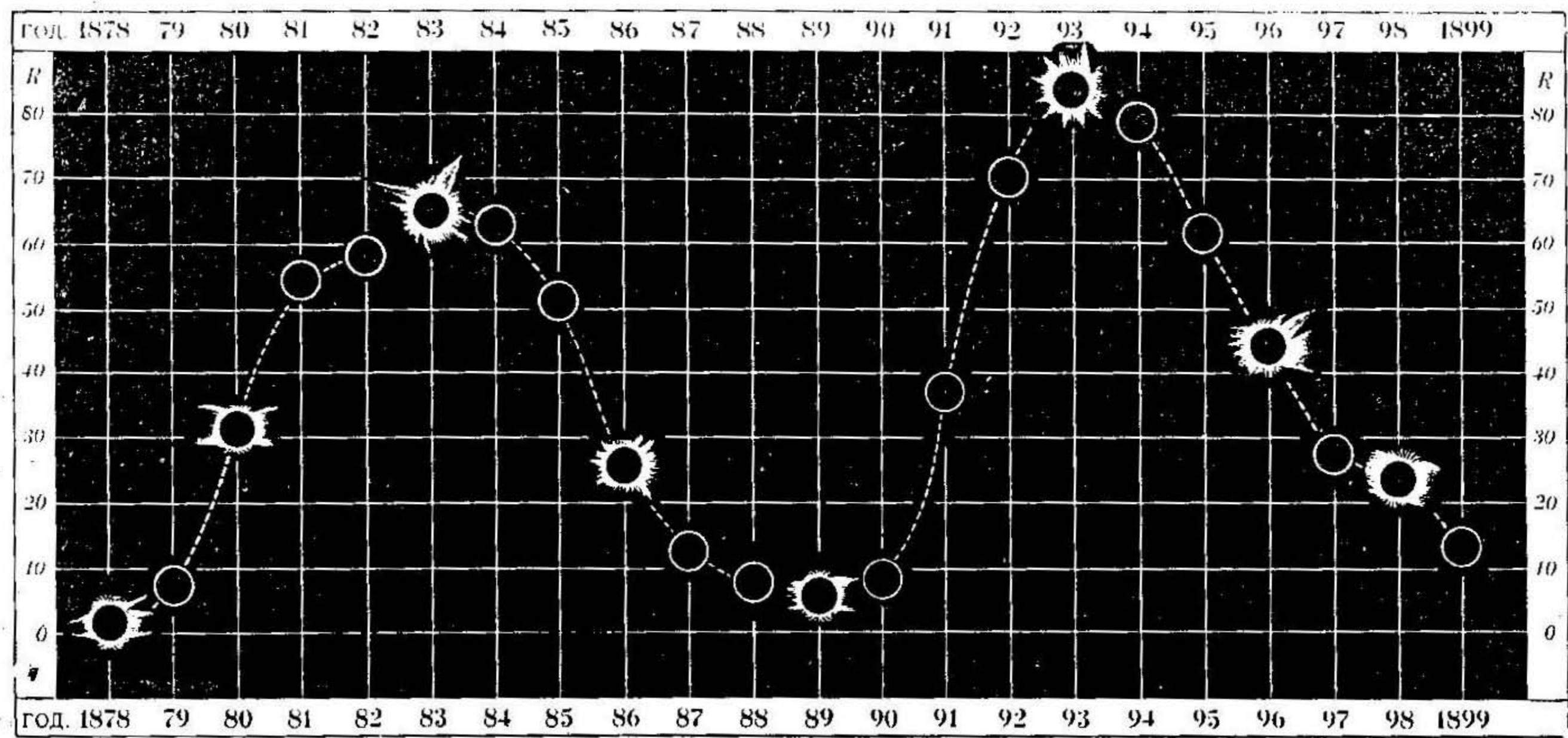
Из хромосфере избијају, понегде, једва приметни гасовити језичци (спикули); понегде, високи и страховито високи црвени пламенови; а, понегде, огромни гасовити славолуци. То су такозване Сунчеве протуберанце (в. сл. 8.). И ово су пролазне, често врло брзо пролазне формације. Само, док су једне скрмних димензија и споро променљива облика; код других су те промене еруптивне природе, при којима избачени гасови достижу и висине од више стотина хиљада км; треће се, опет, понашају као да су под дејством сила магнетног поља.

Некада су протуберанце посматране само за време потпуних Сунчевих помрачења. Данас се оне посматрају у свако доба, ако је време ведро.

6. КОРОНА

Кад нам Месец, при помрачавању Сунца, заклони средњи део Сунчеве атмосфере, дакле хромосферу, око Месечеве црне плоче појављује се прозрачни, врло ниске густине, гасовити, благо-сјајни венац, сребр-насто-жућкасте боје, мање или више правилна облика, ширине, обично, нешто мање од половине Месечеве плоче. То је највиши слој Сунчеве атмосфере, такозвана Сунчева корона (в. сл. спрам насловне стране). И у њој разликујемо доњу, или унутарњу, и горњу или спољну корону. То је, уствари, електронски гас, на врло високој температури, од око милион степени, и изванредно ниском притиску.

До пре три деценије, и корона је посматрачима била приступачна само за трајања потпуних Сунчевих помрачења. Данас се она посматра,



Сл. 10. — Приказ променâ облика и димензија короне Γ у току двају узастопних циклуса активности (1877—1888 и 1888—1899)

при ведром времену, у свако доба, захваљујући специјалној оптичкој апаратури, званој коронограф.

Коронине димензије, облик и сјај одражавају, на извештан начин, степен или стање Сунчеве активности (в. сл. 10.). У доба јаке активности, дакле максимума пега — досад у овом столећу година: 1906, 1917, 1928, 1938, 1947 и 1958 — корона је сјајнија, облика, углавном, симетрична, приближно кружна или равномерно зракаста (в. сл. спрам насловне стране); у доба минимума пега, дакле затишја активности — у овом столећу, година: 1902, 1914, 1924, 1934, 1944, 1954 — сјаја је слабијег, коронини делови око Сунчевих полова повијају се у облику линија сила око магнетних полова, а око Сунчева екватора, напротив, пружају се, у облику праволиних зракова, и по више стотина хиљада км од Сунчеве површине.

7. ВАЖНИЈИ ПОДАЦИ О СУНЦУ И МЕСЕЦУ

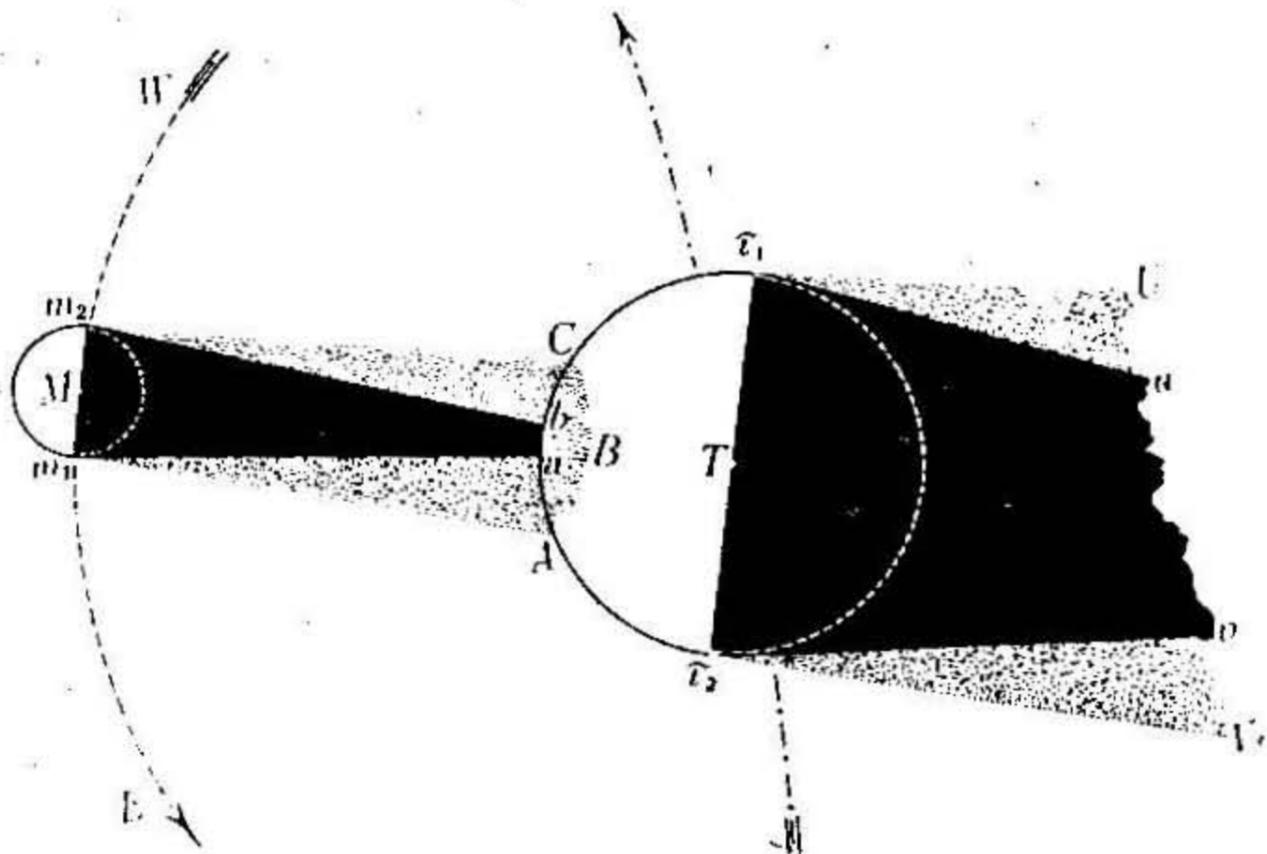
	Сунце	Месец										
Средња екваторска хоризонтска паралакса	8''790	3422''70										
Даљина од Земљина средишта у км	<table border="0"> <tr> <td rowspan="3" style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">{</td> <td>најмања</td> <td>146.88×10^6</td> <td>363 299</td> </tr> <tr> <td>средња</td> <td>149.67×10^6</td> <td>384 403</td> </tr> <tr> <td>највећа</td> <td>151.89×10^6</td> <td>405 507</td> </tr> </table>	{	најмања	146.88×10^6	363 299	средња	149.67×10^6	384 403	највећа	151.89×10^6	405 507	
{	најмања		146.88×10^6	363 299								
	средња		149.67×10^6	384 403								
	највећа	151.89×10^6	405 507									
Полупречник	<table border="0"> <tr> <td rowspan="2" style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">{</td> <td>у км</td> <td>696.35×10^6</td> <td>1736.6</td> </tr> <tr> <td>у Земљиним е кв. п. преч.</td> <td></td> <td>0.27 227</td> </tr> </table>	{	у км	696.35×10^6	1736.6	у Земљиним е кв. п. преч.		0.27 227				
{	у км		696.35×10^6	1736.6								
	у Земљиним е кв. п. преч.		0.27 227									
Привидни п.-пречник кружне плоче	<table border="0"> <tr> <td rowspan="3" style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">{</td> <td>најмањи</td> <td>945''67</td> <td>884''00</td> </tr> <tr> <td>средњи</td> <td>959.63</td> <td>932.58</td> </tr> <tr> <td>највећи</td> <td>977.89</td> <td>1000.50</td> </tr> </table>	{	најмањи	945''67	884''00	средњи	959.63	932.58	највећи	977.89	1000.50	
{	најмањи		945''67	884''00								
	средњи		959.63	932.58								
	највећи	977.89	1000.50									
Геоцентричном углу од 1'', на средњој даљини, одговара на површини дужина (у км)	<table border="0"> <tr> <td rowspan="2" style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">}</td> <td></td> <td>725.6</td> <td>1.86</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	}		725.6	1.86							
}			725.6	1.86								

ГЛАВА ДРУГА

СУНЧЕВА ПОМРАЧЕЊА

8. Релативни положаји. Даљине и димензије

До Сунчева помрачења долази кад Месец, на свом путу око Земље, пролазећи између Сунца и Земље, дакле у доба младог месеца, прође кроз правац Земља — Сунце. Како је Месец тамно тело, облика сферна, које Сунце обасјава, њега прати сенка m_1abt_2 (в. сл. 11.), облика пра-



Сл. 11. — Схематски приказ релативних положаја (Сунца сасвим лево) Месеца (M) и Земље (T) за Сунчево помрачења

вилна кружног конуса. За посматраче који се нађу у простору који заузима сенчани конус (m_1abt_2) Месец заклања Сунце: за њих је дошло до помрачења Сунца. Какве ће оно врсте бити и колико ће трајати зависи, у првом реду, од димензија Месечевог сенчаног конуса. А ове, опет, зависе од величина Сунчеве и Месечеве сфере и Месечеве даљине од Сунца.

Средња даљина Земље од Сунца, која претставља и велику полу-осу Земљине хелиоцентричне путање, износи 149·7 милиона км. Како је, међутим, та путања елиптична, Земљине даљине од Сунца не остају исте у току године: у перихелу (јануара) је та даљина за око 2·8 милиона км мања од средње, а у афелу (јула) је за око 2·2 милиона км већа од средње. Према томе, док на средњој даљини угловна вредност полупречника (696 350 км) Сунчеве сфере, или привидни полупречник Сунчеве кружне плоче, износи скоро тачно 16', његова вредност износи 16'18" кад је Земља најближе Сунцу, а 15'45" кад је најдаље од Сунца. Другим речима, у перихелу је Сунчев привидни полупречник за око 1·8% већи, а у афелу за око 1·5% мањи од средње његове вредности.

Месечева средња даљина од Земље, која претставља велику полу-осу Месечеве геоцентричне путање, износи 384 400 км. Како је и та путања елиптична, даљине Месечеве од Земље (узете од средишта до средишта) прелазе, у току сидеричног месеца, све вредности између 356 330 км (перигејска даљина) и 406 610 км (апогејска даљина). Према томе, док на средњем удаљењу Месечеву од Земље угловна вредност полупречника (1736·6 км) Месечеве сфере, или привидни полупречник Месечеве кружне плоче ($m_1M = Mt_2$), износи 15'33"; кад је Месец најближе Земљи (у перигеју) тај полупречник износи 16'41"; а кад је од Земље најудаљенији (у апогеју) вредност његова привидног полупречника се смањује на 14'44". Другим речима, у перигеју је Месечев привидни полупречник за око 7% већи, а у апогеју за око 5% мањи од његове средње вредности.

По овим вредностима закључујемо да је средња вредност Месечева привидног полупречника мања од средње вредности Сунчева привидног полупречника.

9. ДИМЕНЗИЈЕ МЕСЕЧЕВА СЕНЧАНОГ КОНУСА. ВРСТЕ ПОМРАЧЕЊА

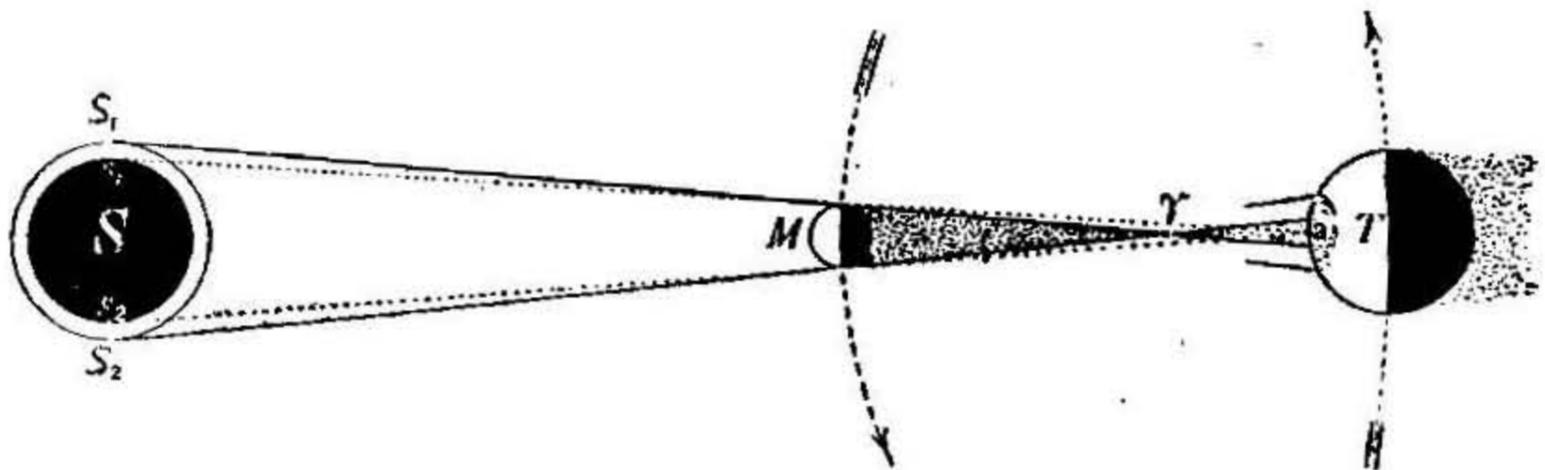
На основи тих вредности налазимо да средња дужина Месечева сенчаног конуса (мерена од Месечева средишта, дакле од M до ab , в. сл. 11.) износи 373 450 км; но она може достићи и дужину од 379 720 км, као што може и да се скрати до на 367 710 км. А приметимо ли да средња даљина Месечева средишта од Земљине површине износи 378 020 км, видимо да средња дужина Месечеве сенке не досеже до Земљине површине.

Како је горе речено да дужина сенке може достићи и 379 720 км, а, с друге стране, најмања даљина Месечева (средишта) од Земљине површине износи 349 950 км, закључујемо да врх Месечева сенчаног конуса може допрети и до на 29 770 км. и за Земљине површине. У том случају би део Земљине површине, који би сенчани конус покрио у једном тренутку, имао највећу могућу површину. Овај би случај могао настати кад би, за посматраче на Земљину екватору, Сунчево потпуно помрачење наишло, при Месечеву пролазу кроз перигеј, око 1 јула у подне. У том случају би пречник Месечеве сенке (ab) на Земљиној површини износио око 268 км. Ако сенка косо пада, њен пресек Земљиним површином има облик елипсе, чија велика оса може бити



и већа од 268 км. Просечна ширина сенке је око 160 км. Онај траг, или део Земљине површине, којим прође Месечев сенчани конус, за време потпуног Сунчевог помрачења, зове се појас тоталитета.

Горе је већ било речено да највећа Месечева даљина од Земљина средишта достиже 406 610 км; дакле, од Земљине површине 400 230 км. А како смо видели да се дужина Месечевог сенчаног конуса може смањити и до свега 367 170 км, постаје јасно да се може догодити да врх (γ , в. сл. 12.) сенчаног конуса, уопште, не допре до Земљине повр-



Сл. 12. — Схематски приказ релативних положаја Сунца (S), Месеца (M) и Земље (T) при прстенастом Сунчеву помрачењу

шине: у изузетном случају допире само до на ($\gamma_a =$) 33 000 км од ње. За посматраче који се нађу на делу Земљине површине покривеном продужетком сенчаног конуса — Месечева привидна плоча неће бити довољно велика да им закљони сву Сунчеву плочу. Они ће око целе Месечеве плоче видети узан прстен ($s_1 S_1 — s_2 S_2$) Сунчеве сјајне плоче: они ће видети такозвано прстенасто Сунчево помрачење. Пречник тог дела Земљине површине који (у једном тренутку) покрива продужетак Сунчевог сенчаног конуса може имати око 370 км.

Додајмо да су прстенаста Сунчева помрачења чешћа од потпуних. А догађа се и да на једном делу Земљине површине помрачење буде прстенасто, а на осталом делу потпуно, или обратно.

С обе стране појаса тоталитета простире се површина, ширине (на сл. 11. aA , одн. bC) од преко 3000 км., којом пролази, за време помрачења, Месечева полусенка. Са тих делова Земљине површине посматрачи виде само делимично Сунчево помрачење: и то утолико већи део Сунчеве сјајне плоче покривен, уколико се посматралиште налази ближе појасу тоталитета, а утолико мањи, уколико је оно даље од тог појаса.

10. ТРАЈАЊА ПОМРАЧЕЊА

Трајање Сунчевог потпуног помрачења, на одређеном месту на Земљиној површини, зависи, прво, од брзине са којом се креће Месечева сенка; друго, од брзине са којом се то место креће, услед Земљина обртања; и, треће, од релативног правца ових кретања. Можемо и оценити просечну вредност тог трајања.

Зна се да Месечево средње сидерично дневно кретање износи $n_{\zeta} = 13^{\circ}10'35'' = 47\,435''$; а Земљино, или привидно Сунчево, дневно кретање износи $n_{\odot} = 0^{\circ}59'8'' = 3\,548''$. Према томе, ако Месечеву геоцентричну даљину означимо са Δ_{ζ} , за брзину (w) којом се оса Месечева сенчаног конуса креће по Земљиној површини налазимо

$$w = \frac{1}{86\,400} \Delta_{\zeta} (n_{\zeta} - n_{\odot}) = \frac{1}{86\,400} \times 43\,887'' \Delta_{\zeta} = 0''.508 \Delta_{\zeta} = 246 \times 10^{-8} \Delta_{\zeta}.$$

Ако, дакле, за Месечеву геоцентричну даљину узмемо Месечеву средњу даљину од Земље, за тражену брзину добивамо

$$w = 246 \times 10^{-8} \times 384\,4 \times 10^6 \text{ m/sec} = 946 \text{ m/sec}.$$

Са овом брзином би се, дакле, Месечева сенка кретала по Земљиној површини, од запада ка истоку, да се Земља не обрће. Али се она обрће, од запада ка истоку, сталном угловном брзином (ω); притом брзина v_{φ} тачке на Земљиној површини, на географској ширини φ , ако Земљин екваторски полупречник означимо са R , износи

$$v_{\varphi} = R \omega \cos \varphi = 6\,378 \times 10^3 \times 15'' \cos \varphi = 6378 \times 10^3 \times 73 \times 10^{-8} \cos \varphi \text{ m/sec} = 465 \cos \varphi \text{ m/sec}.$$

Према томе ће брзина Месечеве сенке износити, на месту географске ширине φ ,

$$w_{\varphi} = (964 - 465 \cos \varphi) \text{ m/sec}.$$

У овој малој таблици налазимо вредности тих брзина на разним географским ширинама.

φ	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
$w_{\varphi} \text{ m/sec}$	481	488	509	543	590	647	713	787	865
$w_{\varphi} \text{ km/h}$	1732	1757	1832	1955	2124	2329	2567	2833	3114

Треба, међутим, имати у виду да су ово брзине са којима би се кретала оса сенчаног конуса кад би се, у тренутку помрачења, Месец налазио у посматрачеву зениту. За друга места се оне могу и знатно од ових разликовати. Тако, на тачкама на којима помрачење наилази при Сунчеву излазу, или залазу, кад, дакле, оса сенке косо пада на Земљину површину, брзине сенчане осе достижу, нарочито на вишим географским ширинама, и знатно веће брзине: по километар, два, а и више за секунду.

Сад постаје јасно зашто потпуно Сунчево помрачење траје свега по неку минуту. Ако се сетимо да је напред речено, да сенка има просечну

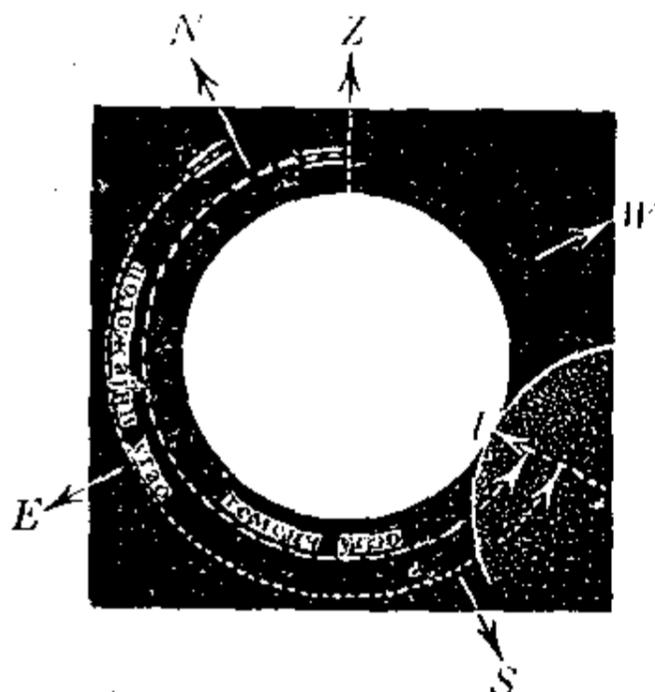
ширину око 160 км, да оне ретко достижу 210 и 220 км, а само изузетно и више, за трајања потпуних помрачења на екватору добивају се вредности између $6\frac{1}{2}$ и $7\frac{1}{2}$ минута.

Прстенасто помрачење може на екватору највише потрајати $12^m 24^s$.

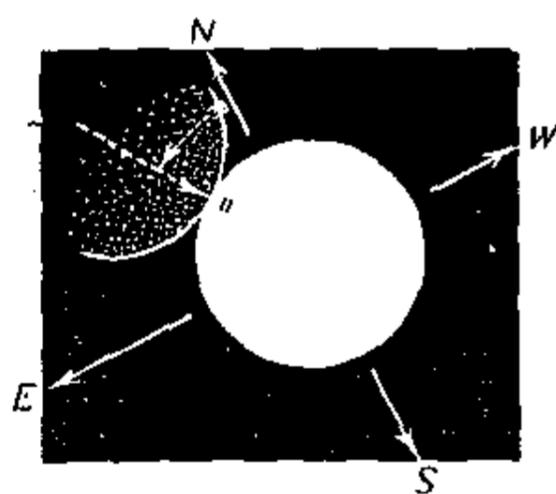
На нашим географским ширинама (40° — 50°) конус Месечеве сенке се обично креће, према томе, брзином од 600 до 650 m/sec; или 35—40 km/min. То су, свакако, брзине велике, али се још могу пратити. Ако се посматрач налази на извесној висини, и још на морској обали, при ведром и тихом времену, лепо може да види, пред сам почетак фазе тоталитета, тај узбудљиви приказ, како се са западне стране, као таман „облак“, страховитом брзином, приближује Месечева сенка. При свршетку тоталитета може се видети како се, истом брзином, сенка удаљује ка истоку.

11. ФАЗА ДЕЛИМИЧНОГ ПОМРАЧЕЊА

Изглед и општи ток једног Сунчевог помрачења различити су према томе са које тачке оног дела Земљине површине којим ће проћи Месечев сенчани¹ конус гледалац појаву посматра. Ако је посматра са дела којим пролази полусенка, видеће само, слабије или јаче, делимично Сунчево помрачење. Другим речима, видеће како, у одређеном тренутку, Месечева црна плоча, на одређеној тачки западног (десног) Сунчевог руба, почиње заклањати Сунце. Тај тренутак се стручно назива првим „додиром“. Другим додиром се назива тренутак којим се свршава делимично помрачење. Ово су за Астрономију важни тренуци, јер служе за проверавања степена тачности теорије Месечева, а и Земљина кретања.



Сл. 13 а. — Приказ положајног угла спољашњег (првог) додира, рачуната од највише тачке (Z), одн. од најсеверније тачке (N) Сунчевог кружног диска



Сл. 13 б. — Приказ положајног угла спољашњег (четвртог) додира, рачуната као и у првом случају

Положај тачке на Сунчевој плочи на којој долази до првог додира дефинише се: такозваним положајним углом, то јест углом у средишту Сунчеве плоче, (в. сл. 13а., сдн. 13б.) било рачунатим од северне

¹ одн. полусенчани

(N) ка источној (E) (лево ако Сунце слободним оком гледамо) тачки Сунчеве плоче, од 0° до 360° ; било углом рачунатим од правца зенита (Z), одређена на Сунчевој плочи правцем посматрачеве вертикале опет ка источној (E) тачки, од 0° до 360° .

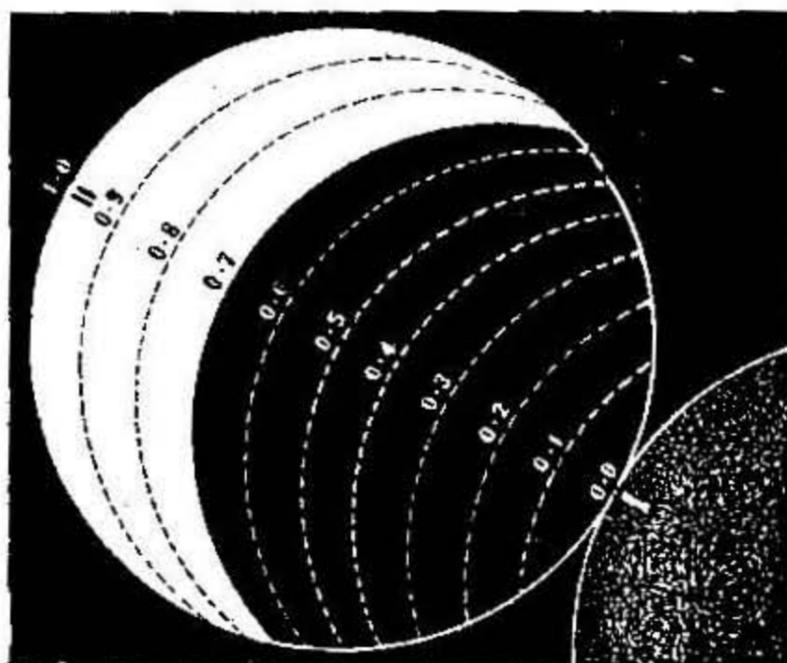
А може се (ако се хоће) дефинисати и било од северне (N), било од јужне (E) тачке Сунчева руба, бројем степени до 90° , али са знаком смера: ка E, или ка W.

Са тренутком првог додира црна Месечева плоча почиње полако заклањати Сунчеву сјајну плочу, што у почетку не изазива (за необавештена човека) никакву приметну промену. Да се нешто догађа, примећује се тек ако се кроз обојено или надимљено стакло погледа Сунчева плоча. Заклоњени део мери се (приближно) десетинама пречника Сунчеве привидне плоче, који пролази кроз Сунчево и Месечево средиште. Број заклоњених десетина (в. сл. 14.) зове се „величина“ помрачења.* „Средином“ помрачења зове се тренутак највећег степена помрачења на дотичном месту. При делимичним помрачењима, средина одговара и највећој величини помрачења. Од величине зависи и трајање појаве. На тачкама блиским границама помрачења трајање овога се своди на неколико тренутака. Уколико је место ближе појасу тоталитета, тачније оси сенчаног конуса, величина делимичног помрачења је већа и трајање дуже. Најдуже трајање делимичног помрачења, на екватору, може премашити 4^h ; на нашим ширинама може премашити $3\frac{1}{2}$ часа.

Појава постаје приметна, и за необавештена лица, кад величина помрачења премаши 0.8. А призор постаје необичан, кад помрачење достигне величину 0.9. Од тог тренутка, не само што светлост дана постаје приметно слабија, већ и атмосфера почиње мењати своју боју. Небо, са западне стране видика, постаје тамно-модро, са супротне стране светлије; облаци постају жућкасто-мрки; да се затим, за посматрача код кога је помрачење само делимично, све полако почне враћати, и, са другим додиром, коначно и врати све у првобитно стање.

12. ПОЧЕТАК ПОТПУНОГ ПОМРАЧЕЊА

Налази ли се, међутим, посматрач на оном делу Земљине површине којим ће проћи сенчани конус, дакле негде на појасу тоталитета, за њега ће ток појаве бити сасвим друкчији. Друкчији је утолико што се

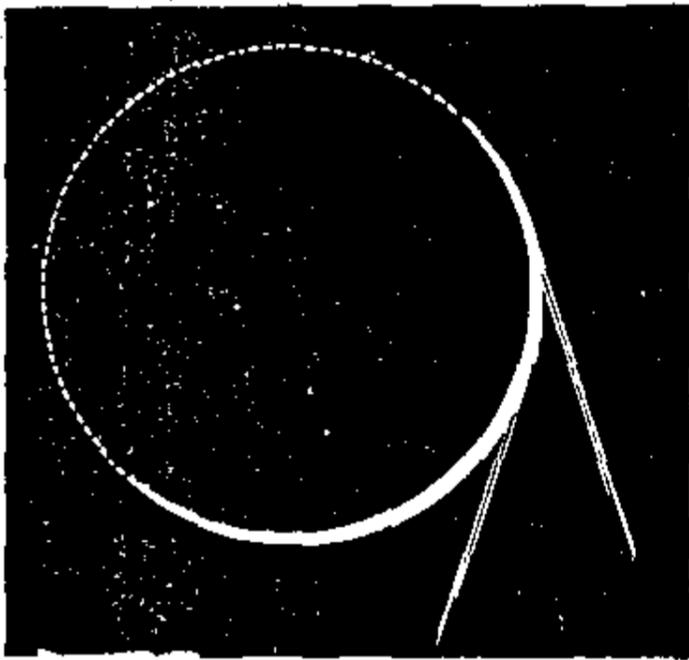


Сл. 14. — Приказ поступног помрачења Сунчеве површине, изражене у деловима пречника Сунчева диска

* До почетка овог века још величина помрачења изражавана је у дванаестинама пречника Сунчева привидног пречника, које су називане „палцима“.

делимична фаза код њега не зауставља на одређеној величини, већ се непрекидно повећава, касније чак и убрзано. Почев од величине помрачења 0.9, светлост дана — као што већ рекосмо — почиње приметно слабити: атмосфера својом бојом све јаче потсећати на наилазак вечерњег сумрака.

Може да се деси, и дешавало се, да, минуто-две пре потпуног помрачења, а исто толико и после потпуног помрачења, из сасвим танког сјајног Сунчевог руба бљесне, за тренутак, дужи или краћи, ужи или шири, светао прамен (в. сл. 15.). У том случају, треба забележити тренутак кад се то десило и, приближно, положајни угао тачке на којој се десило.



Сл. 15. — Схематски приказ (Сунчевих) светлосних млазева који се, покатак, у тренуцима другог и трећег додира, могу видети

чима да, неку минуто пре самог почетка помрачења, употребе за посматрање тамније (јаче надимљено, нагарављено) заштитно стакло, како би били у стању да потпуно помрачење, од самог почетка, посматрају голим оком, довољно прилагођеним полутами у којој ће се наћи.

Прелаз у полутаму, дакле почетак потпуног Сунчевог помрачења, праћен је читавим низом, готово једновремених, брже или спорије пролазних, лакше или теже уочљивих појава, не само на Сунцу и око њега, већ и у атмосфери и на Земљи. За науку је и потребно и корисно да, по могућству, све појединости сваког помрачења буду уочене, што верније описане, тачно временски регистроване.

На члановима еклипсних експедиција је да поделе улоге и обезбеде, да ове тренутке (ту последњу минуто) пре другог додира дочекају: најмање два посматрача (а што више, то боље) спремни да осмотре и забележе (региструју) тачан тренутак другог додира; бар два (друга) посматрача (ако не може више) сачекају (са спектрографима) спремни да сниме флеш-спектар. При посматрању ових и овако брзо пролазних појава, корисно је и препоручљиво придржавати се принципа, да сваку од њих осмотре бар два посматрача.

Кад је већ о снимању флеш-спектра реч, две ствари би овде требало да споменемо. Прва је да видљивост флеш-спектра траје свега три до

четири секунде непосредно после другог, односно, при свршетку потпуног помрачења, непосредно пре трећег додира — само дуж и око средње линије појаса тоталитета. Она дуже трају дуж граница овог појаса, за које Месец косо наилази при заклањању Сунчеве плоче. Тако да је за посматраче који треба специјално обртни слој да осмотре и флеш-спектар да сниме, корисније да се поставе ближе границама појаса тоталитета, по могућству и на извесну висину.

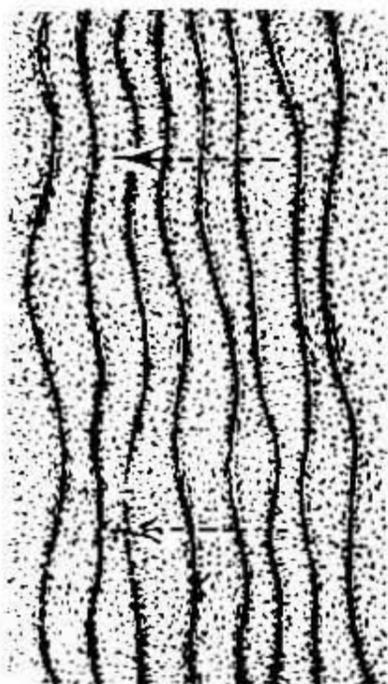
На неколико секунда пре другог додира, у тренутку кад источни Месечев руб треба да додирне источни Сунчев сјајни руб, — неравнине Месечева руба засецају и просецају танки, још непомрачени срп сјајног Сунчевог руба, што производи појаву такозваних Bailey-евих „зрнаца“ (Bailey-еве „бројанице“) (в. сл. 16). Ове се појаве нарочито лепо, и нешто дуже, посматрају дуж граница појаса тоталитета.

Нешто мало пре но што ће се на Сунцу указати ова зрнца, на Земљи се појављују такозване покретне (валовите) сенке. Нарочито на равним површинама, било на тлу, било на неком зиду, могу се видети таласасте пруге, наизменично светле и тамне (в. сл. 17.), или повеће пеге, опет, наизменично светле и тамне (в. сл. 18.),

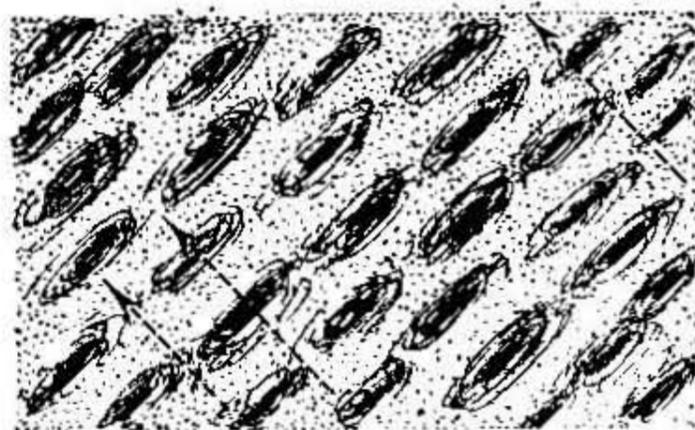


Сл. 16. — Схематско објашњење настанка такозваних Bailey-евих зрнаца, непосредно пре другог, односно после трећег додира

које се крећу у одређеном, све у истом, правцу. Појава потсећа на сенке које би на Земљи могли произвести високи искидани облачићи, при пролазу испред Сунца.



Сл. 17. — Схематски приказ покретних (таласастих) сенки



Сл. 18. — Схематски приказ покретних сенки

Код појаве покретних сенки треба проценити, по могућству и измерити, величине тамних и сјајних пеге, и утврдити правац њихова кретања. Покретне сенке се најлепше „хватају“ ако се њихова појава дочека на неком зиду, или, још боље, на повећем белом платну, које се проетре по земљи и оријентише, па снимити, кад наиђе.

Незаклоњени део Сунчеве сјајне плоче убрзано се сад, сужава, тањи, скраћује. Природа је сва у стању ишчекивања нечег необичног!

Најзад наилази и тренутак кад се гаси и последњи Сунчев зрак. У том тренутку, са западне стране, орканском брзином, као огроман облак, махом тамне, каткад тамно-пурпурне боје — Месечева сенка — почиње застирати посматрачев видик.

13. ФАЗА ПОТПУНОГ ПОМРАЧЕЊА

Са другим додиром почиње Сунчево потпуно помрачење. Са њим нестаје светла дана. На видик се спушта тама. У природи настаје тишина. Тама је, отприлике, јачине пуне месечине при ведрој ноћи. Цифре на часовнику (или на термометру) се ипак лако, слободним оком, читају. Та је јачина различита према помрачењу; а мења се и у току истог помрачења. Она зависи од величине, дакле трајања помрачења (јача је уколико Месец потпуније покрива Сунчеву сјајну плочу). А зависи и од стања Земљине атмосфере, као и од висине над хоризонтом на којој се појава одиграва.

На тамно-зеленкастом своду, посматрачи сад виде „као катран црну“, округлу Месечеву плочу, која је потпуно заклонила Сунце. А око ње, свуд околу, свио се широк, светао, благо-беличасте боје, величанствен ореол. То је Сунчева корона. Њен изглед, што ће рећи и састав, и облик, и димензије, и сјај зависе, пре свега, од фазе Сунчеве активности (пега); но мења јој се изглед и у току истог помрачења.

Интересантно ће бити, а и корисно, да овде поновимо речи којима је Вaіlу описао своје утиске, које су на њега оставили ти први тренуци фазе тоталитета оног историског помрачења, из 1842, чији је појас тоталитета прошао северном Италијом, а које је он посматрао из Павије.

„Стајао сам — каже Вaіlу, у свом извештају — удубљен у бројање откуцаја мог хронометра, како бих сигурно ухватио тренутак потпуног Сунчева заклањања, окружен масом света, који је, у највећој тишини, стајао по улицама и на трговима, или са прозора зграда, са највећом пажњом ишчекивао призор који се приближавао. Одједном, у тренутку кад је ишчезнуо и последњи Сунчев зрак, разлегоше се са свих страна усклици усхићења и задивљености. Мене обузе нека језа и погледах ка Сунцу. И угледах најузбудљивији призор од свих што се могао замислити. Сунце и Месец, та два огромна небеска тела, висила су, једно према другом, између неба и Земље, као црн котур, уоквирен сјајним корониним венцем“ (в. сл. спрам насловне стране).

У овом тренутку постаје видљив, дуж Месечева руба, за који је баш ишчезао последњи Сунчев зрак, танак, пурпурни прстен — Сунчева хромосфера. Из ње избијају, местимично, краћи или дужи, ружичасте боје, овде, језичци, онде, лукови, понегде и огромни пламени млазеви. То су Сунчеве протуберанце. А подаље, око заклоњеног Сунца, где се сјај корониних зракова већ утапа у тамнину свода, назире се треперење понекс сјајније звезде, или мирни сјај неке, или неких планета.

Почела је, дакле, за астрономе најинтересантнија фаза призора. Главна тачка програма ове фазе је, и данас још, Сунчева корона — и поред тога што отпре три деценије постоје коронографи, којима се корона снима у свако доба. Другу тачку овог програма претстављају снимци Сунчеве ближе и даље околине.

Снимања короне су утолико сложенији технички проблем што је корона димензија, често, неочекивано великих, сложене структуре и врло неуједначена сјаја. Док је унутарња корона релативно јака сјаја, при дну још и испрекидана млазевима и праменовима протуберанаца, спољна корона је неупоредиво слабија сјаја и, што даље од Месечева руба, све слабија, тако да се неприметно утапа у околну средину. Стога се не може ни очекивати да ће се једним инструментом, усто још и за тако кратко време, моћи добити добри снимци, који би свима циљевима подједнако одговарали.

Но ако се и располаже погодним инструментима за сврхе које се имају пред очима, остају још увек три услова који треба да буду задовољени, да би био обезбеђен успех какав се жели. То су: време излагања, врста плоче и начин изазивања (врста развијача). На ове треба обратити пажњу!

14. СВРШЕТАК ПОМРАЧЕЊА

Свршетак потпуног помрачења, или трећи додир, како га астрономи зову, омогућује, и искоришћује се, да се поново осмотре, само у обрнутом реду, све оне појединости које су биле посматране и у тренутку другог додира, на почетку потпуног помрачења.

Овде, међутим, треба да се посматрачи упозоре, да обрате пажњу на питање, и данас још спорно: да ли корона престаје да се види (неку секунду) *п р е* трећег додира, или, напротив, она остаје видљива (неку секунду, а можда и више) и *п о с л е* трећег додира, дакле по завршетку потпуног помрачења. У овом случају, треба забележити колико је дуго још корона била видљива, и да ли и визуално или само телескопски.

Крај фазе потпуног помрачења посматрачи на спектрографима треба да сачекају спремни да, неколико секунда пре трећег додира, почну са снимањем флеш-спектра, као што је то и после другог додира рађено.

У тренутку трећег додира треба осмотрити да ли се види удаљавање Месечеве сенке, ка истоку. То се теже види; али ако би се видело, било би врло корисно — као што је већ било речено — моћи уочити положај на Земљи до којег је сенка стигла, тачније кроз који је пројурила, у извесном тренутку, који би исто тако требало забележити.

Одмах по трећем додиру, треба осмотрити Вaily-ева зрнца и покретне сенке, онако како је то објашњено код посматрања другог додира. Даље, не треба заборавити ни осматрања свих метеоролошких карактеристика које ће, сад, почети нагло да се мењају.

Ови тренуци, непосредно после трећег додира, могу и, треба да буду искоришћени да се кинематографише разлаз врхова и постепено ширење Сунчева сјајног српа. При овом снимању је битно да сваки изглед српа (снимак) буде уједно и хронометрисан.

За овим наилази фаза делимичног помрачења. Овај други, или завршни, део делимичног помрачења искоришћује се за посматрања симетрична онима која су (ако су) обављана у току првог дела те фазе, то јест између првог и другог додира. Помрачење се завршава четвртим додиром, који свакако треба осмотрити, што је могућно тачније, исто онако као што је и први додир био посматран.

ГЛАВА ТРЕЋА

ПРОГРАМ РАДА. ПОСМАТРАЊЕ ПОМРАЧЕЊА

15. ПОСМАТРАЛИШТЕ

Као погодан положај за еклипсно посматралиште сматра се висораван или венац са благим превојима, са што слободнијим, што мање заклоњеним видиком, рецимо на неком полуострву, на 300 — 800 м надморске висине. Место, у сваком случају, треба да буде изван градских (настањених) агломерација, али не ни сувише далеко од ових (због животних услова особља експедиције).

Први посао еклипсне експедиције (посматрача) је, пошто изабере место са којег ће посматрати помрачење, да одреди његов тачан положај: географску ширину, географску дужину и надморску висину. Чак, веће експедиције, које са собом носе и више опреме и веће инструменте, треба положај свог посматралишта да знају, бар приближно, пре него што и крену на пут. Из простог разлога што извесни органи (осовински системи) већих инструмената морају одговарати географској ширини места на којем ће бити постављени; другим речима, морају за ту ширину бити израђени.

Познавање тачних географских координата омогућује експедицији: прво, да тачно оријентише своју привремену опсерваторију; друго, да инструменте прописно постави и коначно тачно дотера; треће, да унапред израчуна тачне тренутке почетака и свршетака појединих фаза појаве, што је од пресудног значаја за успешно извршење програма, који се сав — као што је речено — одвија по хронометру; и, четврто, да, после успешно обављених посматрања појаве, може добивене резултате упоредити са предвиђеним (теориским) вредностима и, из тих упоређења, извести евентуалне поправке теориских вредности.

Други посао експедиције је да, дан-два пре помрачења, дотера своје часовнике (хронометре). Данас ово није више проблем. Јер, свака експедиција носи са собом, поред хронометара, и радио-пријемни апарат. С друге стране, према међународном споразуму, уочи и на дан помрачења велике емисионе станице емитују, у одређене часове, часовне сигнале, намењене специјално експедицијама, за дотеривање њихових часовника.

Што је речено за експедиције вреди и за појединце, добровољне посматраче, којих је, обично, велик број, за време оваквих појава, и чија посматрања могу бити и врло корисна. Да би могла бити корисна и могла имати неку научну вредност, услов је да се, прво, зна положај са којег је, и, тачан тренутак, кад је свако посматрање извршено. Што се положаја тиче, посматрач може његове приближне координате узети и са неке тачније географске карте (секције). Притом треба само да обрати пажњу на почетни меридијан од којег су на карти мерене географске дужине, то јест повлачени меридијани. А свој часовник (који може бити и џепни) може дотерати помоћу часовних радио-сигнала, или радио-извештаја о тачном времену.

За посматраче који би појаву посматрали из авиона питање положаја се не поставља. Али утолико важнији постаје податак о тачном времену, кад је свака појава, или нека њена појединост, била посматрана. Тај тренутак свакако треба забележити.

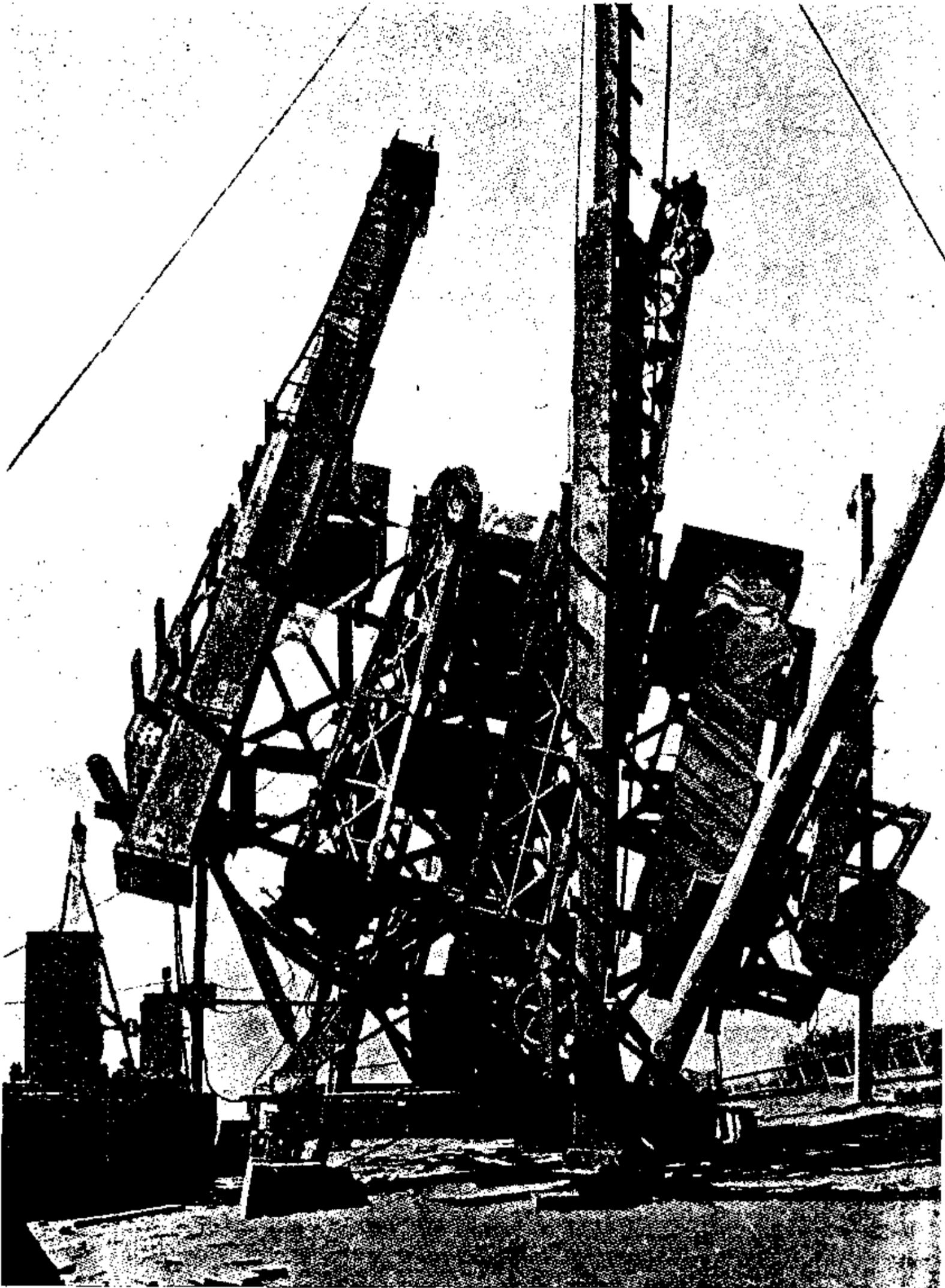
16. ИНСТРУМЕНТИ И ОПРЕМА

Избор инструмената за посматрање помрачења зависи од програма који се усвоји. А програм се, опет, саставља према трајању појаве и условима под којима ће, са изабраног места, појава моћи бити посматрања. Ако је трајање помрачења дуже (пет до шест минута), и још пада, рецимо, око подне, кад је Сунце високо и услови за посматрање повољни, програми су потпунији, разноврснији; ако помрачење траје свега две до три минуте, усто још наилази, рецимо, изјутра или касно по подне, кад је Сунце ниско над хоризонтом, програм је знатно ограниченији.

Сама посматрања ових појава могу се поделити у две врсте. Прва обухвата она која се свде на одређивање само тренутака кад се нешто (поједини додири, напр.) догодило, мерења положаја (некретница, или непознатих објеката) и привидних димензија (величина тетива, протуберанаца). Ова можемо, кратко, звати **астрономским посматрањима**. Друга врста обухвата посматрања свих оних појединости из којих добивамо податке о саставу и физичким условима како на самој фотосфери, тако у слојевима на разним висинама над њом. Ова можемо, кратко, звати **астрофизичким посматрањима**. У ову можемо уврстити и посматрања Сунчевих радио-зрачења.

16.1. ИНСТРУМЕНТИ ЗА АСТРОНОМСКА ПОСМАТРАЊА

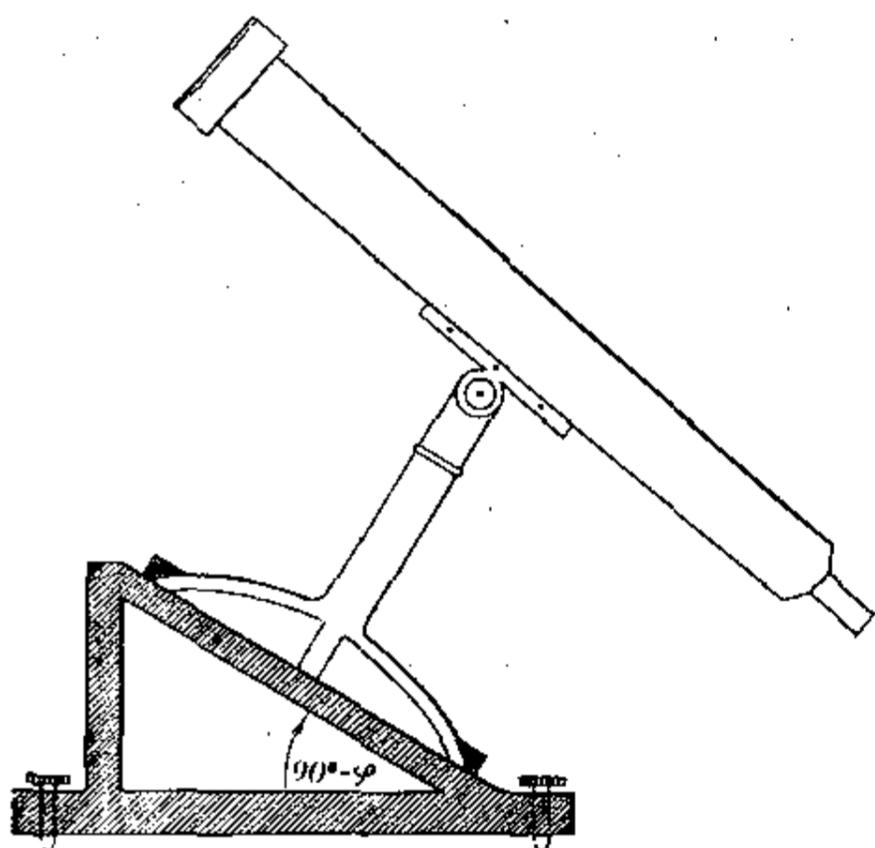
За астрономска посматрања високог степена тачности, било визуална било фотографска, траже се паралактички инструменти, снабдени механизмом за аутоматско часовно кретање. Тачније речено, искоришћују се, у овим приликама, само осовински системи паралактички (значи без стуба), који се постављају на провизорно, солидно, зидано постоље. А за ове системе се редовно причвршћују (према њиховој издржљивости) по два, три главна, већа дурбина и по исто толико мањих, било дурбина, било фото-комара, било других оптичких апарата. (в. сл. 19.).



Сл. 19. — Батерија паралактичних дурбина и фото-комора Mt Wilson-ске еклипсне експедиције за посматрање помрачења од 10 септ. 1923.
(Из: S. A. Mitchell—Eclipses of the Sun)

Што се тиче карактеристика самих дурбина, који се за ову врсту посматрања употребљују, може се рећи да су употребљиви дурбини свих димензија, ако су оптички беспрекорни. Из извештаја склипских експедиција види се да су успешно биле искоришћаване све димензије: од $O=33$ цм и $F=3.40$ м, до $O=10$ цм и $F=5.70$ м. А ако се не тражи крајња тачност, сви су, дакле и мањи, дурбини употребљиви.

Ако се не располаже паралактичним већ азимутним дурбином, може се његов стуб (или ножица), на којем стоји и око којег се обрће, причврстити за дрвену (или металну) подлогу, којој се да нагиб од $(90^\circ - \varphi)$ према тлу (φ означава географску ширину посматралишта) (в. сл. 20.). Стуб дурбина, у том случају, заузима положај паралелан



Сл. 20. — Схематски приказ азимутног астрономског дурбина, претворена (помоћу постоља) у паралактични

светској оси. На тај начин постаје рад утолико посматрачу олакшан што ће имати дурбин да помера само у једном смеру, да би Сунце (предмет) задржао у пољу вида.

Ако се не располаже ни азимутним дурбином, појава се може посматрати и двогледом, или мањим догледом.

Посматрачима који појаву визуално посматрају скреће се пажња да нипошто Сунце не посматрају без заштитног стакла на окулару (ако немају специјалан окулар). Као заштитно стакло може послужити свако загаситије стакло, које се причврсти пред окулар, ако не постоје на окулару зарези у које се ово увлачи. Најпогоднији је, као заштитно

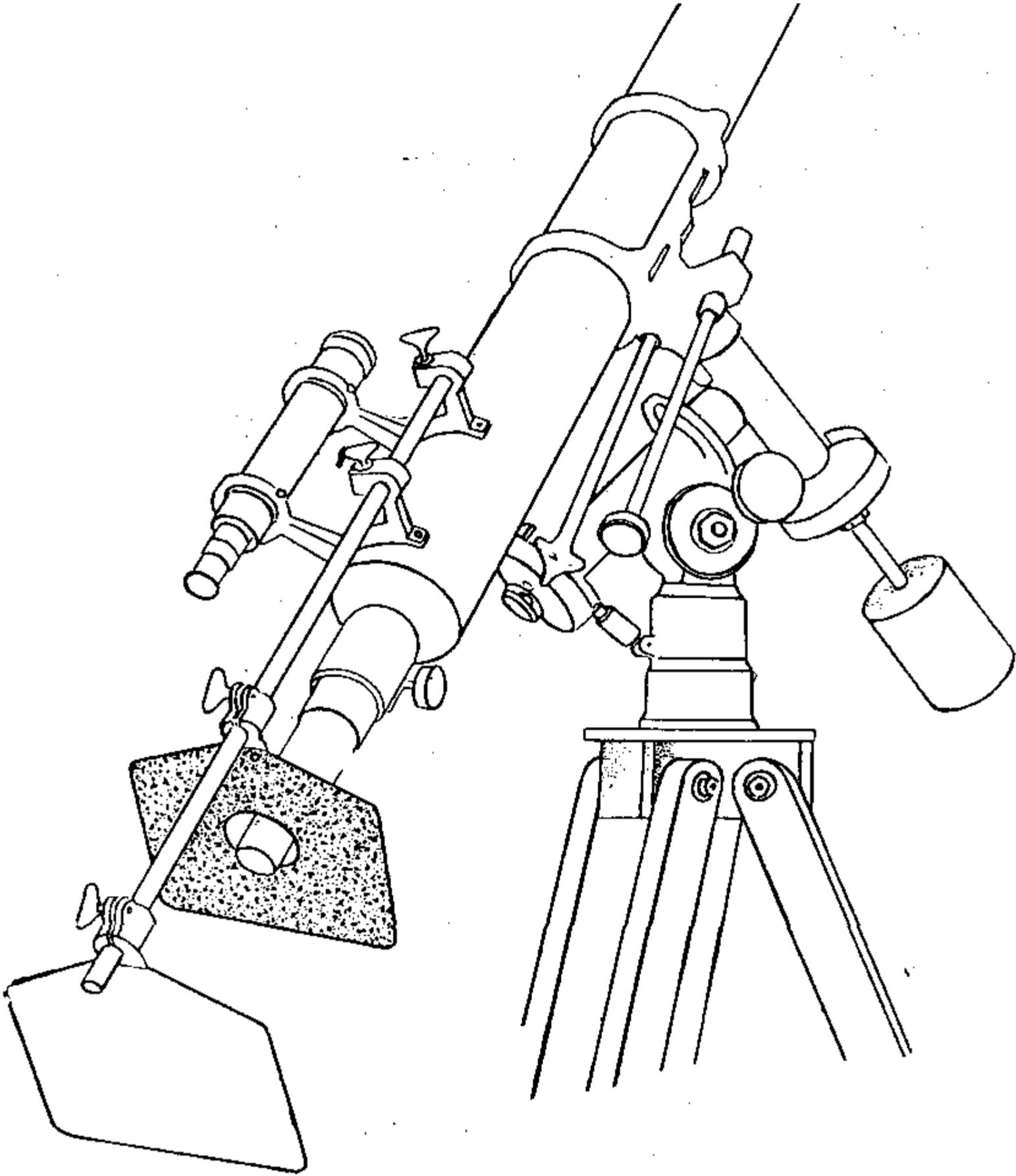
стакло, обојени или мрки оптички клин, који омогућује да се светлост ослаби колико се то жели. Но, за невољу, може и комад надимљеног стакла (или црни наочари) послужити као заштитно средство.

Сем тога се посматрачима препоручује да, у циљу заштите, свакако свој објектив дијафрамирају на $2/3$, или и $1/2$, стварног отвора. Исто тако, да и механизам за часовно кретање заштите од прејаког загревања, јер, ако овај остане дуже времена изложен Сунчевим зрацима, може да се деформише, а врло често се механизам блокира. Инструмент се, у том случају, зауставља, што може бити и судбоносно за исход посматрања.

Додајмо да се извесна посматрања ове врсте могу обављати и пројцирајући Сунчеву слику на застор од беле хартије или картона, који се увлачи у рам, постављен нормално на оптичкој оси дурбина (в. сл. 21.), на извесној даљини иза окулару.

16. 2. ИНСТРУМЕНТИ ЗА АСТРОФИЗИЧКА ПОСМАТРАЊА

Од инструмената за астрофизичка посматрања, која за предмет имају, углавном, Сунчеву атмосферу, поменућемо најважније само, које налазимо код свих еклипсних експедиција, без изузетка. По себи



Сл. 21. — Паралактични астрономски дурбин са застором, иза окулара, за пројирање Сунчеве слике, и заклоном, око окулара, који штити застор од прејакe обасјаности

се разуме да, са гледишта научног значаја и вредности, у обзир долазе, углавном, само фотографски инструменти за ову врсту посматрања.

У првом реду спектрографи, са призмама или са решетком, равном или конкавном, комбиновани било са целостатом, било са хелиостатом. Употреба целостата (или хелиостата, са њиховим прилично и незгодним

реза. у овој другој варијанти употребљују се, захваљујући околности што је сâм светлосни извор, који се снима, сведен на сâсвим узан, светао срп. Ако се употребљава са прорезом, овај се ставља било у правцу тангенте на привидну Сунчеву плочу, у тачки где ће се догодити други, односно трећи додир; било радијално, било и косо, под малим углом на тангенту руба, у тачки додира; на овај начин се на плочи добива и један мали део Сунчева спектра, који служи за упоређивање.

Додајмо да спектрограф са конкавном решетком, ако се без прореза употребљује, постаје, релативно, врло једноставан инструмент. У том случају зраке са Сунца прима огледало целостата; са овога падају на решетку, која их, после разлагања, шаље на плочу, у жијној равни.

Спектар који се произведе може бити снимљен било на непокретној плочи, било на равномерно, споро покреткој плочи, у смеру окомитом на прорез. У овом случају плоча се ставља у покрет на петнаестак до двадесет секунда пре другог додира, односно на пет до шест секунда пре трећег додира.

За другу варијанту овог начина, у жијну раван се поставља (место плоче) филм. И овај се почиње излагати једну минуту пре другог додира и оставља изложен (при непокретном филму) читаву секунду. У току наредне секунде филм се полако помера; затим поново једну секунду изложи, и тако, наизменично, до на петнаестак секунда пре средине тоталитета. Филм се тада зауставља и оставља изложен читавих тридесет секунда. Затим се поново наставља са наизменичним секундним излагањем и померањем филма, — до на једну минуту иза трећег додира; па се снимање обуставља.

Код ових варијаната (и са прорезом, и без прореза) тешкоћу претставља да се постигне и обезбеди потребна оштрина спектра, снимка. На ову тешкоћу се не наилази код такозване „примене коморе“, која се, исто тако, употребљује за снимање хромосферског спектра. То је, уствари, астрономски дурбин (не великих димензија), испред чијег се објектива ставља призма, једна или више, већих димензија (приближно отвора објектива); а, место окулара, у жијну раван се ставља фотографска плоча. Призма се, у овом случају, поставља тако да јој ивица буде, што приближније, паралелна тангенти на Сунчеву привидну плочу, у тачки (другог и трећег) додира.

Ова варијанта има ту предност што рам са призмом (или призмама) може тако да буде спојен са објективом дурбина, да се једним покретом може склонити испред објектива дурбина, или поново поставити пред објектив. Другим речима, варијанта има ту предност што може бити искоришћена и као спектрограф, и као астрограф. Недостаци су му што, прво, не дозвољава употребу спектра вештачког светлосног извора, а што је неопходно код идентификовања спектарских линија; и, друго, што се њоме не постиже довољна дисперсија.

Астрономима који први пут Сунчево потпуно помрачење посматрају и одлуче се да снимају флеш-спектар, S. A. Mitchell препоручује: „Ако желе да нешто добро ураде, најбоље ће бити да покушају снимање спектрографом са прорезом, са три призме, преломних углова од 90° “.

Ове разне врсте и варијанте спектрографа служе, уједно, и за добивање снимака корониних спектара; и то како унутарње короне, чија светлост не показује апсорпционе линије, тако и спољне короне, у чијој светлости налазимо познате апсорпционе линије, које карактеришу Сунчев спектар.

16.3. ИНСТРУМЕНТИ ЗА СНИМАЊЕ КОРОНЕ

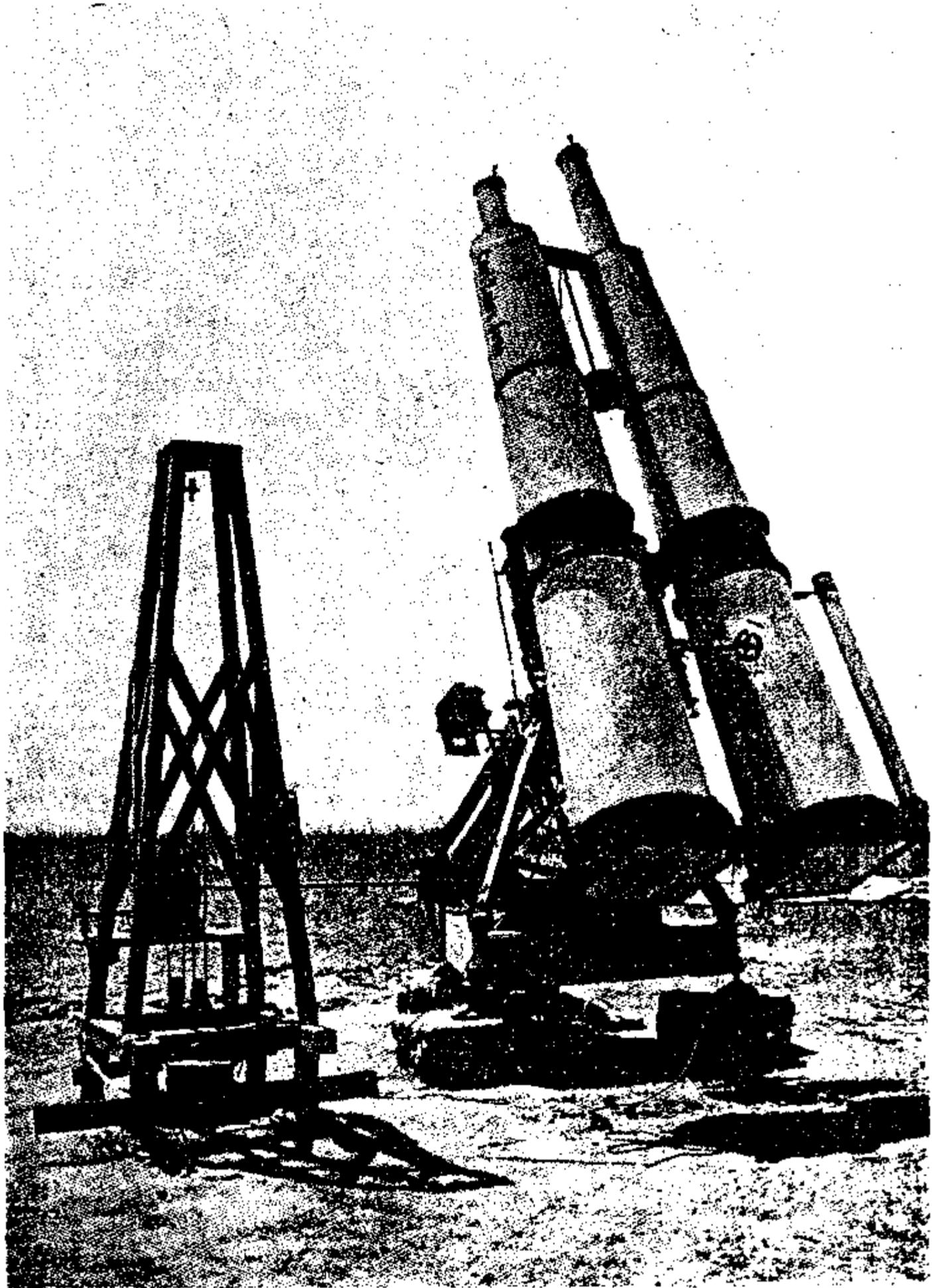
За добивање снимака појединих делова Сунчеве атмосфере, на којима би могли бити довољно истакнути и приметни: структура, разна кретања (ротација) и струјања, величина, облик и остале особине тих делова (короне, протуберанаца), искоришћују се фотографски дурбини свих димензија. Из извештаја еклипсних експедиција сазнајемо да су за ова снимања били успешно употребљавани дурбини од $O=10$ цм и $F=1.50$ м (дакле $O/F=1/15$), до $O=30$ цм и $F=41$ м (или $O/F=1/135$). Наравно, за разне слојеве и сврхе — разне димензије.

Тако, за снимање унутарње короне, од чијих се снимака очекује да покажу што више структурних детаља, употребљују се дурбини који дају што веће слике, дакле што већих жижних даљина (или малог односа O/F). Или, ако су сами дурбини осредњих димензија, у њих се ставља оптички систем (објектив) за увељичавање слике. Што се тиче трајања излагања, она могу бити од $0^s.1-0^s.2$, јер је сјај тог коронина слоја јак. За снимање спољне короне, код које нас нарочито занимају њена величина и облик, затим кретања материје у њој, долазе у обзир средње и краће жижне даљине (велики односи O/F). Притом се трајања излагања подешавају према ономе што се снима и што се жели постићи. Обично се излажу по $0^s.5-1^s.0$; а ако треба да се сниме и даљи делови, онда дуже. Ако треба да се сниме још даљи и најдаљи коронини делови и млазеви, онда излагања могу да се протегну и преко целог трајања тоталитета.

Корисно је и препоручује се да се, и у првом и у другом случају (и уопште код ових појава), свака појединост, сваки предмет сниме — ако је само то могуће — бар двама разним инструментима и, по могућству, са више разних (и то прогресивних) трајања излагања (2, 4, 8, 16, $32^s\dots$). Ово практикују и најискуснији посматрачи ових појава, а у циљу да би се избегла изненађења и отклонили евентуални неповољни ефекти недовољне осетљивости (или преосетљивости) плоча (емулсије); затим неуравнотежености, недовољне прозрачности и дифузног дејства атмосфере; најзад и разних механичких узрока (подрхтавања инструмената) и т. сл.

Због превеликог распона у жижним даљинама дурбина који за ове сврхе долазе у обзир, два система инструмената су у употреби: паралактични, код којих је оптичка оса управљена и, за све време снимања, одржава се управљена ка Сунцу; и хоризонтални, код којих

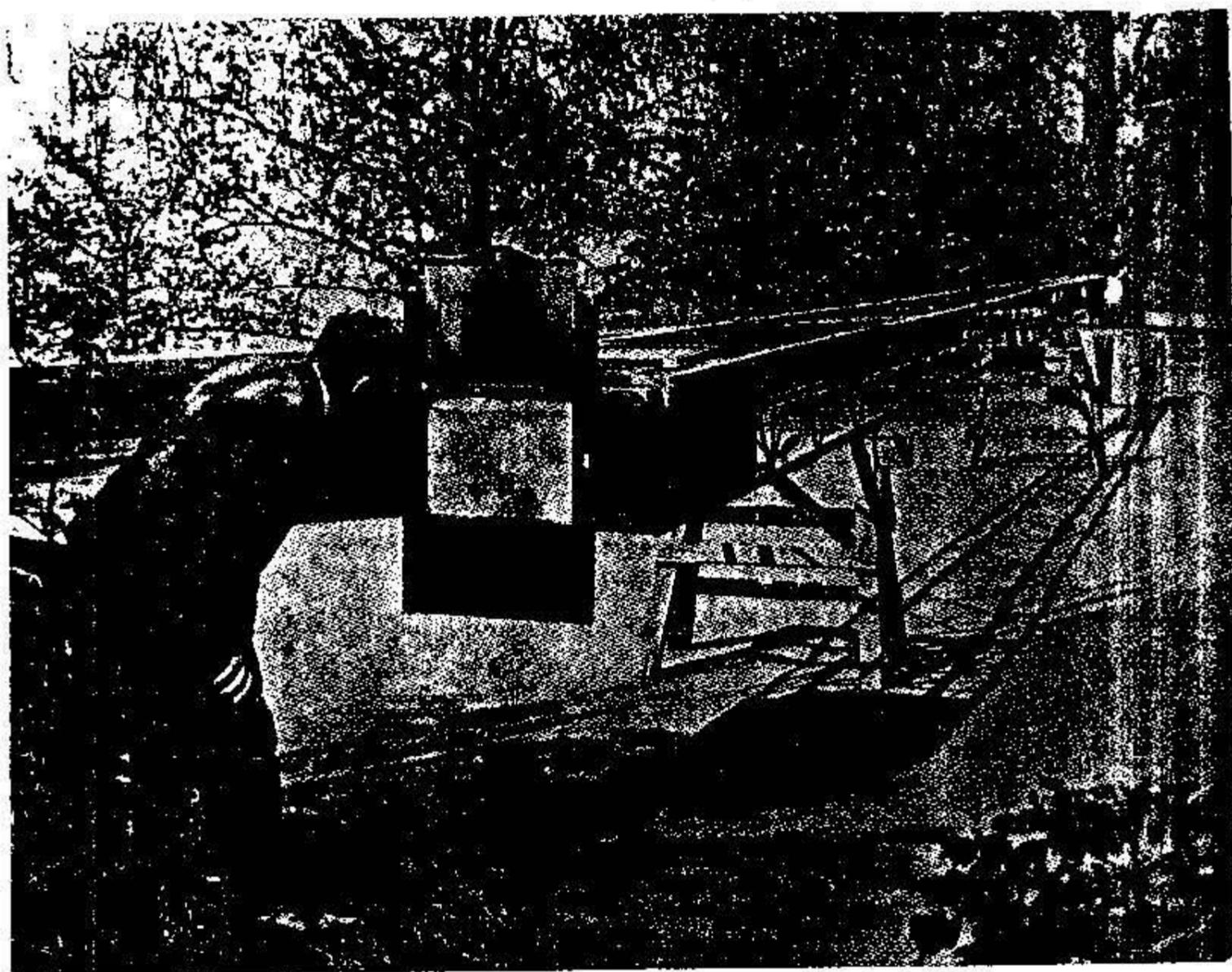
дурбин, за време снимања, остаје непокретан, у хоризонталном положају, управљен ка огледалу целостата, које прати кретање Сунца и одбија Сунчеве зраке у правцу оптичке осе дурбина.



Сл. 22. — Снимак двоструког астрографа ($O=10$ cm, $F=4$ m) Хамбуршке еклипсне експедиције, којим је снимана Сунчева околина за време помрачења од 30 авг. 1905

Оба система имају, наравно, и предности и недостатака. Први систем, то јест паралактични, не подноси (још и на импровизованим постољима) дурбине жијних даљина преко извесних граница (8 - 10 м),

али врло лепо подноси, на истом постољу, по неколико дурбина, краћих и сасвим кратких жижних даљина (в. сл. 22.). Но време мора бити тихо. Другом систему, у погледу стабилности, не би могло ништа да се замери. Он је и уведен, јер дозвољава употребу дурбина врло велике жижне даљине (в. сл. 23.). Али му је слаба тачка — целостат: нарочито осетљивост огледала овога на промене температуре.



Сл. 23. — Изглед хоризонталне, дугофокусне фото-коморе, комбиноване са целостатом за Сунчево снимање.

(Из: F. Dyson & R. Woolley—Eclipses of the Sun and Moon)

Мада се по себи разуме, ипак подвлачимо да функционисања органа дурбина, било којег од ових система, морају бити, благовремено, најсавесније проверена и дотерана; конкретно, треба да буду: оптичка оса дурбина и фото-комора оријентисане; плоча доведена у жижу раван објектива; часовно кретање дурбина и целостата синхронизовани са привидним дневним кретањем; огледала целостата заштићена од Сунчеве светлости до тренутка пре но што ће почети снимање.

Нарочито се препоручује експедицијама и посматрачима, да ова коначна дотеривања не остављају за последњу ноћ; још мање да их остављају за оно слободно време пре почетка, на дан помрачења. Јер, у таквим случајевима, облачно време може врло лако да онемогући посматрачима та последња дотеривања, ако потраје до скоро самог почетка помрачења. Тако да, ако се време и разведри, непосредно пред сâм почетак помрачења (као што се више пута већ дешавало), појава

затиче посматраче неспремне, са недотераним инструментима¹ Зато, ова последња дотеривања треба обавити и три и четири дана (ако се укаже прилика) пре дана помрачења, па, ако и касније време дозволи, стања инструмената само проверавати.

Сем тога се препоручује: а) да се, неизоставно, задња површина плоча, пре снимања, превуче неком материјом која апсорбује светлост, како би се на снимцима избегла последица преламања светлости од задње површине и образовање такозваног хало-а;

б) по завршеним посматрањима, да се нарочита пажња обрати на врсте развијача и технику развијања, како би се од снимака извукло што се више може.

17. Први додир. Делимично помрачење

Делимично помрачење почиње са додиром Месечеве тамне и Сунчеве сјајне плоче. У астрономским ефемеридама (код нас у Годишњаку нашег неба) могу се наћи, за све веће градове у земљи, тренуци кад се овај додир догађа и положајни угао на којем се догађа. Ти подаци омогућују посматрачима да лакше и тачније осмотре тренутке додира, који за Астрономију, као што већ рекосмо, претстављају врло драгоцене податке. Притом треба и то још знати да ови додири све посматраче, чак и оне искусне, готово редовно изненађују, и поред тога што их они очекују. То изненађење је, често, још појачано околношћу што између предвиђених и стварних тренутака додира, готово редовно, постоје (и данас још) разлике од 2—3 секунде, у једном или другом смеру. Сем тога, и положајни угао додира се само приближно даје, а и на Сунчевој плочи, махом, приближно поставља (често само оцењује).

Сам додир може се на много начина посматрати. Кроз заштитно (тамно обојено, или на пламену свеће надимљено) стакло, слободним оком, бележећи време са џепног часовника.

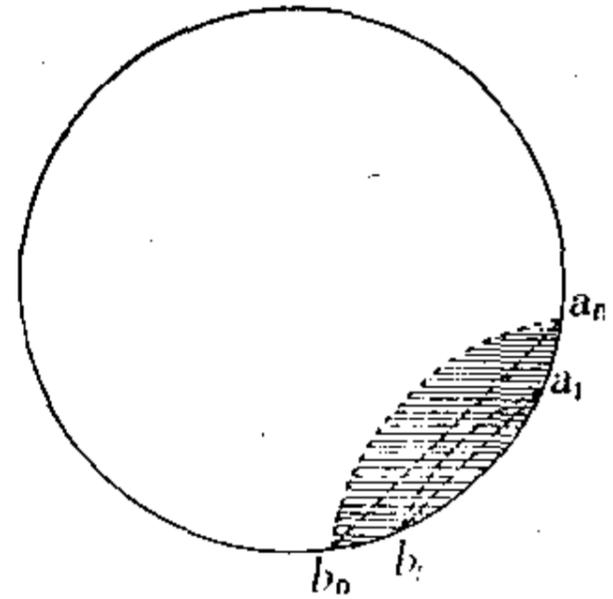
Помоћу било каквог оптичког система за појачање вида (двоглед, доглед, терестрични или астрономски дурбин, азимутни или паралактични), опет кроз заштитно стакло, визуално; бележећи време додира са џепног часовника, хронометра, часовника са клатном, или региструјући време на хронографу или осцилографу.

Помоћу било каквог дурбина, пројцирајући Сунчеву слику на бео застор од картона, учвршћен (ручицама за цев дурбина) на извесној даљини (30—50 цм) иза окулара, нормално на оптичкој оси дурбина, (в. сл. 21.) увлачењем или извлачењем окулара (одн. застора) може се постићи и потребна величина и довољна оштрина Сунчеве слике на застору. Ако се још, претходно, оријентише застор, како би на њему могао бити обележен положајни угао првог додира, и сам додир може се врло лепо посматрати и тај тренутак доста тачно оценити, помоћу било џепног часовника, било секундног бројача (било хронометра).

17.1. МЕТОДЕ ЗА ТАЧНА ОДРЕЂИВАЊА СПОЉНИХ ДОДИРА

Ако посматрач има на располагању паралактични дурбин (са часовним кретањем) и добар часовник, може на два начина посматрати тренутак првог додира. Прво, ако је оријентисао дурбин, може додир

посматрати (кроз заштитно стакло) визуално. Дакле непосредно. А затим га може одредити посредно, то јест извести из мерења дужина тетива (в. сл. 24.), почев одмах после додира па за наредних 4—6 минута. Тетиве се мере¹ обичним издељеним лењиром, а дужине изражавају у милиметрима. Притом треба, неизоставно, забележити и тренутке у које је свака тетива измерена. Уколико се већи број тетива измери за тих 4—6 минута, може се очекивати да ће и изведени тренутак првог додира бити тачнији, приближнији стварном тренутку тог додира.



Сл. 24. — Схематски приказ узастопних тетива, после првог додира, помоћу чијих се мерењих дужина одређује тренутак додира

Метода за извођење тренутака додира из ових података заснива се на чињеници да су квадрати дужина тетива, у току неколико првих, односно последњих, минута, после првог (пре четвртог) додира пропорционални времену. Другим речима, ако са s_i означимо мерену дужину тетиве, са t_i тренутак мерења, а са t_0 тренутак првог (четвртог) додира, који треба из података мерења да одредимо, постоји веза

$$s_i^2 = k (t_i - t_0),$$

где је k фактор пропорционалности.

Параликтични дурбин са часовним кретањем може да се искористи, пошто се тренутак првог додира одреди непосредно, визуално, да се за други део описаног поступка фотографска метода примени.² Да би могла да се примени треба, прво, застор од картона заменити застором од млечног стакла, или, још боље, соларизованом плочом. Друго, треба да буду продужене ручице (металне шипке) којима је рам застора причвршћен за цев дурбина, како би могао за њих (иза застора, на 50—70 цм) да буде причвршћен (коаксијално са дурбином) фотографски апарат (снабдевен телесбјективом и филтром), којим може да се добије по 10—15 снимака у минути. Битно је још код овог поступка да се забележи и тачан тренутак кад се плоча, уствари филм, изложи (притисне окидач). На опсерваторијама може овај поступак утолико да буде усавршен, што окидач фотографског апарата може да буде укључен у струјно коло хронографа или осцилографа, тако да тренутак сваког снимка буде аутоматски регистрован.

Опре две деценије употребљује се за одређивање тренутака почетка и свршетка Сунчевих помрачења, на основи тетива, кинематографска комора. Ови апарати пружају ту предност што помоћу њих може да се добије велики број снимака за врло кратко време. И овде је од битне важности да буде забележен тачан тренутак сваког снимка.

¹ ако се Сунчева слика пројигира на застор.

² В. В. Мишковић — Поступак за одређивање тренутака почетка и свршетка Сунчевих помрачења. Глас Српске академије наука, ССВИ, књ. 5, 1952.

Ако комора није снабдевена механизмом за аутоматско хронометрисање снимака, онда остаје, као прихватљиво решење, да се, што је могуће тачније, хронометрише почетак снимања, а брзина снимања што је боље могуће уједначи. Ако се има у виду да је у тренутку првог додира јачина Сунчева сјаја још, такође, нетакнута, треба свакако објектив коморе комбиновати са филтром (јаким жутиим, или зеленим, према врсти кино-објектива).

Тренутак првог додира може се одредити, и одређиван је често у прошлости, и помоћу спектроскопа, на паралактичном дурбину са часовним кретањем. Прорез спектроскопа се, у ту сврху, поставља тако да му средина буде тангента руба, у тачки Сунчеве плоче у којој треба да дође до првог додира између Месечеве и Сунчеве плоче. Само сцењивање (које је визуално) тренутка додира овом методом може прилично тачно да се постигне, ако је, прво, слика руба довољно оштра (што зависи од фокуса и атмосферских услова) и, друго, ако је довољно тачно прорез постављен паралелно тангенти, у тачки у којој ће се плоче додирнути (што није тако једноставно).

17. 2. ПОСМАТРАЊА ЗА ВРЕМЕ ДЕЛИМИЧНОГ ПОМРАЧЕЊА

Од тренутка првог додира треба један посматрач да буде задужен читавањем, у једнаким временим размацама, за све трајање помрачења (дакле до четвртог додира), термометра и барометра. Исто тако, било би врло корисно и фотометриски пратити, то јест мерити, постепено слабљење, одн. појачавање дневног светла, почев од првог до четвртог додира: било визуално, помоћу неког специјалног фотометра (P i s k e r i n g, V u n s e n, E a s t m a n), било фотографски, било спектрографски (напр. снимајући спектар дифузване светлости дана са неког белог залеђа, хартије).

У размаку од првог до другог додира, дакле за трајања (од око 70^m до 90^m) делимичног помрачења, нема нарочито упадљивих појединости, које би посматрачи морали ишчекивати. То време се, обично, искористиће за разноврсна, махом квалитативна, посматрања.

Ако се на фотосфери види (телескопски) нека већа група пеге, посматра се заклањање од стране Месеца веће (или већих), оштро оивичене пеге. То заклањање се хронометрише. Притом се нарочита пажња обраћа и мотри, да ли је додир, то јест почетак заклањања — тренутан. Ако јесте, треба забележити тренутке како почетка тако и свршетка заклањања пеге. Али се почетак заклањања, махом, не догађа тренутно, већ, непосредно п р е додира, од руба Месечеве тамне плоче до руба пеге образује се као нека врста „моста“.

Близину Месечеве тамне плоче и пеге (ако их има) треба увек користити да се упореди (која је од двеју површина јаче црна) сјај пеге и Месечеве тамне плоче.

Кад Месец већ заклони добар део Сунчеве плоче (преко 0.8), треба, у краћим размацама, осматрати и саму Месечеву тамну плочу и проверавати, прво, да ли се не разазнају било какве формације (контуре) на Месечевој површини и, друго, какве је и да ли је униформне



Сл. 25. — Успели авионски снимак, са висине од 8 км, најласка Месечеве сенке, за време Сунчева помрачења од 31 авг. 1932. (Из: S. A. Mitchell — Eclipses of the Sun)



Сл. 26. — Исти снимак, пет секунда касније

у тренуцима другог, одн. трећег додира на најзападнијој, и' другог, одн. трећег додира на најисточнијој тачки појаса тоталитета код нас. Према тим подацима, ако се посматрач налази на некој узвишици, још и на незаклоњеном видику (над отвореном пољаном, или на морској обали), наилазак сенке може лепо приметити, мада се ова креће брзином око трипут већом од најбржих наших млазњака. Корисно би било осматрити, ако се може, тренутак у који сенка доспе до неке тачке на Земљиној површини, коју треба тачно означити, како би јој се могле одредити координате. Притом треба имати у виду да руб сенке није права линија.

18. Други додир. Почетак потпуног помрачења

За исход посматрања почетка фазе тоталитета од пресудног је значаја познавање тачног тренутка самог другог додира. Тај податак унапред израчунава свака еклипсна експедиција, за своје посматралиште. Али се лако може десити, и дешава врло често, да се израчунати тренутак од стварног разликује за секунду, две, па и три, било у једном, било у другом смеру. Разликује се због извесне мале непоузданости у самим Месечевим координатама. Има више начина да се избегну нежељене последице те неизвесности, то јест непознавања тренутка додира са потребном тачношћу. Ми ћемо овде три навести.

18. 1. СНИМАЊЕ ФЛЕШ-СПЕКТРА

Најједноставнији је (и, по мишљењу искусних посматрача, најсигурнији) начин да посматрач или његов помоћник визуално прати (било двогледом, било извиђачем паралактичног дурбина) постепено сужавање Сунчева сјајног српа. И, у тренутку гашења последњег зрака, да знак за снимање, или сâм сними флеш-спектар.

Може и спектроскопом пропратити сужавање Сунчева сјајног српа. Тако је, за помрачења од 1870, Young и открио флеш-спектар. Ево, уосталом, како он тај тренутак описује: „Ако се постави прорез спектроскопа да тангира Сунчеву слику, у тачки додира (мисли се другог додира), посматрачу ће се указати диван приказ. Док Месец све даље напредује, остављајући све ужи и ужи део Сунчеве сјајне плоче незаклоњен, готово све тамне линије спектра виде се без приметне промене, нешто мало појачане, додуше. Па, поједине међу тим линијама почињу да бледе, неке чак, на минуто или две пре потпуног помрачења, почињу добивати и извешан слаб сјај. Но чим је Сунце потпуно заклоњено, у том тренутку, целом дужином спектра, од црвеног дела, преко зеленог до љубичастог, појављују се стотине и хиљаде сјајних линија, али само за трен ока, пролазне као ватрометне варнице, јер све, за две-три секунде „ишчезавају.“ Притом могу Bailey-ева зрнца посматрача да изненаде и мало збуне. По Mitchell-у би са појавом зрнаца требало почињати снимање.

Други је начин сигуран и ефикасан. Али претпоставља да су се еклипсне експедиције у ту сврху споразумеле и, наравно, припремиле што треба за примену тог начина. Он се састоји у томе да најзападнија

еклипсна екс педиција, непосредно по завршетку помрачења, јави, бегичном телеграфијом, свим осталим експедицијама, колико је отступање предвиђених од стварних додира (подразумевају се други и трећи).

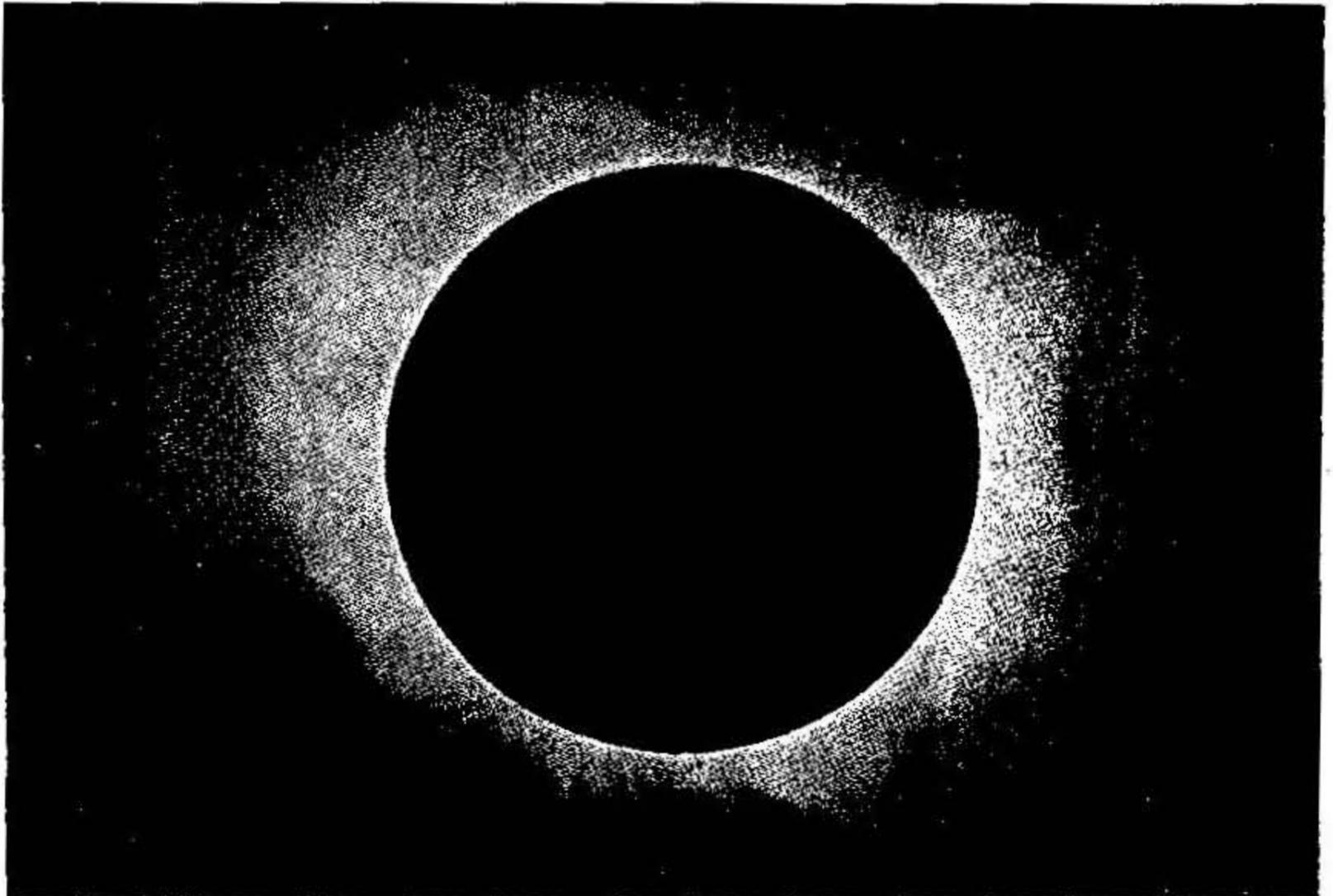
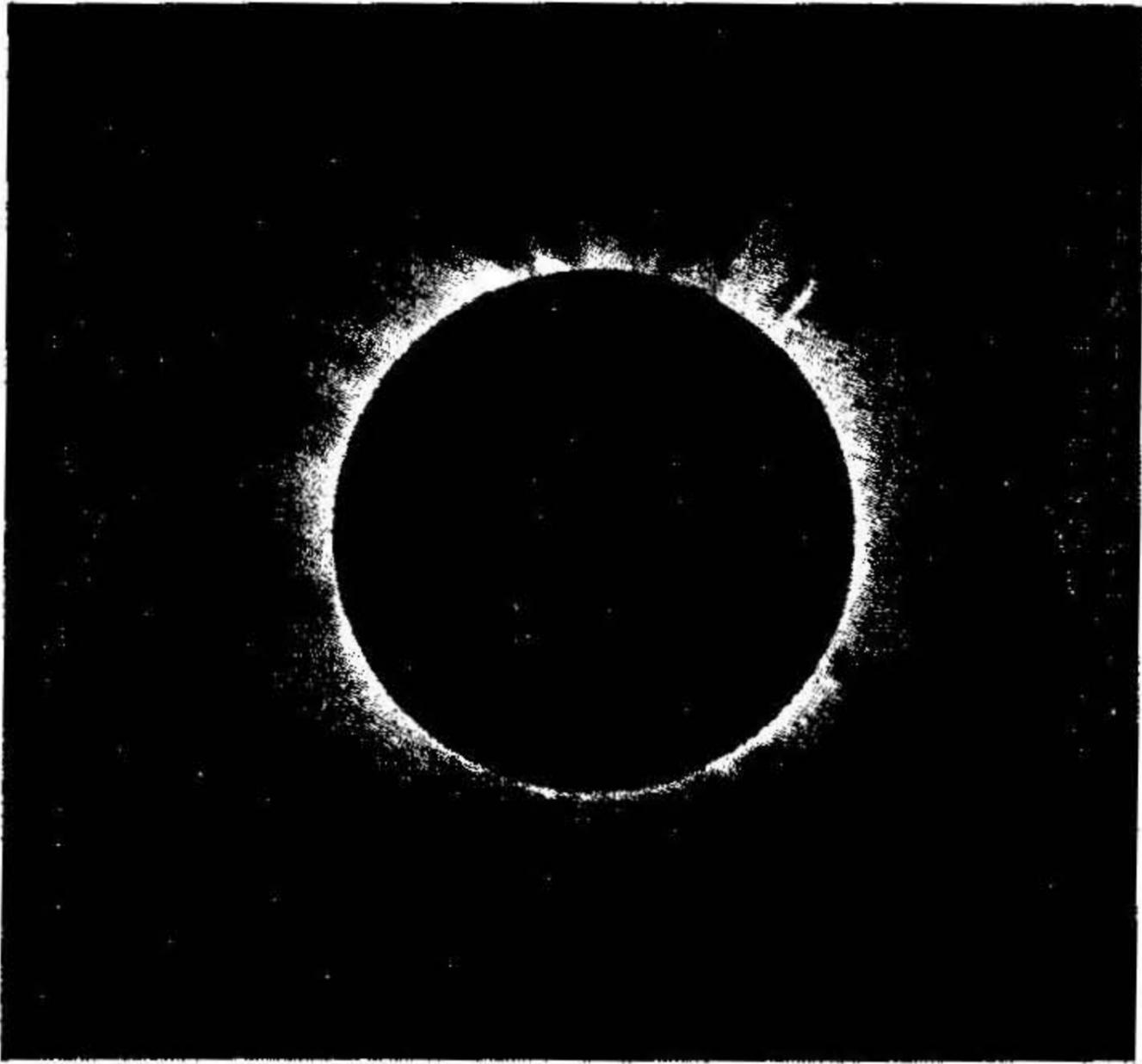
Трећи начин експедиција може применити ако има на располагању кино-комору, или фото-комору са аутоматски покретним плочама с прекидима, или непрекидно покретним филмом, која се ставља у покрет десетак до петнаест секунда пре предвиђеног тренутка другог додира. Ако је, случајно, комора стављена у покрет раније него што је требало, прва два — три снимка биће, можда, неупотребљиви, али ће остали, то јест два-три затим, бити сигурно добри.

Додајмо, уједно, да се кинематографско снимање показало и у астрономском раду врло корисно, са више тачака гледишта. Специјално при Сунчевим помрачењима се, данас, редовно примењује за прецизно регистровање појединих фаза. Само, да би се добила Сунчева слика већа, објектив кино-апарата замењује се фотографским објективом веће жишне даљине, рецимо 120—150 цм, како би се добио пречник Сунца од 12—15мм.

Још једна напомена. Овако комбинована кино-комора мора неизоставно или бити монтирана на паралактичном постољу, или Сунчеву слику (зраке) добивати са целостатског (хелиостатског) огледала.

За снимање флеш-спектра апаратура се бира и техника подешава према циљевима који се желе постићи, односно којима снимци треба да послуже. Ми се не можемо овде и у та излагања упуштати. Подробије о томе: који је тип спектрографа најпогоднији; која метода снимања најпрепоручљивија; коју врсту материјала (плоче, емулсија, хемикалија за развијање) употребити; који начин третирања (развијања) плоча применити, према сврси којој треба да послуже — може читалац наћи у: *Handbuch der Astrophysik, B. IV — Das Sonnensystem, 1929; pp. 279 — 314; S. A. Mitchell — Eclipses of the Sun, 5th Ed., 1951; pp. 250—280.*

Упутствима која ће читалац у наведеним делима наћи, требало би још само једну напомену додати. То јест, потсетити посматраче који би желели флеш-спектру да нарочиту пажњу поклоне, и добију што већи број његових снимака, у току помрачења, да се то, релативно, лако и сигурно постиже, ако се посматралиште изабере у непосредној близини северне или јужне границе тоталитета. Кажемо лако, и поред тога што се зна да се те границе (већ и по својој природи) не одређују лако — довољно тачно (ни рачунски, ни на терену). Напротив, при њиховим одређивањима, врло лако су могуће, чак и честе грешке од 1—2 км између израчунате тачке и стварне границе. Али те грешке не играју никакву улогу, у овим случајевима. Чак да се посматрач за цео тај износ нађе и ван појаса тоталитета, ништа од повољних околности за снимање самог флеш-спектра не би било изгубљено. Н. Ф. Newall, такође један од признатих специјалиста за посматрања помрачења, ово чак и препоручује. Јер, каже: „Изванредно користан посао би могао да обави, јачим инструментом (већег отвора), посматрач који би се поставио, за време потпуног помрачења, северно или јужно од граница тоталитета, на линију којом пролази фаза 0.99 делимичног помрачења. Са посматралишта дуж те линије могу се лепо обавити детаљна посматрања (мисли



Сл. 28. — Снимци Сунчеве короне за време помрачења:
горњи — од 29 авг. 1886; доњи — од 22 јан. 1898

19. 1. СНИМАЊЕ КОРОНЕ

За успешно снимање и саме короне и њена спектра од пресудног је значаја да посматрач зна колику светлост она даје. Јачина укупне коронине светлости обично се изражава у деловима јачине пуне месечине, или и саме Сунчеве светлости. Упоређивања тих јачина вршена су, у последње време, разним методама и средствима (визуално, фотографски, фотоелектрично, болометриски, термо-спрегом, термо-елементом). Добивене резултате карактерише прилично јака дисперсија (0.11—0.77). Изравнавањем је изведена и усвојена за јачину укупне коронине светлости вредност: 0.48 јачине пуне месечине. Или, усвојили се за однос јачина Сунчеве светлости и светлости пуне месечине R_{11} -ова вредност, дакле 21.5×10^7 , за јачину коронине светлости добива се да износи око милионити део јачине Сунчеве светлости. Притом не треба из вида губити да се та количина светлости, код сваког помрачења, друкчије распоређује, и на површину других размера. Сем тога, сматра се као више него вероватно да се, као и сâм облик и димензије, и јачина коронине светлости мења са током Сунчеве активности, значи од једног до другог помрачења.

Рекли смо, напред, да помрачење које очекујемо пада око 3.2 године после максимума (који је пао око 1957.9), а преко 4 године пре завршног минимума (који се може очекивати крајем 1965), деветнаестог циклуса. Пада, другим речима, отприлике око половине силазне гране активности пега. Ако потражимо, међу већ посматраним помрачењима, изгледе короне у том стадију активности, налазимо их четири (међу последњима):

Р. бр.	Датум помрачења	Трајање помр.	τ^*	Година претх. максимума	R_M^{**}	Р. бр.
1	1886 август 29	6.6	2.8	1883.9	74.6	1
2	1898 јануар 22	2.3	4.0	1894.1	87.9	2
3	1930 октобар 21	3.0	6.4	1928.4	78.1	3
4	1940 октобар 1	5.7	8.4	1937.4	119.2	4

* τ означава протекли број година од последњег максимума

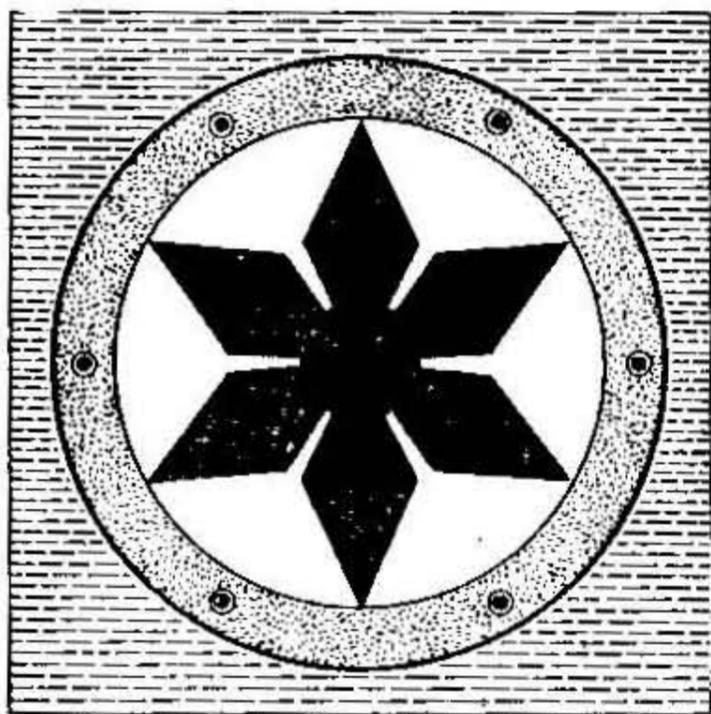
** R_M означава највећи изравнати (месечни) релативни број пега

Добивени снимци корона ових помрачења (в. сл. 28.) могу да послуже да, бар приближно, илуструју изглед, облик и димензије короне коју очекујемо да видимо. Но то је само грубо приближна илустрација, јер, прво, нису нам познати општи услови (ни положајни, ни атмосферски) под којима су ова помрачења протекла; а, друго, не знамо ни како су ти снимци добивени. Поред тога, не би требало ни то заборавити, да ово помрачење наилази после највишег од досад посматраних максимума активности, и по двапут јачег максимума (R_M) но што су била прва три од наведених максимума.

Други је важан услов, који ће имати утицаја на видљивост и појаве, уопште, и короне, посебно — висина над хоризонтом на којој се одиграва појава: између 16° , на западном делу, и 21° , на источном делу појаса тоталитета (в. сл. 27.). То је мала висина; што значи, са астрономске тачке гледишта, то су мало повољни услови за детаљно посматрање. Треба, наиме, знати да светлост која нам долази са небеских тела, на тој висини, има да прође око 3—4.5 пута дужи пут кроз атмосферу него што би имала да прође да се то тело (Сунце) налази у зениту. При овим условима, и при чистом хоризонту и ведром времену, Земљина атмосфера апсорбује (упија, слаби) добар део радијација.

Корона, међутим, и сама по себи претставља проблем за посматраче помрачења. Њене релативно велике димензије и несиметричан облик, с једне стране, а, нарочито, неравномеран распоред јачине сјаја искључују могућност да се добије добар и јасан снимак ц е л е короне. Зато се она, редовно: или снима у деловима — засебно унутарња, која је сјајнија, засебно спољна корона, која је знатно слабијег сјаја — сваки део, често, и другим инструментом (различитих односа O/F) и на други начин (врста плоча и емулсија, трајања излагања); или се у инструмент уграђује специјалан диспозитив, који, са мање или више успеха, уједначује, ублажава разлике у јачинама светлости разних делова. Описаћемо један од примењених поступака, који је, како по свему изгледа, дао оно што се од њега очекивало.

Од танког лима изреже се кружни диск у облику вишекраке звезде (в. сл. 29.). Овако обрађен диск се поставља испред саме плоче (филма), било с једне било с друге стране заклопца касете (где је погодније), на специјална (кугласта) лежишта; сем тога још се спреже са малим механизмом за његово обртање око оптичке осе дурбина. (По себи се разуме да се средиште диска, за време обртања, стално мора одржавати на оптичкој оси). Обртање диска се постиже помоћу малог електричног мотора, који омогућује подешавање брзине обртања, према потреби.



Сл. 29. — Обртни кружни диск који се, при снимању короне, ставља испред плоче у циљу уједначавања разлика у сјају короне

Улога је тог диска да у одређеној размери (100:1, рецимо, или како се подеси) ослаби, јаче при рубу, а слабије што даље од руба (помраченог Сунца), сјај корониних делова; дакле да уједначи сјај разних њених делова, како би се могао добити, погодним трајањем излагања, снимак корониних делова, удаљених два, три и више Сунчевих полупречника од руба. Овим диспозитивом је постизавано довољно уједначавање сјаја унутрашње и спољне короне, тако да су на панхроматској плочи, са 20 излагања, дурбином од $O = 23$ цм и $F = 6$ m, добивани снимци на

којима су лепо могли бити праћени трагови короне и до на ч е т и р и Сунчева полупречника од руба.

19. 2. СНИМАЊЕ КОРОНИНА СПЕКТРА

И коронин спектар је једна од главних тачака програма еклипсних експедиција. Јер не треба губити из вида да интересовање за корону ниуколико није умањено проналаском Lyot-ова коронографа, који посматрање короне омогућује и изван помрачења, дакле у свако доба (под извесним условима). Да један само пример споменемо: за изучавање, напр., спољне короне, и надаље — помрачења остају једине повољне прилике. А и за многе друге од корониних нерешених проблема, исто тако, потпуна помрачења остала су и до данас јединствене прилике, од којих се очекује да олакшају да се приближимо решењима тих проблема, или и омогуће да до тих решења дођемо.

О корониној светлости знамо да се састоји из две компоненте, такозване: К-короне и F-короне. К-корона, од које потиче сјај унутарње короне, поларизована је (радијално), састоји се из одбијених слободних електрона у изванредно брзом кретању, спектар јој је непрекидан, без Фраунхоферових линија. F-корона је далеко слабијег сјаја; није (или је сасвим слабо) поларизована; састоји се из честица сличних онима из којих је образована и зодијачка светлост; спектар јој је сличан Сунчеву, дакле је са Фраунхоферовим линијама.

Сам коронин спектар се састоји из три потпуно различита спектра, из:

- а) емисионог спектра, при Сунчеву рубу;
- б) непрекидног спектра унутарње короне;
- в) спектра са Фраунхоферовим линијама, средње и спољне короне (од $10'$ па даље од руба).

Први од ових је суперпонован преко другог. Други је при рубу приметно јачи од трећег, али од овог брже слаби са даљином од Сунчева руба: на даљини од око једног Сунчева полупречника јачине им се изједначују, а, даље, постају Фраунхоферове линије лакше видљиве (у спољној корони).

Оволика комплексност и разноврсност у спектрима корониних делова захтева диференцирану и апаратуру и технику за њихово успешно снимање. Тако, напр., видимо да еклипсна експедиција Lick-ове опсерваторије, за време августовског потпуног помрачења 1932, снима коронине спектре са шест спектрографа: трима од ових (са једном, са две, одн. са три призме) сниман је непрекидни спектар унутарње короне; са два спектрографа са решеткама сниман је црвени део спектра; шестим су узимани снимци за одређивање таласних дужина коронине зелене линије. Еклипсна експедиција, за јулско помрачење 1936, Харвард-Масачусетског Технолошког института, којој је на челу био D. H. Menzel, директор Харвардске опсерваторије, била је за ту прилику снабдевена са осам разних спектрографа (два са конкавним, четири са равним решеткама; седми за ултраљубичасти део и, осми, један специјалан спектрограф са прорезом).

Напомињемо, ипак, да је коронин спектар сниман и комором отвора $F/5$ и са довољно дисперсије, како за апсорпционе тако и за емисионе линије, и на читавих $1\frac{1}{2}$ полупречника од Сунчева руба. А са Schmidt-овом комором отвора $F/2$ постижу се успели снимци и до крајњих корониних делова.

Што се тиче проблема кретања корониних делова, који интересује све еклипсне експедиције, показало се да је и сувише кратко време, којим свака поједина од њих располаже, да би могли и најуспелији коронини снимци дати неки одређенији одговор на то питање. Али ако би се две до три еклипсне експедиције згодно распоредиле, дуж целог појаса тоталитета, споразумевши се претходно да, и с т и м инструмен-тима и на и с т и начин, снимају одређене коронине делове и њихове спектре, — у тим размацима добивени снимци могли би показати да ли се и колике промене дешавају у корони.

19.3. МЕРЕЊА КОРОНИНЕ ПОЛАРИЗОВАНОСТИ

Познато је од половине прошлога века да је коронина светлост поларизована. Истина, каснија посматрања помрачења нису, у том погледу, била сва сагласна: док је према једнима коронина поларизованост била ван сумње, друга су јој одрицала ту особину. Данас је, међутим, ван спора да је коронина светлост поларизована: приближно радијално и променљива степена са даљином од Сунчева руба. Шта више, овој особини коронине светлости се поклања данас утолико више пажње што нам она, у приличној мери, осветљује и структуру короне, а, у извесној мери, служи и као ослонац за проверавање ваљаности теорије о природи короне. Отуда на програмима готово свих еклипсних експедиција налазимо, редовно, поред већ поменутих предмета и тема за посматрање, и мерења карактеристика поларизованости коронине светлости у свим правцима и на разним даљинама од Сунчева руба.

За мерења коронине поларизације посматрачима стоји на располагању велик број разноврсних и добро познатих апарата (поларископа, полариметара, полариграфа, полароида). Но и поред ових, посматрачи могу и сами, према својим средствима и основним инструментима, које собом носе за посматрање помрачења, комбиновати и конструисати апарате за ову врсту мерења. Јер, сваки дисперзивни оптички систем је, у исти мах, и поларизациони.

Битно би притом било да се, при конструкцији (као, уосталом, и при употреби било којег) апарата, обрати пажња да мерења њиме буду заштићена од систематских грешака, којима су она обично оптерећена, делом, услед одбијања светлости од унутарњих површина (цеви) апарата, делом, услед одбијања и од честица Земљине атмосфере. Ове мере опрезности утолико више заслужују да се на њих обрати пажња, што има астронома који сматрају: „да се мало података може напабирчити о физичкој природи короне из посматрања поларизације њене светлости за време потпуних помрачења“.¹

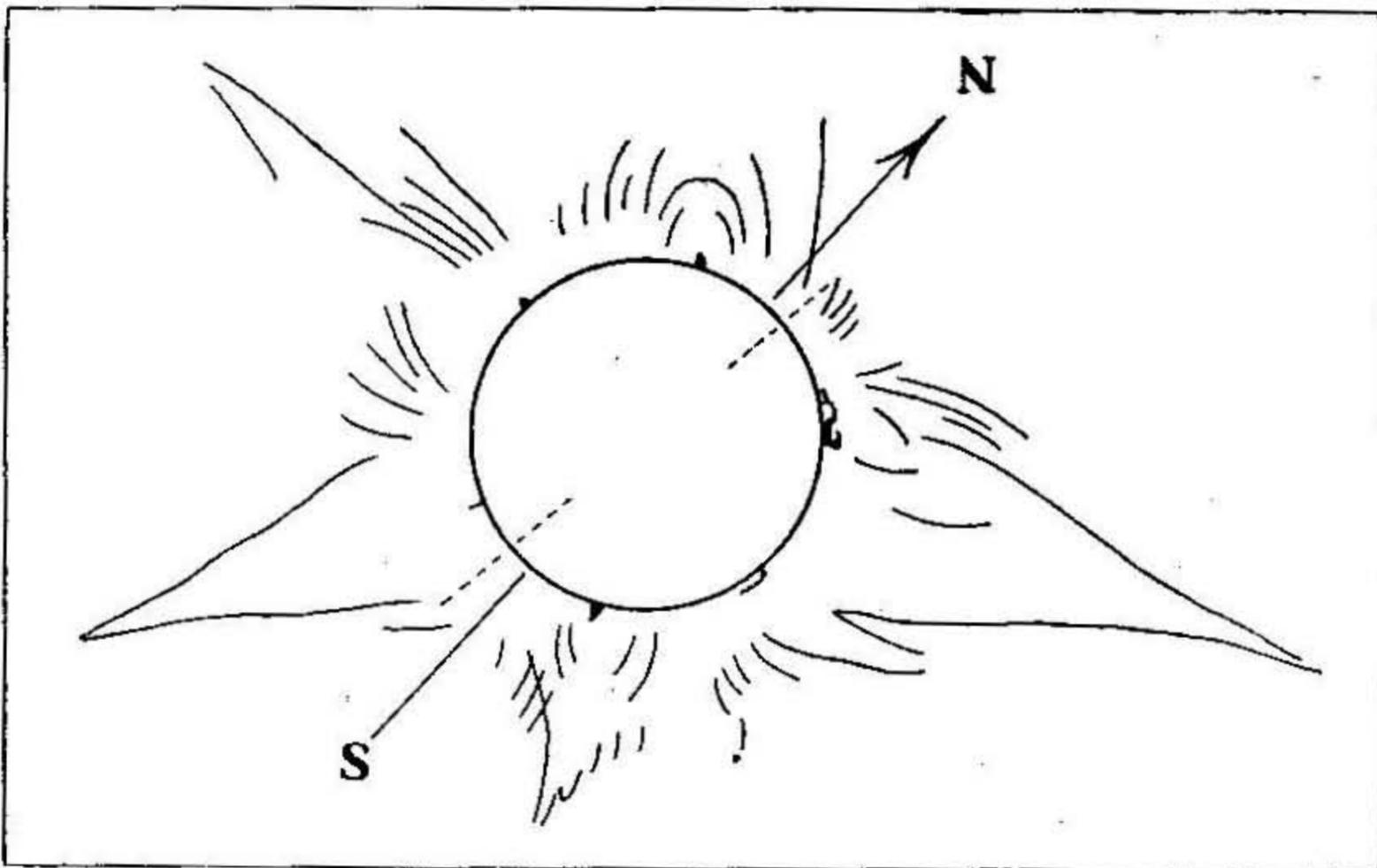
¹ S. A. Mitchell — Eclipses of the Sun; Handbuch der Astrophysik, B. IV. 1929, p. 331.

У сваком случају, било би препоручљиво не вршити поларископска, дакле визуална, мерења коронине светлости, већ полариграфска (фотографска). Једно, због личних систематских грешака, којима су визуална мерења изложена, а, друго, што је време којим посматрач располаже за та мерења у сувише кратко, да би их могао беспрекорно обавити.

19.4. Коронина визуална слика

Податак који нам о корони још и данас недостаје то је једна непосредно добивена, верна слика ц е л е короне једног помрачења, са свим видљивим појединостима и деловима њеним. Недостаје нам, другим речима, слика какву би могао израдити само један уметник „који би био у стању да комбинује савршен смисао за облик са префињеном осећајношћу за боју.“ Била би, свакако, добродошла таква слика. Прво, што би била прва! Друго, што поједини снимци које обично добивамо, за време једног помрачења, претстављају само, мање или више верно, п о ј е д и н е коронине делове. Тако да се претстава (слика) короне утолико само добива тачнија, уколико се успе да начини више разних снимака и разним инструментима. А треће, и нарочито, што би верна (довољно детаљна) коронина слика, како визуална тако и телескопска, корисно послужила да се упореде коронине размере како их види око, са онима како их плоче снимају.

Израда, међутим, и самог цртежа (в. сл. 30.), а још више коронине слике у боји, претставља изванредно тежак задатак. Прво, због



Сл. 30. — Цртеж, Јапанца I. Накагата, Сунчеве короне за време потпуног помрачења од 19 јуна 1936

прекратког времена за које то мора да се сврши. Друго, због неповољних услова осветљености и видљивости под којима мора да се ради.

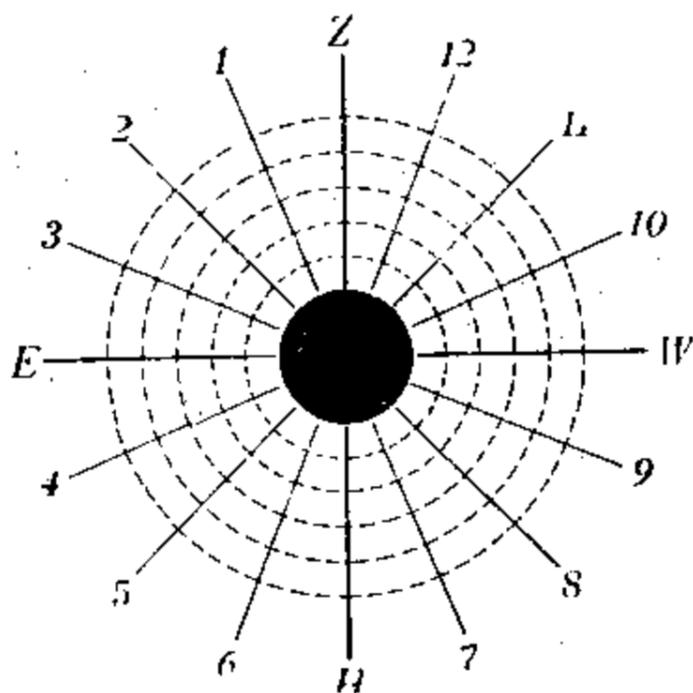
А, треће, и због свих осталих непогодности за тако деликатан задатак. Зато G. Vigourdan¹ препоручује да се ово не предузима а да се претходно не покуша, и више пута, да, под приближно сличним условима и за оно време колико траје помрачење, изради цртеж неке раније снимљене короне, са њене пројигиране слике на зид или неки застор.

Да би коронина слика, рађена за трајања помрачења, могла претстављати документ и од неке научне вредности, треба да буде при раду нарочита пажња обрађена на њене димензије и оријентацију. За димензионисање служи полупречник Месечеве тамне плоче. За оријентацију служи вертикала, то јест правац конца умиреног виска, који се тако обеси да се за цртача (док траје помрачење) пројигира правцем Сунчева вертикалног пречника. За што успешнију израду слике, G. Vigourdan препоручује:

1. да цртач, оних неколико минута, пре но што ће Сунце бити помрачено, потпуно заштити очи од светлости и прогледа тек пошто му се да знак да је помрачење почело;

2. да слику ради белом оловком по плавој (црној) хартији, затегнутој на некој чврстој подлози (дасци);

3. да се, при раду, испомогне мрежом, приказаном на сл. 31., чији црни круг, у средишту, претставља Месечеву плочу (полупречника 16 мм), а потезасто извучене концентричне кружне линије обележавају за по половину полупречника Месечеве плоче веће даљине од руба;



Сл. 31. — Помоћна кружна мрежа за израду цртежа короне

4. да, прво, тачно скицира контуре короне и слабије сјајне појединости, нарочито: праменове, млазеве, лукове, па онда сјајније делове унутарње короне, ближе Месечеву рубу;

5. да се слика израђена за трајања помрачења нипошто не допуњује и не мења накнадно, по сећању; а ако би је требало поправљати или допуњавати, да се то ради на другом, прертаном, примерку.

Ако је трајање потпуног помрачења кратко, у том случају би успех могао бити сигурнији и потпунији, ако би слику радила, договорно, два цртача: сваки по једну половину.

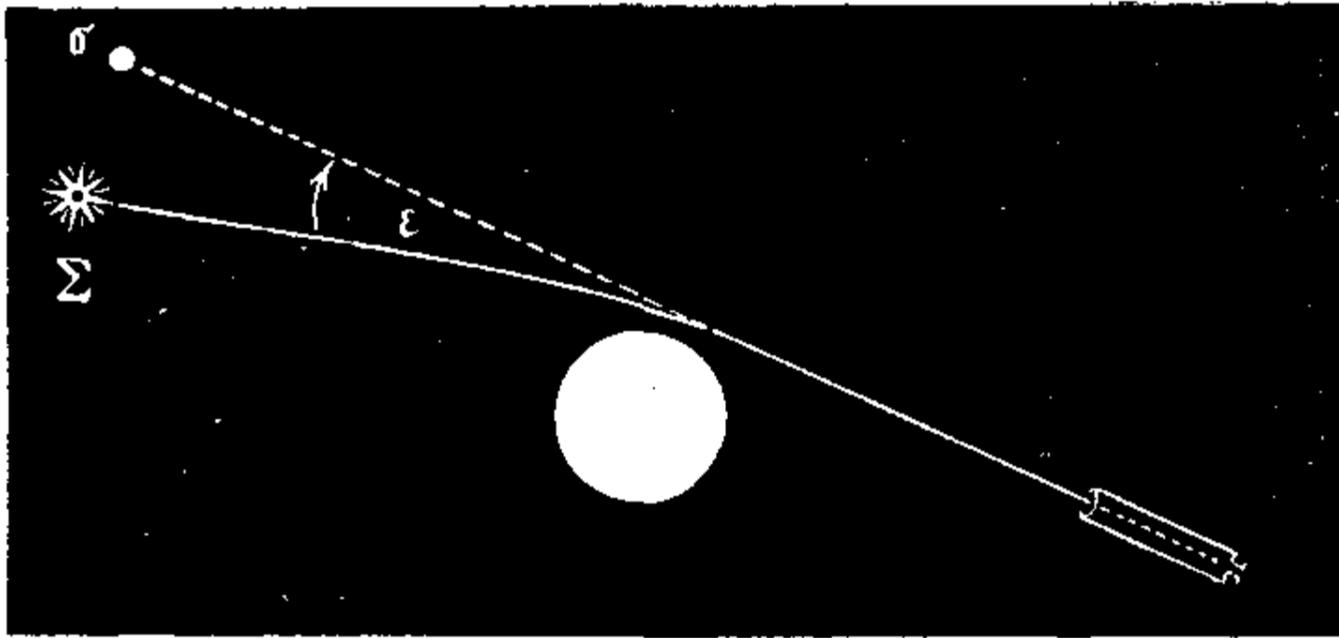
Исто тако би два посматрача била потребна за израду телескопске коронине визуалне слике. Инструмент би, за ову сврху, морао бити паралактични, великог отвора, снабдевен двоструким окуларом, како

¹ G. Vigourdan — Les Eclipses de Soleil; Annuaire du Bureau des Longitudes, 1906, p. 63—69.

би оба посматрача могла једновремено посматрати. И овде би морали посматрачи строго водити рачуна како о оријентацији, тако и о димензијама слике. За оријентацију се могу ослоњити на кончиће у пољу вида. А за димензионисање, и у овом случају, служи полупречник Месечеве плоче.

19.5. МЕРЕЊЕ АЈНШТАЈН-ОВА ЕФЕКТА

Од 29 маја 1919, кад је први пут астрономима пошло за руком да код звезда, снимљених око потпуно помраченог Сунца, констатују такозвани Ајнштајн-ов ефект, то јест мало померање предвиђено Општом теоријом релативитета, на програмима готово свих каснијих еклипсних експедиција фигурисала су и — мерења тог ефекта.



Сл. 32. — Схематски приказ Ајнштајн-ова ефекта: скретања светлосног зрака при пролазу кроз гравитационо поље Сунчево

Као што је познато, 1916 објавио је Ајнштајн своју чувену Општу теорију релативитета, према којој светлосни зрак има инерцију, или масу. Према томе, при пролазу светлосног зрака (са неке звезде) крај друге неке масе (звезде), рецимо Сунца, на зраку ће се показати привлачно дејство ове (Сунчеве) масе: констатоваћемо скретање зрака са праволиниског правца простирања (в. сл. 32.), и то ка Сунцу, за угао

$$\varepsilon = 1''75 a r^{-1},$$

где a означава Сунчев полупречник, а r даљину звезде од Сунчева средишта. Значи, код звезде која би се, на плочи, од Сунчева средишта налазила на даљини од једног његова пречника, дакле од руба на даљини од једног полупречника ($16'$), померање би износило $0''.87$. На плочи снимљеној астрографом, жијне даљине око $F = 3.40$ м, једној минути одговара један милиметар. Значи, код звезде која би се видела при самом Сунчеву рубу, код које би, према горњем обрасцу, Ајнштајн-ов ефект износио $1''.75$, померање на плочи износило би око 0.030 мм.

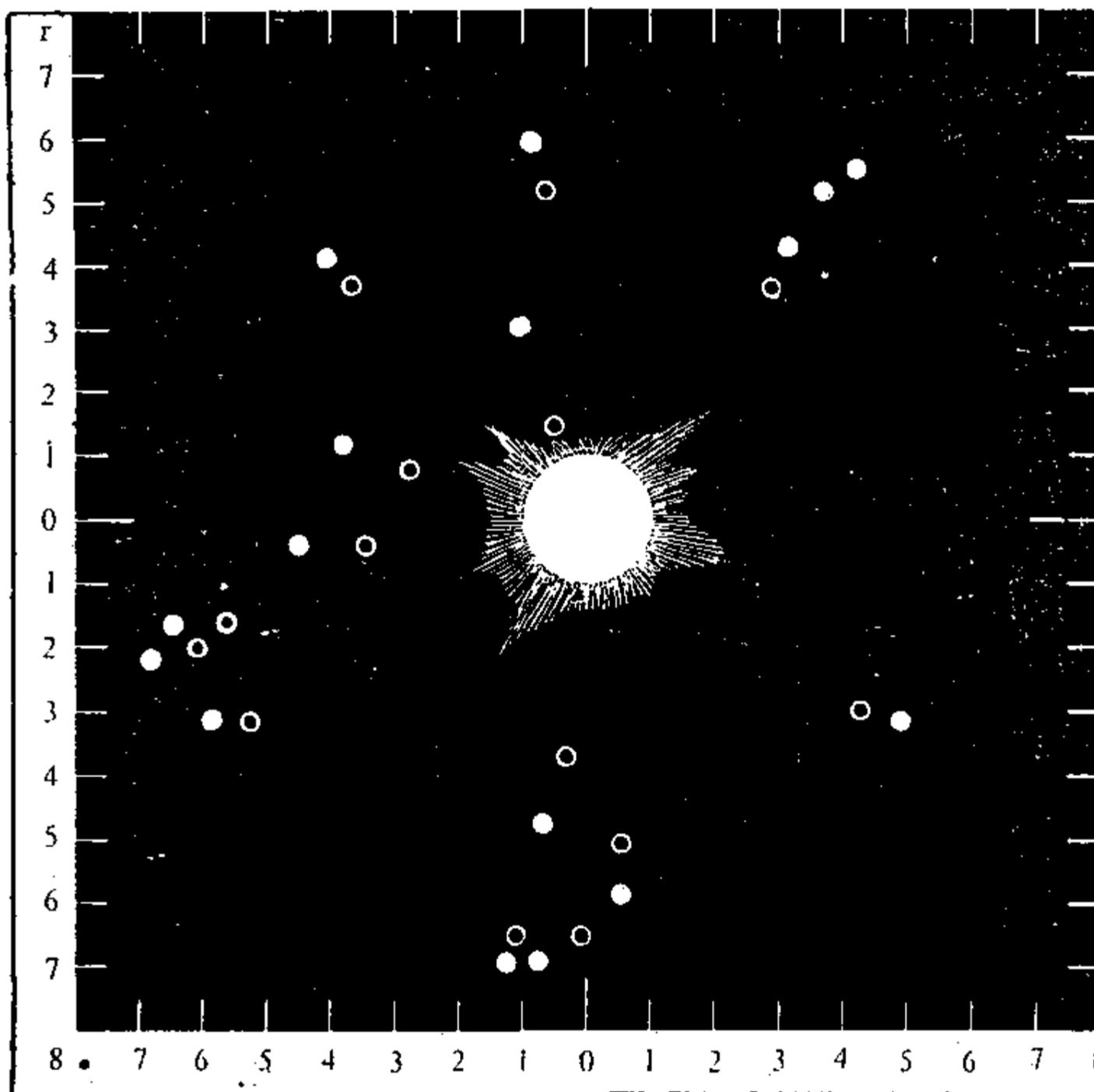
А код звезде која би се на плочи налазила на два Сунчева пречника од руба, износило би померање, услед Ајнштајн-ова ефекта, 0.007 мм. То могу изгледати мале дужине, али се данашњим средствима оне мере. Другим речима, тешкоће не потичу толико од сићушности ефекта, колико од околности и услова под којима, с једне стране, тај ефект долази до изражаја, а, с друге стране, мора да се мери. Ево, у најкраћим потезима, како се стварно тај ефект одређује.

О сваком помрачењу астрономима су познати, довољно времена унапред, не само датум и час почетка и свршетка појаве, већ и све остале околности под којима ће се појава одиграти, на било којој тачки на Земљи. Познат је, дакле, и тачан Сунчев положај међу звездама, у том тренутку; другим речима, ми знамо које ће се све звезде видети на снимљеној плочи за трајања тоталитета. Да би на тој плочи, снимљеној са извесног места, могао Ајнштајн-ов ефект бити измерен, мора неколико месеци раније (а може и касније) бити снимљена, из истог места, и на висини што је могуће приближније оној на којој ће бити (или је било) снимљено и помрачено Сунце, и, што је најважније, и истим инструментом. Да би се повећала тачност каснијих мерења, ноћни снимак се узима кроз обрнуту плочу. Ово се практикује да би, при мерењу, могле обе плоче у апарат за мерење да буду стављене са емулсијама окренутим једна према другој. На сл. 33. су приказани износи радијалних померања, под дејством Ајнштајн-ова ефекта, код петнаестине звезда из околине Сунца за време његова помрачења од 21 септембра 1922. Снимке је направила Lick-ова еклипсна експедиција, под руководством астронома Campbell-а и Trümpler-а.

Одређивања Ајнштајн-ова ефекта су деликатан задатак: прво, због незнатности самог ефекта; друго, због сложености и поступка при мерењу, и редукција; а, нарочито, због разних систематских грешака којима су мерења изложена. Међу овима је, свакако, најопаснија промена скале, до које долази услед промене жижне даљине инструмента, у размаку између снимања ноћних и еклипсних плоча. Ова грешка дејствује сразмерно даљини звезде од Сунца, док Ајнштајн-ов ефект опада хиперболички са даљином. Тако да је довољна и промена од, рецимо, десетхиљадитог дела жижне даљине дурбинове, па да ефект, код оних даљих звезда, буде поништен. Сем тога не треба из вида губити да се, ако има места, елиминишу дејства диференцијалне рефракције и аберације, а, евентуално, и сопствених кретања између снимака.

Друга озбиљна тешкоћа, за сигурно одређивање ефекта, потиче од недовољног броја и неподесног распореда довољно сјајних звезда око помраченог Сунца. Према горњем обрасцу за релативистички ефект, видимо да је звезда утолико погоднија за његово одређивање, уколико је ближа Сунчеву рубу, а мање погодна уколико је даље од руба. Али уколико је звезда ближа рубу требало би и да је утолико сјајнија, да би могла и кроз коронину светлост да буде снимљена. Сем тога, не треба ни то заборавити, да је за редукцију ефекта неопходно потребно да се на снимку добију бар шест употребљивих звезда (које се довољно јасно виде, да се могу сигурно мерити). Ако поред ових услова,

на којима ништа посматрач није у стању да измени, још узмемо у обзир брзу пролазност самих појава, усто, често, још и ометану неповољним, или само делимично повољним, атмосферским приликама, постаје јасно зашто је, од укупно двадесет и седам потпуних помрачења, колико их је било досад откад је први пут (1919) измерен ефект, о с а м свега могло (до 1959) бити искоришћено за одређивање ефекта.



Сл. 33. — Снимак помраченог Сунца и петнаест околних звезда, са њиховим правим (кружићи) и привидно помереним положајима (бели дискови) услед Ајнштајн-ова ефекта

(Примедба: од два десног угла слике најближа положаја, горњи је само диск, испод њега треба да је кружић)

Из досадањих одређивања ефекта могло се ово закључити:¹

а) да несумњиво постоји предвиђено померање светлосног зрака у Сунчевој близини;

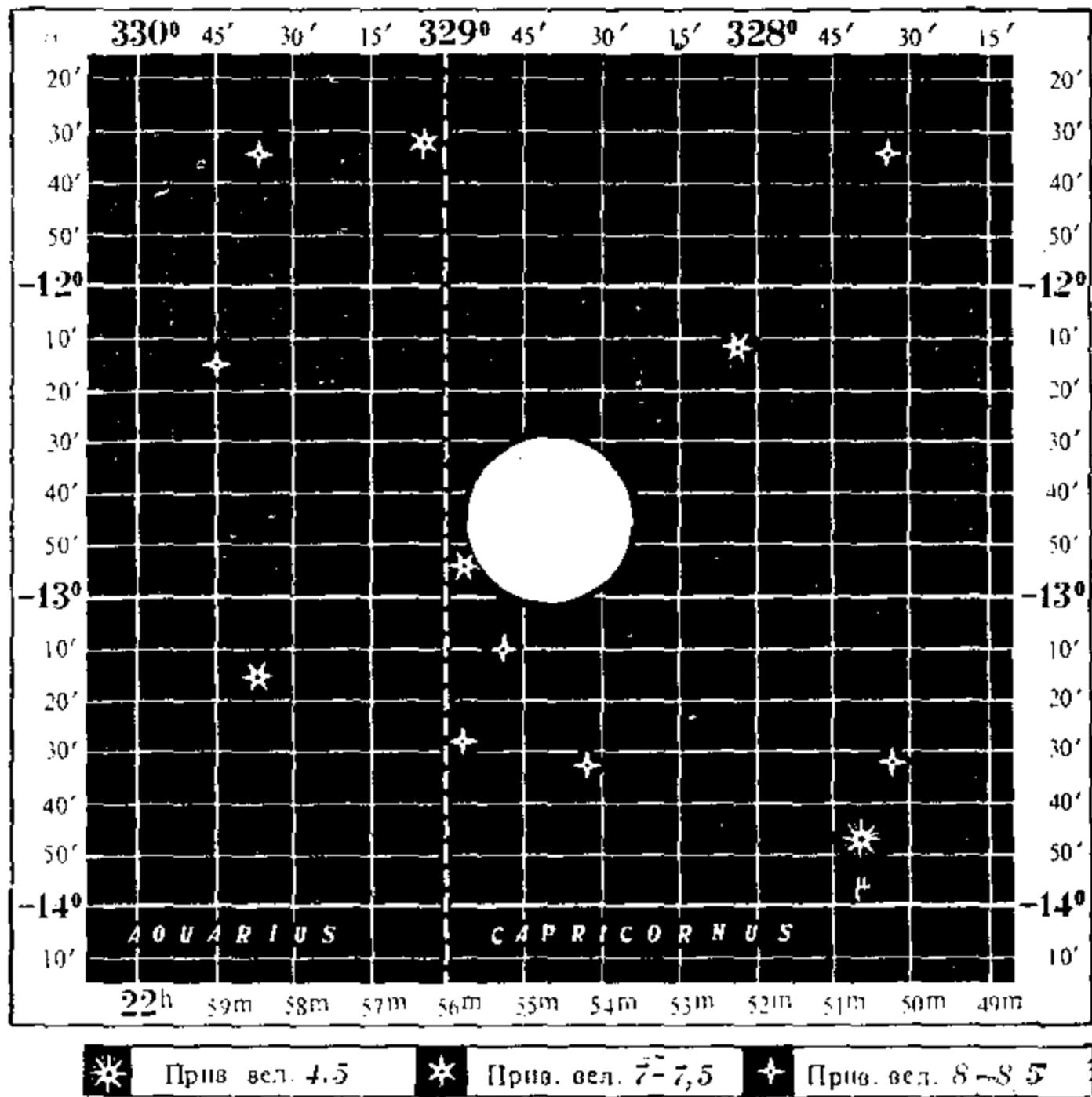
¹) Н. v. Klüber — The Determination of Einstein's Light-Deflection in the Gravitational Field of the Sun; *Vistas in Astronomy*. Vol. III, p. 73.

б) да није довољно потврђен хиперболички закон скретања, како то захтева теорија;

в) да су мерењима, још од првих одређивања (1919 и 1922), добиване в е њ е од предвиђених величина скретања светлости.

А за будућа одређивања ефекта, из стечених искустава изведене су ове препоруке:

а) да за беспрекорно одређивање ефекта треба, као најбитнији, сматрати услов: постојаност (непроменљивост) вредности скале, дакле жијне даљине објектива у размаку између два снимања; што значи за време од бар три, а и више месеци;



Сл. 34. — Сунчева непосредна околина за време помрачења на дан 15 фебруара 1961. Потезасто извучена вертикална линија претставља границу између сазвежђа Capricornus и Aquarius

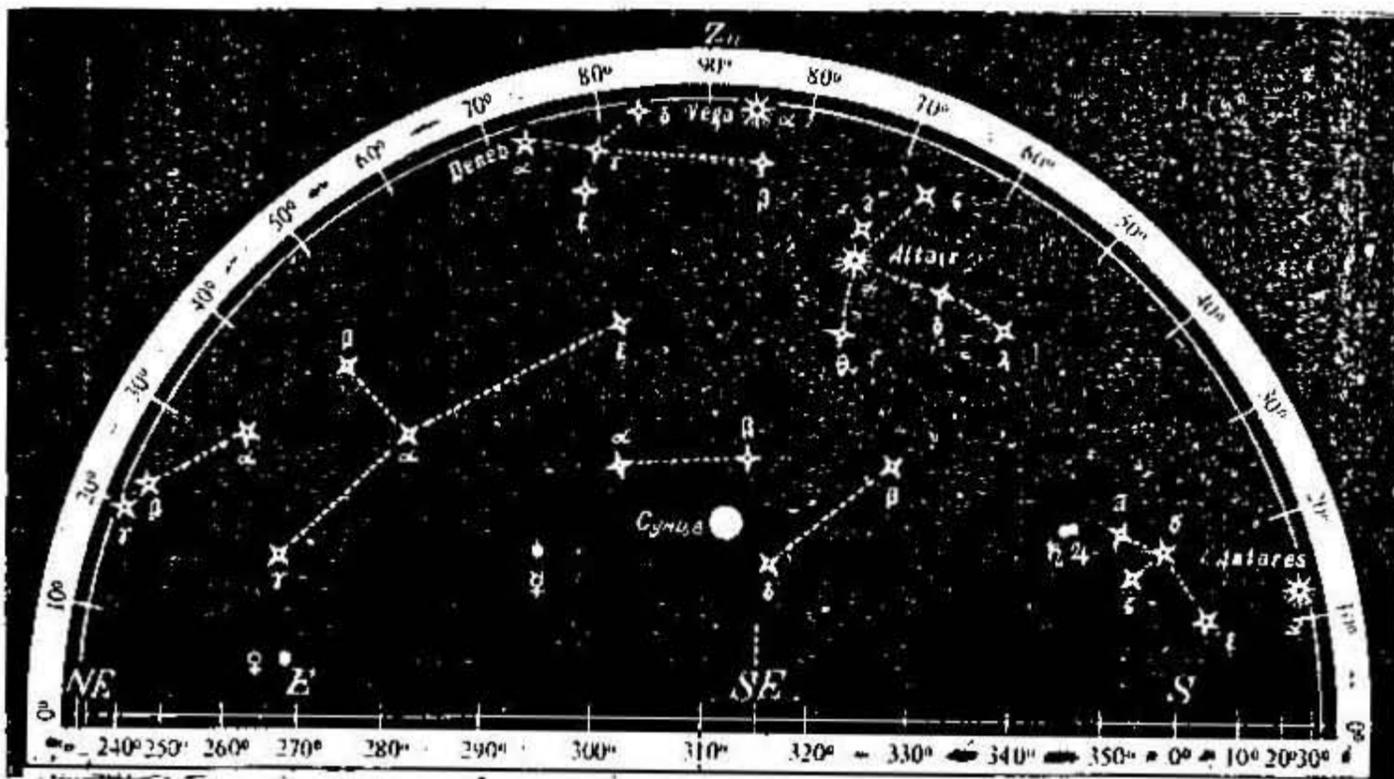
б) да број звезда око Сунца треба да буде знатно већи од шест, што, другим речима, значи, да ова мерења нема смисла ни предузимати ако је број звезда мали;

в) да инструмент треба да буде дугофокусни (почев од $F = 340$ цм па навише), по могућству двоструки, уз то савршено стабилан, са што тачнијим часовним кретањем.

Према координатама Сунца и Месеца, око тренутка конјункције од 15 фебруара, и Беселовим елементима помрачења, израђена је карта (в. сл. 34.), за средњи тренутак помрачења, посматрана са територије наше земље, помраченог Сунца са околним звездама, које би могле доћи у обзир за мерење Ајнштајн-ова ефекта (астрографима средње величине). Са ње видимо да се, у тренутку фазе потпуног помрачења код нас, Сунце налази на граници, на прелазу из сазвежђа Сarpісоgnus (Козорог) у сазвежђе Aquarius (Водолија). Видимо и то да је Сунце, у том тренутку, окружено доста великим бројем звезда, али, махом, слаба и сасвим слаба сјаја. Напомињемо да су на слици означени положаји само најсјајнијих звезда, тачније, сјајнијих од осме привидне величине, што значи око шест пута слабијег од сјаја звезда на граници видљивости голим оком.

19.6. ИЗГЛЕД НЕБА ЗА ВРЕМЕ ПОМРАЧЕЊА

На сл. 35. приказан је небески свод, са небеским телима сјајнијим од треће привидне величине, која ћемо за време потпуног помрачења имати пред собом и моћи видети — ако, прво, атмосферски услови



Сл. 35. — Изглед неба за време помрачења код нас

буду били за то повољни, и, друго, ако степен помрачења буде био довољно јак. На слици нису назначена имена сазвежђа, да не би испала претрпана. Али напомињемо, ради оријентације, да се помрачено Сунце налази — као што је већ и речено — на граници сазвежђа Козорога (са звездама β и δ десно од Сунца) и Водолије (са звездама β и α изнад Сунца). Лево од овог сазвежђа виде се на слици звезде ϵ , α , γ и β

Пегаза; још више лево звезде α , β и γ Овна. Скоро у зениту виде се сазвежђа Лире (са Вегом) и Лабуда (са звездама β , γ , α , δ и ϵ); десно, мало ниже, види се сазвежђе Орла; а ниже, при хоризонту, сазвежђе Стрелца (са звездама π , ζ , σ и ϵ) и Скорпије (са Антаресом).

Од планета виде се на слици, мало западније од Стрелца, једна поред друге, Јупитер (♃) и Сатурн (♄); источно од Сунца, и нешто ниже, види се Меркур (♁), а сасвим ниско, готово на самом хоризонту, Венера (♀).

Која ће и колико од ових небеских тела бити и голим оком видљива, за она два и нешто више минута, Сунчева потпуног помрачења, послужиће као најнепосреднија оцена степена јачине помрачења. Прецизнију оцену од ове претставља идентификовање, помоћу карте, изабраних звезда (најбоље, унапред изабраних, с обзиром на кратко време којим се за ово располаже) најслабије привидне величине, које могу голим оком да се виде. За овакву оцену долазе у обзир само звезде даље од хоризонта (због екстинкције светлости при хоризонту).

Још прецизније оцене јачине помрачења могу се постићи разним фотометриским методама, но које захтевају и одређене (мање или више сложене) апаратуре. За тачна мерења ове врсте препоручује се и примењује фотоелектрична ћелија.

Свако потпуно Сунчево помрачење, које је могло бити посматрано, искоришћавано је (и треба свако овакво да буде искоришћено), да се претражи Сунчева ближа и даља околина, не би ли се открило неко још непознато тело Сунчева система. Док је било основа за претпоставку да може постојати (једна или више) планета између Сунца и Меркура, трагало се, сваког помрачења, за интрамеркурском планетом.

Зна се, међутим, из посматрачких анала, да је, напр., 1882, откривена, крај помраченог Сунца, дотле неопажена комета. И једанаест година касније, на више снимака добивених за трајања потпуног Сунчева помрачења констатовано је присуство непознате комете. Па и за време Сунчева помрачења од 1948 примећена је, на 2° од Сунчева руба, комета, која је наредних дана посматрана са више тачака јужне Земљине хемисфере. Зато, Сунчева помрачења треба искористити, кад год се може, да се, и визуално, и телескопски, и фотографски, претражи његова околина.

Може, сем тога, да се деси, иако је вероватност за то изванредно мала, да за трајања помрачења засија неки метеор, или и забљешти неки болид. У том случају би корисно било да посматрачи осматре тачан тренутак и приближан положај (висину и азимут) тачке на којој метеор засија, затим правац његова кретања, боју и јачину сјаја, као и тренутак и положај тачке на којој се угасио (ишчезао, евентуално распрснуо се).

Најзад није искључена, и поред све своје реткости, бар у нашим пределима, ни појава дневне поларне светлости, за време помрачења. У овом случају би требало забележити све њене карактеристике, које посматрач уочи.

Приложена карта (в. сл. 35.) може и треба да послужи у оријентационе сврхе, како визуалних тако и телескопских посматрања за време фазе тоталитета.

20. ТРЕЋИ ДОДИР. СВРШЕТАК ПОТПУНОГ ПОМРАЧЕЊА

Фаза потпуног помрачења свршава се трећим додиром, дакле у тренутку кад Месечев тамни диск додирне изнутра, западним својим рубом, западни руб Сунчева сјајног диска. Свршава се, уствари, појавом првог Сунчева зрака иза Месечева тамног диска. Појединости које за овим тренутком наилазе истоветне су са онима описаним код другог додира, дакле почетка потпуног помрачења, само им је обрнут смер и хронолошки ред којим се нижу.

Сам тренутак трећег додира, чије је познавање (као што је било и оно другог додира) од пресудног значаја, редовно је довољно тачно познат (пошто је из другог додира изведена поправка, ако је постојала). Према томе, посматрачи флеш-спектра ће моћи сигурно одмерити оних осам до десет секунда (пре самог додира), које могу, и треба, да искористе да сниме (пре но што бљесне први Сунчев зрак) флеш-спектар Сунчева западног руба.

Неко треба да буде задужен да осмотри, да ли и колико дуго, **п о с л е** трећег додира, остаје видљива корона, или њен неки део.

Од самог тренутка трећег додира треба неизоставно осмотрити разлаз, или удаљавање, врхова Сунчева сјајног срца. Ово ће се нај-успешније постићи хронометрисаним кинематографским снимањем Сунчева изгледа, у току две до четири минуте по свршетку потпуног помрачења.

У тренутку трећег додира треба осмотрити, боље речено покушати да се осмотри, ако се може, и удаљавање Месечеве сенке ка истоку.

Затим, од трећег додира треба очекивати да ће изазвати појаву Вајл-свих зрнаца, као и појаву покретних сенки. И ове појаве треба, свакако, осмотрити на било који од поменутих начина при њихову опису код другог додира.

Са трећим додиром метеоролошке карактеристике, које су се таман нешто стабилизовале за фазе тоталитета, почињу се од овог тренутка нагло мењати. Према томе, треба их пратити и бележити, и то све до краја појаве.

21. ЗАВРШНА ФАЗА ДЕЛИМИЧНОГ ПОМРАЧЕЊА. ЧЕТВРТИ ДОДИР

Са трећим додиром почиње завршна фаза делимичног помрачења. Она траје преко једног часа. За то време се обављају посматрања „симетрична“ онима извршеним у првом делу, почетној фази делимичног помрачења. Поменућемо их само, како би посматрачи имали неку врсту прегледа свега што би у овој фази могло да се осмотри.

Појачавање светлости дана треба пратити фотометриски, *служећи се, по могућству, разним методама (фотографским, спектрографским, фотоелектричним).

Ако је у првом делу делимичне фазе посматрано заклањање појединих пега или група пега на фотосфери, у овој фази треба осмотрити њихово отклањање; обраћајући специјално пажњу на то да ли су одвајања Месечева руба од руба пега праћена појавама „мостова“ или не. Сем тога, док је Месечев руб још близу пеге, треба упоредити црnilо пеге (језгра и пенумбре) са црnilом Месечеве плоче.

С времена на време, у току ове фазе, треба осмотрити саму Месечеву тамну плочу и проверити, да ли се примећује (визуално и телескопски) било какав детаљ, контура и где на тамној површини.

Као најважнији податак који још остаје да се о појави добије, то је тачан тренутак четвртог додира, свршетка ове фазе и — самог помрачења. Начин, тачније, начине којима се ово може постићи приказали смо доста детаљно, код првог додира. Овде их нећемо понављати. Можемо само напоменути да се од описаних и, уопште, расположивих метода за ову сврху као најтачнија може препоручити — хронометрисано снимање кино-комором за последњих четири до пет минута. Притом треба објектив (фотографски) дијафрагмирати и комбиновати са погодним филтром.

22. РАДИО-ТЕЛЕСКОПСКА ПОСМАТРАЊА ПОМРАЧЕЊА

Познато је да је током Другог светског рата откривено, и то случајно (радаром, 1942), да наше Сунце емитује и радио-таласе: да је оно, дакле, извор и радио-зрачења, и то релативно широког распона таласних дужина (од милиметарских до декаметарских). И, већ од 1944, израђивани су специјални пријемници за ова зрачења, такозвани радио-телескопи, у разним земљама, и отпочело се са редовним мотрењима и испитивањима ове нове врсте зрачења. Тако се родила нова, данас већ важна, научна област — Радио-астрономија.

И мада за собом нема још ни пуне две деценије, она је већ забележила, захваљујући необично брзом и успешном развоју технике, завидан низ резултата и открића од изванредног научног значаја. Она нас је упознала са новим врстама зрачења, како најближих небеских тела тако и далеких васионских објеката; помогла нам је да „загледамо“ дубље и у структуру галаксије; омогућила нам је да сазнамо за дотле незнане и невидљиве изворе тих нових зрачења!

Сунце се, наравно, због његове доминантне улоге у збивањима око Земље и на њој самој, нашло у центру пажње Радио-астрономије. Оно је, од првих дана, постало и остало, и до данас, предмет непрекидних радио-телескопских посматрања. И то у правом смислу „непрекидних“. Јер, за радио-телескопе облаци нису оно исто што и за оптичке телескопе. У том погледу је Радио-астрономија, у односу и упоређењу са „оптичком“ Астрономијом, у неоспорно повољнијој ситуацији.

Радио-астрономија је, међутим, у неповољнијем положају, према „класичној“ Астрономији, због извесних карактеристика своје апаратуре. Ова, напр., заостаје у погледу раздвојне способности пријемника; заостаје и у прецизности одређивања правца зрачног извора, као и његових тачних димензија и облика. Тако да радио-телескопи могу, само до извесног степена тачности, да, рецимо, ситуирају правац, или одреде угловну даљину блиских праваца; или да, напр., код Сунца, одреде са ког дела, са ког нивоа, било короне, било хромосфере, потиче примљено зрачење.

За ова, ближа, рекогносцирања и прецизнија идентификовања делова Сунчеве атмосфере, одн. површине, са којих допиру примљена зрачења, и радио-астрономи искоришћују Сунчева помрачења, као врло повољне и поуздане прилике за то. Месечев наилазак испред Сунца и постепено, прво, заклањање, редом, делова Сунчеве атмосфере, од највиших до најнижих (короне, хромосфере), као и саме површине (фотосфере), а, затим, откривања свих тих делова и слојева, радио-астрономима добро долазе и служе, да утврде уделе тих слојева у врстама и јачинама регистрованих пријема.

Што се тиче радио-астрономске апаратуре за посматрања ове врсте, она је слична оној за свакодневна посматрања Сунчевих радио-зрачења, којом се служе сталне радио-опсерваторије. А то су прилично велики објекти и гломазне инсталације, што значи да се не преносе лако. Повољна је притом, ипак, околност што је, за радио-астрономе, најинтересантнија корона, коју, међутим, Месец и при делимичним помрачењима, великим делом, заклања (одн. открива). Другим речима, за радио-телескопска посматрања помрачења нису потребне специјалне станице на територији појаса тоталитета, — ако се довољно велика делимична фаза његова може посматрати са сталне радио-опсерваторије.

Наши радио-астрономи налазе се у овом повољном случају за посматрање помрачења које очекујемо.

23. ИЗГЛЕДИ ЗА ПОСМАТРАЊЕ ФЕБРУАРСКОГ ПОМРАЧЕЊА ИЗ НАШЕ ЗЕМЉЕ

Имамо основа, чак и јаких разлога, и због доба дана и због месеца у години у које наилази ова ретка појава, да се запитамо: хоће ли ма где на појасу тоталитета, и где то, атмосферски услови дозволити да се појава посматра са земље. Јер, за науку, за Астрономију, од битног је значаја да извесне појединости појаве буду посматране са Земљине површине, са тачака познатих географских координата.

Ти су услови, за успешно посматрање појаве: ведро небо, прозрачна атмосфера и тихо време (без ветра). И питамо се: на којим ће тачкама појаса тоталитета, у нашој земљи, ови услови бити остварени 15 фебруара наредне године, од 7^h 30^m до 10^h, пре подне? За астрономе је од пресудног значаја ово питање. Јер, они избор свог посматралишта треба да изврше бар два-три месеца раније. Апарате и опрему треба да пренесу на посматралиште три до четири недеље раније; да онде подигну станицу, изврше све потребне предрадње; и, кад појава наиђе — посматрају је.

На ово питање, међутим, не може нам нико одговорити. Астрономима остаје, према томе, да се ослоне на прогнозу, засновану на метеоролошким подацима, прикупљаним током протеклих, краћих или дужих (према месту које је у питању), времених размака. А свима нам је познато, колико су те прогнозе поуздане! Али како другог излаза нема, погледајмо шта се из расположивих података може закључити. Послужио сам се подацима које је објавила Хидрометеоролошка служба ФНР Југославије, 1952, у свесци „Прилози познавању климе Југославије. 1.“¹

Према овим подацима (који, очигледно, нису хомогени ни по временим распонима, за које су дати, а још мање по својој поузданости) може се оволико рећи. Најзападнији делови (нарочито Хвар и Брач) средине појаса тоталитета, у нашој земљи, свакако, имају више изгледа на повољне услове за посматрање појаве. Док се облачност, на делу Хвар—Мостар, у фебруару, креће између 5·0 и 5·3; на делу Рацка-Ниш она се креће између 6·4 и 6·7! Што се ветровитости тиче, налазимо да се годишњи просечни процент тихих дана креће између 16 и 31 на делу Хвар—Мостар; док у околини Ниша износи 42.

О прозрачности, нарочито оној како је астрономи дефинишу и мере, нема уопште података.

Закључујући, могао бих ово рећи. Имајући пред очима временску ђудљивост, и уопште и код нас, мишљења сам да би и неопрезно и неразумно било везати за једну једину тачку посматрања фебруарског помрачења. Кад већ имамо срећу да 500 км. појаса тоталитета пролази преко наше земље, онда би свакако требало организовати бар три станице, на трима равномерно распоређеним тачкама дуж, или близу централне линије.

24. ПРОГРАМ ПОСМАТРАЊА ПРИ ОБЛАЧНОМ ВРЕМЕНУ ЗА ТРАЈАЊА ПОМРАЧЕЊА

Визуална и, уопште, оптичка посматрања појаве биће, са земље, немогућна ако, и где, небо буде било облачно, или буде наишла магла, у јутарње часове 15 фебруара. Моћи ће се, ипак, обављати и обавити, углавном, сва радио-телескопска, јоносферска и метеоролошка осматрања и мерења. Од појединости које би за Астрономију могле бити од извесног интереса, могла би бити обављена, рецимо, фотометриска мерења постепеног слабљења, пре наилазак тоталитета, као и за време његова трајања, а по његову завршетку — постепеног појачавања светла дана.

Али ако се са Земљине површине не могу предузимати никаква од предвиђених посматрања појаве, данас могу, и при облачном небу за време помрачења, бити обављена разна, бар најнеопходнија астрономска и астрофизичка посматрања, — захваљујући ваздухопловству. Улога авијације, која је од Другог светског рата искоришћавања готово при сваком потпуном помрачењу, показала се не само корисна, већ и од

¹ коју ми је ставио на располагање проф. М. Чадеж, на чему му и овим путем захваљујем.

драгоценог значаја. Уосталом, већ сама чињеница да она Астрономији омогућује да ниједно више потпуно Сунчево помрачење не пропусти непосматрано, значи огромно — претставља епоху у овој науци.

Набројаћемо неке од могућности које авијација за ове сврхе пружа, и истаћи ћемо главније њихове предности. Најглавнија је, свакако, у томе што нам омогућује да, са посматралишта под облацима, узлетимо, дигнемо се изнад облака и из ваздуха пропратимо целу фазу тоталитета. Једну корисну варијанту овога претстављао би случај за који би метеоролози били дужни да преузму главни део одговорности. Мислимо на случај кад би прогностичари били у стању да, у овом конкретном случају, најкасније 13 фебруара, прецизирају који крај и места имају највише изгледа на ведро и тихо време у јутарње часове 15 фебруара. У том случају би авијација (рачунајући и на хеликоптере) могла благовремено да пребаци у означени крај најпотребнији број посматрача, који би појаву могли и са Земље посматрати.

Изузетно драгоцену предност претставља околност што се авионом може, ако лети у смеру кретања Месечеве сенке — код овог помрачења (бар у нашој земљи) од запада ка истоку — продужити и трајање фазе потпуног помрачења. Са приложене карте видимо да ширина осенчене површине (елипсе, дуж централне линије), у одређеном тренутку, износи 176 км. За просечну брзину кретања сенке можемо узети 1236 m/sec (што одговара трајању од $142^{\text{s}}.3$, дакле у $7^{\text{h}} 45^{\text{m}} \text{ EB}$). Претпостављајући три могуће брзине авиона, у смеру кретања Месечеве сенке: 500, 700 и 900 km/h, налазимо да би за посматраче из авиона, трајања фаза тоталитета фебруарског помрачења била продужена за 18, одн. 27, одн. 36 секунда!

Што се врста посматрања тиче, поменућемо само да се из авиона могу, поред разних визуалних посматрања — што зависи највише од посматрача — обавити интересантна фотографска снимања, рецимо: наиласка Месечеве сенке (в. сл. 25. и 26.), општег изгледа помраченог Сунца, затим удаљавања сенке, као и сваке друге појединости која би се указала. Даље, може се цела појава кинематографисати. При овим посматрањима не треба губити из вида, да сваки снимак мора неизоставно бити хронометрисан. Ако ово није могуће аутоматски, онда време снимка треба са часовника прибележити.

Нажалост, Положајна астрономија се не може овим могућностима и овако добивеним подацима користити, из простих разлога што су и посматрач и посматралиште — у кретању!

ГЛАВА ЧЕТВРТА

ТОК ПОМРАЧЕЊА ПОСМАТРАН ИЗ ЈУГОСЛАВИЈЕ

25. ПОЛАЗНИ АСТРОНОМСКИ ПОДАЦИ

У овом, завршном, делу ове монографије дати су сви потребни подаци и упутства, помоћу којих се могу, за било које место на територији Југославије, одредити времена почетака и свршетака главних фаза помрачења, како делимичног тако и потпуног. Ако се од тих података не тражи тачност већа од 3—4 секунде, они се могу лако добити, и непосредно са приложене карте, по цену свега две мање, основне рачунске радње. Стручњаци, међутим, дакле астрономи, и будући астрономи, нарочито ако се спремају да појаву и стручњачки посматрају, не могу се задовољити само приближним подацима. Зато, у другом делу ове главе, дајемо све потребне таблице, како оне помоћне тако и специјалне за ово помрачење, помоћу којих се потребне појединости о помрачењу могу израчунати са свом потребном тачношћу.

Међутим, пре него што бисмо приступили објашњењима појединих астрономских података, морамо учинити једну важну напомену. Она се односи на начин рачунања времена и времене податке, уопште, којима се служимо, како на приложеној карти, појаса тоталитета, тако и у специјалним таблицама о току појаве. Времена којима се служимо су такозвана *ефемеридска* времена. Појам ефемеридског времена је једна важна новина, уведена од ове године у велике астрономске алманахе. А можемо додати и прилично компликована новина. Зато се, овде, нећемо задржавати на објашњавању¹ суштине уведеног појма, из простог разлога што бисмо се, при томе, морали осврнути и на мотиве који су астрономе приморали да ову новину уведу. А то би нас прилично удаљило од нашег главног циља.

Али ћемо рећи о том појму онолико колико је потребно, да бисмо се могли њиме служити и лако са ефемеридског прелазити на средње-

¹ Читалац који би желео нешто више о овом појму да зна, може то наћи у књ. XXV Годишњака нашег неба, за 1961.

европско и обратно. Уједно ћемо, у циљу једноставнијег и писања и изражавања у даљим излагањима, увести ознаке:

за ефемеридско време	ЕВ,
за светско (универзално) време	УВ,
за средње-европско време	СЕВ,
за разлику ЕВ—УВ	ΔТ.

Ова разлика је, релативно, мала; износи за наредну годину 34^s . Она није стална: мења се са временом.

Према томе ћемо имати, за прелаз са једног на друго од поменутих времена, везе:

$$\begin{array}{lll} \text{ЕВ} = \text{УВ} + 34^s, & \text{односно} & \text{УВ} = \text{ЕВ} - 34^s \\ \text{УВ} = \text{СЕВ} - 1^h, & \text{односно} & \text{СЕВ} = \text{УВ} + 1^h; \\ \text{ЕВ} = \text{СЕВ} - 1^h + 34^s, & \text{односно} & \text{СЕВ} = \text{ЕВ} + 1^h - 34^s. \end{array}$$

Напоредо са ефемеридским временом морао је бити уведен и појам ефемеридског меридијана, као основног. То је, по дефиницији, меридијан у који би, строго равномерном Земљиним ротацијом, био доведен гринички географски меридијан за време ΔТ, то јест за оних 34^s разлике између ЕВ и УВ. Краће речено, као ефемеридски је уведен меридијан за $1.002\,738\,\Delta\,T$ источно од досадашњег почетног, или гриничког географског меридијана. Што, практично, значи да су све источне ефемеридске лонгитуде, по апсолутној својој вредности, за

$$1.002\,738\,\Delta\,T = 34^s.09, \text{ или } 8'31''.4,$$

смањене, а све западне ефемеридске лонгитуде за толико увећане у односу према географским дужинама тачака.

Према томе, како при одређивању приближних, тако и при израчунавању тачних тренутака појединости помрачења, за одређено место, треба имати на уму да:

а) и подаци на приложеној карти, и они у таблицама одговарају ефемеридском времену;

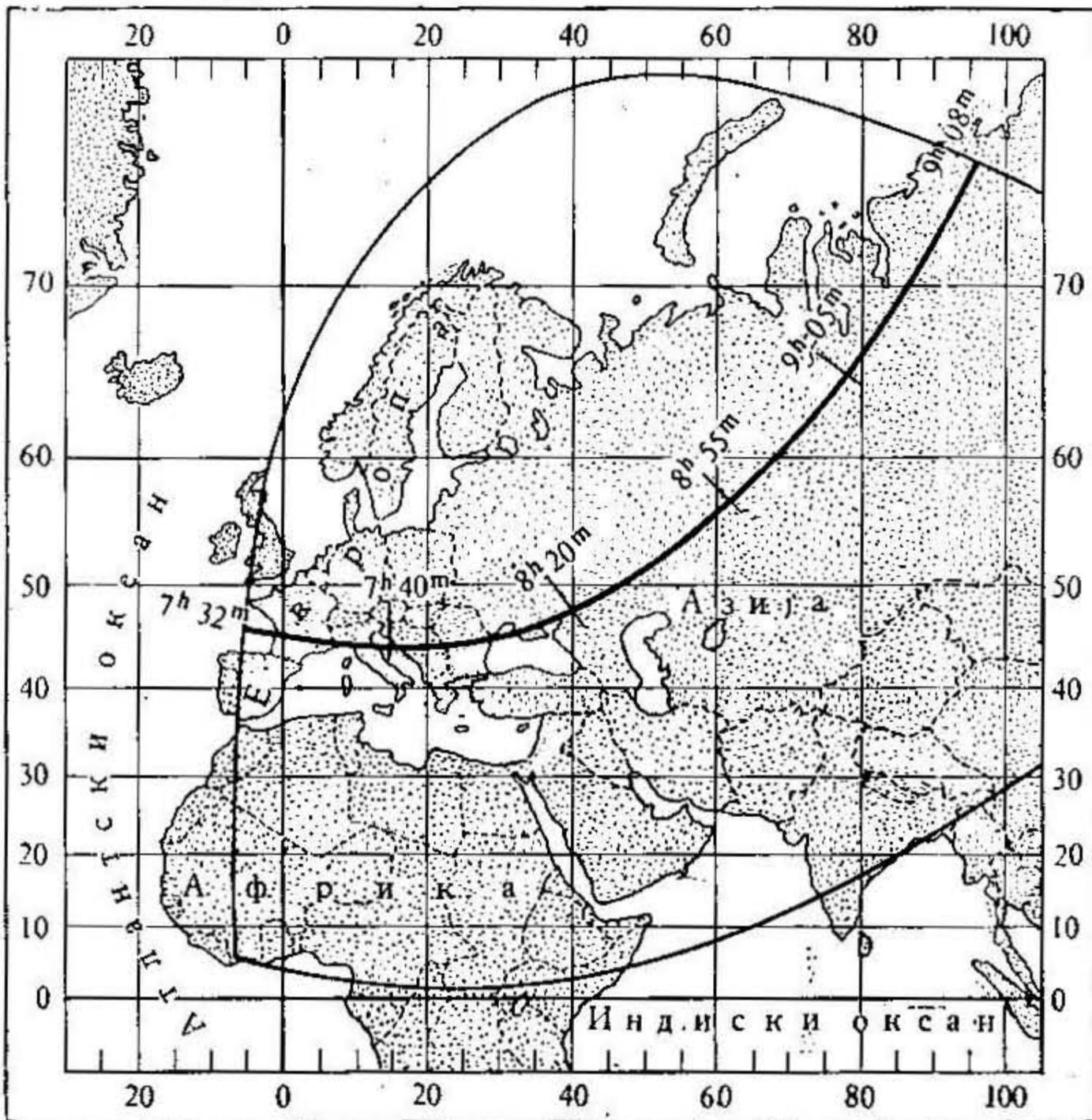
б) пре сваког приступања израчунавању, неизоставно треба географску дужину места, за које се израчунавају појединости појаве, свести на ефемеридску;

в) са карте или рачуном добивена времена претстављају ефемеридска времена, која још треба свести (према горњем упутству) на средње-европско време, то јест на оно што показују наши часовници.

¹ Да би се са карте лакше могле узимати, или налазити, ефемеридске лонгитуде места, цели степени ових означени су цртицом на карти, дуж горње и доње поделе, десно од броја степени.

26. ОПШТИ ТОК ФЕБРУАРСКОГ ПОМРАЧЕЊА

Помрачење које очекујемо за нас је прво потпуно Сунчево помрачење од 1666, а, уједно, и последње у овом миленијуму видљиво из наших крајева. Зато је оно од изузетног значаја за нас. Оно се, сем тога, издваја и једном код Сунчевих потпуних помрачења ретком, а врло повољном, карактеристиком: његов појас тоталитета иде, готово сав, само преко копна, и то густо насељена копна, уз то још и, тако рећи, начичкана астрономским опсерваторијама. А то је врло редак случај. Али са научног гледишта од огромног значаја.



Сл. 36. — Карта општег тока помрачења од 15 фебруара 1961

Појас тоталитета овог помрачења — површина којом ће проћи Месечева сенка — иде од $5^{\circ} 33'$ западне географске дужине и $46^{\circ} 32'$ северне географске ширине (положај око 300 км западно од француске Атлантске обале) преко Јужне Француске, Горње Италије, наше земље — у којој достиже (мало јужније од Будве) најјужнију своју тачку — преко Бугарске, јужног дела Румуније, да, преко Црног Мора, пређе на територију Совјетског Савеза (Кримско Полуострво); па, затим, прешавши Азовско Море, скрене и продужи ка северу и заврши се на $93^{\circ} 42'$ Е и $71^{\circ} 41'$ N, на Тајмирском полуострву (в. сл. 36.).

Тај појас (на почетку и на крају ужи, ако средине нешто шири), просечне ширине од око 240 км, дужине нешто мање од 8000 км, пребрисаће Месечева сенка у размаку од $7^h 32^m$ до $9^h 08^m$ светског времена; дакле за свега $1^h 36^m$. Само са површине тог појаса моћи ће се помрачење видети потпуно; на почетку и на крају појаса, и то са тачке у средини, трајања од по око 100 секунда; па што даље постепено дуже; око средине појаса (рецимо у околини Ростова на Дону) најдуже (за тачке у средини појаса око 165 секунда).

Са обе стране овог појаса простире се, ка северу, до Шпицберга, ка југу, скоро до самог полутара, одн. до Манџурије, површина којом ће проћи Месечева полусенка, са које ће се појава моћи видети као делимично Сунчево помрачење. Ово ће почети у $6^h 09^m$, а завршити се у $10^h 30^m$ светског времена.

27. ТОК ПОЈАВЕ ПОСМАТРАН ИЗ НАШЕ ЗЕМЉЕ

Код нас ће појава почети, на најзападнијим јадранским острвима, делимичним Сунчевим помрачењем, од $7^h 33^m$ ср. евр. вр. Потпуно помрачење ће трајати код нас од $8^h 40^m$ до $8^h 51^m$ ср. евр. вр. А завршиће се, опет као делимично, нешто после $10^h 06^m$ ср. евр. вр. Са приложене карте, на крају ове монографије, добива се лако преглед тока појаве за целу територију наше земље. На њој су извучене границе појаса тоталитета — оног дела наше земље са којег ће се помрачење моћи видети и потпуно. Са делова северно и јужно од овог појаса појава ће се моћи видети само као делимично Сунчево помрачење; и то, утолико јаче уколико је посматралиште ближе појасу.

Приближно паралелно са границама повучена линија, скоро по средини појаса, претставља путању коју ће описати оса Месечева сенчаног конуса — замишљена права кроз Сунчево и Месечево средиште. — Она је за појаву основни астрономски елемент. Та линија претставља и путању што описује средиште осенченог дела (у сваком тренутку) Земљине површине — дакле, средиште елипсе коју на Земљиној површини покрива (у датом тренутку) Месечев сенчани конус. — Зато се та путања зове **централна линија**.

Због улоге коју централна линија игра у току помрачења, обележени су на карти положаји кроз које оса сенчаног конуса пролази у размацама од по десет секунда. И то: положаји што одговарају почацима минута означени су јачом цртом, а уједно и тренуцима: $7^h 40^m$, 41^m , 42^m ,, $7^h 49^m$, и $7^h 50^m$, у које кроз њих оса пролази; а остали су обележени само слабијом цртом.

Дуж северне границе појаса тоталитета обележени су тренуцима (у ефемеридском времену): $7^h 42^m$, 43^m , 44^m , 45^m , . . . , $7^h 51^m$ положаји најсеверније тачке сенке (сенчане елипсе) у том тренутку. Праве повучене кроз ове положаје и оне што, истом тренутку, одговарају на централној линији претстављају такозване **изохроне** — линије што спајају места у којима средина потпуног помрачења пада у исти тренутак. Продужене до супротне границе појаса, изохроне одре-

ђују на њој положаје најјужнијих тачака сенчане елипсе, у сваком тренутку. На карти су и дуж ове границе обележени положаји изохрона, у размацима од по једне минуте (почев од $7^h 40^m$), но крај тих положаја су стављена, у секундама изражена, трајања фазâ потпуног помрачења на централној линији ($133^s 6$, $137^s 4$, $142^s 3$, $145^s 2$).

По овим вредностима видимо да се трајања потпуног помрачења мењају дуж централне линије, и то релативно брзо. Она се, код нас, продужују од запада ка истоку (тако да ће у Нишу Сунце остати око 13^s дуже помрачено него, рецимо, у Сплиту). Трајања фаза тоталитета мењају се и дуж изохрона. Идући од централне линије опадају ка границама појаса: прво споро, а, што даље, брже, да се на границама појаса сведу на по један тренутак.

Како се с в е брзо мења, можемо дати само приближне вредности просечних трајања фаза тоталитета дуж изохрона. Дајемо их, у овој табlici, за сваки десети део изохроне, идући од централне линије ка границама, у деловима трајања фазе тоталитета' у тачкама пресека изохроне са централном линијом.

Део изохроне	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
Део фазе тот. на центр. лин.	0.99	0.97	0.94	0.91	0.85	0.78	0.69	0.58	0.40

Значи, дакле, док на половини изохроне за $7^h 42^m$ ЕВ (место између Задра и Шибеника) потпуно помрачење траје $0.85 \times 137^s 4 = 116^s 8$; на половини изохроне за $7^h 47^m$ ЕВ (нешто ниже од Чачка) траје $0.85 \times 145^s 2 = 123^s 4$. Наравно, приближно.

Дуж северне границе појаса тоталитета, извучене су на карти потезасте линије и на њима обележени тренуци ЕВ: $6^h 35^m$, $6^h 36^m$, ..., $6^h 40^m$. Оне одговарају положајима источног руба Месечева полусенчаног конуса, у назначеним тренуцима. Продужене у оба смера, те линије спајају места (у границама појаса тоталитета, а довољно приближно донекле и ван појаса) у којима почетак делимичног помрачења пада у назначени, дакле исти тренутак.

Исто тако, на карти су извучене, дуж јужне границе појаса тоталитета, потезасте линије и на њима означени тренуци ЕВ: $8^h 54^m$, $8^h 55^m$, ..., $9^h 05^m$, што одговарају положајима западног руба Месечева полусенчаног конуса, у назначеним тренуцима. Продужене у оба смера, ове линије спајају места у којима свршетак делимичног помрачења пада у назначени, дакле исти тренутак.

На приложеној карти, те линије једновремених почетака и једновремених свршетака делимичних фаза, као ни изохроне — нису извучене, да не би испала утрпана и нечитка. Али су оне довољно јасно обележене, да се читалац може њима лако користити.

За посматрање спољних додира (првог и четвртог), особито првих, дакле почетака помрачења, који, махом, посматраче помало изненађују, треба знати још и такозвани положајни угао додира, како би посматрач знао на којој тачки Сунчева диска може да очекује додир са Месечевим тамним диском. Тај угао је променљив, и треба га за свако место израчунавати. Али како се за њега не тражи велика тачност, а и релативно се споро мења, можемо се задовољити и његовим приближним вредностима. За оних десетак минута, за које руб полусенке пређе преко наше земље, тај угао, ако га рачунамо од највише тачке Сунчева диска, ка западу (удесно), промени се од $60^{\circ 1}$ до 65° . Према томе неће га бити тешко приближно одредити.

28. ПРИБЛИЖНО ОДРЕЂИВАЊЕ ТРЕНУТАКА ПОЈЕДИНИХ ФАЗА НА ИЗБРАНОМ МЕСТУ У НАШОЈ ЗЕМЉИ

Помоћу података дефинисаних у претходном параграфу, које имамо нанесене и на приложеној карти, могу се једноставно одредити, са карте, за било које место у нашој земљи, које видимо на карти (или знамо где се на карти налази) — доста приближна времена почетака и свршетак главних фаза помрачења. А како се без претходног познавања приближних тренутака не може приступити ни израчунавању тачних тренутака појединих фаза појаве, објаснићемо како се одређују, на једном примеру.

Одредићемо почетка и свршетка делимичног помрачења. Одредићемо приближне тренутке првог и четвртог додира за Чачак, дакле, место у границама појаса тоталитета. Да бисмо одредили ове тренутке, прислонимо лењир уз потезасту линију (дуж северне границе) једновремених почетака, најближу леву (западно) од Чачка, и обележимо је, кратком цртом, спрам Чачка. Затим прислонимо лењир уз најближу линију десно (источно) од Чачка, и обележимо је на карти, кратком цртом, спрам Чачка. Тако већ видимо да у Чачку почиње фаза делимичног помрачења између $6^h 38^m$ и $6^h 39^m$ ЕВ, то јест, према упутству које смо напред дали, између: $6^h 38^m - 34^s + 1^h = 7^h 37^m 26^s$ и $6^h 39^m - 34^s + 1^h = 7^h 38^m 26^s$ СЕВ.

Тачнији тренутак почетка ове фазе наћи ћемо ако првом од нађених времена ($7^h 37^m 26^s$) додамо вредност: односа размака (изражена у mm) између леве линије (за $6^h 38^m$) и Чачка — према размаку између обеју линија (за $6^h 38^m$ и $6^h 39^m$), умножена још са 60. Добивамо 6^s , тако да за приближан тренутак почетка делимичног помрачења у Чачку налазимо, овим поступком, $7^h 37^m 32^s$ СЕВ.

Сличним поступком налазимо за тренутак четвртог додира, дакле свршетак помрачења у Чачку, са карте: $9^h 02^m 27^s$ ЕВ. Одузимањем 34^s од овог времена добивамо $9^h 01^m 53^s$ УВ; а додавањем овоме 1^h , добивамо за тражени тренутак свршетка $10^h 01^m 53^s$ СЕВ.

¹ На часовнику (који бисмо држали вертикално) то одговара положају мале казаљке кад показује 2h.

Одређивање почетка и свршетка потпуног помрачења. И ови тренуци се могу помоћу карте доста приближно одредити. Поступак којим се ово постиже следује из саме дефиниције другог, одн. трећег додира (званих још и унутрашњих), то јест почетка и свршетка фазе тоталитета. По тој дефиницији, потпуно Сунчево помрачење почиње на неком месту на Земљи кад источни руб Месечеве сенчане елипсе допре до тог места; а свршава се, кад западни руб те елипсе допре до изабраног места. На приложеној карти нацртана су два положаја Месечеве сенчане елипсе, које ће она заузимати у размаку од пет минута, у $7^h 42^m$ и $7^h 47^m$ ЕВ, за трајања фебруарског помрачења код нас.

Да се димензије и оријентација те елипсе не мењају у току помрачења, одређивања приближних тренутака унутрашњих додира сводила би се на скоро исто тако лак поступак као и онај за одређивање спољашњих додира. Међутим, ти су подаци променљиви. То значи, да бисмо се њима могли послужити, требало би претходно знати тренутак којем они одговарају, уствари — знати тренутак додира, који нам је непознат, који одређујемо,

Из овог *circulus-a viciosus*-а можемо ипак изаћи, захваљујући двома околностима. Прва је што, помоћу астрономских података о помрачењу, можемо унапред израчунати димензије које ће елипса имати у било ком тренутку за трајања помрачења. У доњој табlici дате су вредности, у км, великих и малих полуоса Месечеве сенчане елипсе, за сваку минуто од $7^h 42^m$ до $7^h 50^m$ ЕВ, 15 фебруара наредне године.

Тренутак ЕВ	$7^h 42^m$	$7^h 43^m$	$7^h 44^m$	$7^h 45^m$	$7^h 46^m$	$7^h 47^m$	$7^h 48^m$	$7^h 49^m$	$7^h 50^m$
В. полуоса (a)	191.3	185.0	179.6	174.7	170.4	166.7	163.3	160.3	157.5
М. полуоса (b)	55.6	55.9	56.2	56.5	56.8	57.1	57.3	57.6	57.8

Друга је околност, још важнија, што можемо, помоћу карте са извученим границама појаса тоталитета и централном линијом, за свако изабрано место, о д о к а о ц е н и т и најближу минуто како почетка тако и свршетка потпуног помрачења.

Помоћу утабличених вредности за a и b можемо лако, за сваки тренутак (за сваку секунду, ако треба) од $7^h 42^m$ до $7^h 50^m$ ЕВ, конструисати сенчану елипсу. Да бисмо се овако конструисаном елипсом могли лакше служити, при одређивању приближних тренутака почетака и свршетака потпуног помрачења, треба је на п р о в и д н о ј хартији нацртати. Додајмо овоме још и један практични савет: у средишту овако конструисане елипсе треба направити мали отвор, како бисмо могли (при постављању елипсе) оловком обележити, на карти, положај њена средишта.

Сам поступак за одређивање приближног тренутка другог, одн. трећег, додира своди се на ове операције:

а) за изабрано место, за које се тражи да се одреди тренутак почетка потпуног помрачења, оцени се од ока, према положају места на карти, најближа минута у коју пада почетак (за ову сврху може послужити и једна, ближа, од двеју на карти извучених елипси);

б) за овако оцењени тренутак конструише се, на паус-хартији, сенчана елипса, помоћу вредности њених оса, узетих из горње таблице;

б) овако конструисана сенчана елипса поставља се на карту (на којој морају бити извучене и границе појаса тоталитета, и централна линија појаса, са минутским положајима осе сенчаног конуса), и то тако да јој средиште буде на централној линији, да је северна и јужна граница појаса тоталитета додирују, а — она, својим источним рубом, додирује место за које је тражен тренутак почетка тоталитета;

г) кад се тако постави сенчана елипса, обележи се, оловком, положај њена средишта на централној линији, па, пошто се склони хартија са елипсом, са централне линије шчита се тражени тренутак.

Исто тако, примењујући поступак на западни руб сенчане елипсе, за претходно од ока оцењену минуту трећег додира, одређује се приближан тренутак свршетка потпуног помрачења, за изабрано место.

Подаци о положајним угловима другог и четвртог додира одређују се непосредно, из самих посматрања, исто толико тачно колико и рачунате (или графичке) приближне вредности. Што се тиче приближних вредности положајних углова трећег додира, можемо толико само рећи да су на тачкама на централној линији, положајни углови за 180° већи (одн. мањи) од положајних углова другог додира. Од централне линије, идући ка северу положајни углови трећег додира постепено се приближују, по западном рубу, највишој тачки, а идући ка југу — најнижој тачки Сунчевог диска. Ако су, међутим, посматрачима потребне тачне вредности ових углова, оне се морају израчунавати, на основи астрономских података, датих у таблицама на крају књиге.

29. БЕСЕЛОВИ ЕКЛИПСНИ ЕЛЕМЕНТИ. ПОМОЋНЕ ТАБЛИЦЕ

Основне једначине помрачења, помоћу којих се израчунавају тачни тренуци појединих фаза на изабраном месту на Земљи (чије се извођење може наћи у сваком већем уџбенику Астрономије) изражавају, уствари, услов да се дотични посматрач (изабрано место), у том тренутку, налази на рубу Месечеве полусенке — за почетак или свршетак делимичног, одн., на рубу Месечеве сенке — за почетак или свршетак потпуног помрачења. Ти услови изражавају се помоћу такозваних Беселових елемената. А то су:

x , y — правоугле координате средишта сенке (тачке у којој сенчана оса просеца основну раван, која је нормална на оси и пролази кроз Земљино средиште), изражене у јединицама Земљина екваторског полупречника;

μ, d — гринички часовни угао и деклинација правца Месечеве сенчане осе;

f_1, f_2 — полу-угао у темену полусенчаног, одн. сенчаног конуса;

l_1, l_2 — полупречник пресека полусенчаног, одн. сенчаног конуса и основне равни.

Вредности ових елемената дате су у Таблици II*, за сваку минуту ефемеридског времена оних размака у које падају почеци, одн. свршеци фаза делимичног и потпуног фебруарског помрачења у нашој земљи.

Часовне промене, x' и y' , координата x и y добијају се множењем са 60 разлика утабличених вредности.

Претпоставимо сад да су нам дате ϕ, λ и H , географске координате и надморска висина неког места (посматрача). Помоћу вредности S и C , које узимамо из Таблице I, добијају се лако вредности

$$\rho \sin \phi' = (S + H) \sin \phi \quad \text{и} \quad \rho \cos \phi' = (C + H) \cos \phi,$$

у којима надморска висина H , у метрима, треба да буде помножена величином 0.1567794×10^{-6} .

За посматрачеве координате, у основном координатном систему, помоћу ових величина и Беселових елемената, имамо:

$$\xi = \rho \cos \phi' \sin h,$$

$$\eta = \rho \sin \phi' \cos d - \rho \cos \phi' \sin d \cos h,$$

$$\zeta = \rho \sin \phi' \sin d + \rho \cos \phi' \cos d \cos h,$$

где је $h = \mu - \lambda - 1.0027 \Delta T$;

за чије часовне промене налазимо:

$$\xi' = (\mu' \rho \cos \phi') \cos h \quad \text{и} \quad \eta' = (\mu' \xi) \sin d.$$

Основна једначина помрачења је

$$(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2 = L^2,$$

у којој се, на десној страни, узима, за тренутке:

$$\text{првог и четвртог додира:} \quad L_1 = l_1 - \zeta \operatorname{tg} f_1;$$

$$\text{другог и трећег додира:} \quad L_2 = l_2 - \zeta \operatorname{tg} f_2.$$

Једначина се решава sukcesивним апроксимацијама. Значи, да бисмо одредили тренутак, t , које било фазе, полазимо од неког приближног тренутка, t_0 , који узимамо, рецимо, са приложене карте. Овај се, од тачног тренутка, разликује за неку (претпостављамо) малу величину, τ , коју треба одредити, и за коју треба поправити приближни тренутак, t_0 , да би се добио приближнији, а, можда, и онај тражени тренутак, t , за који би основна једначина била задовољена.

* Ово су само интерполоване вредности оних из The Astronomical Ephemeris за 1961, стр. 396.

Због извесних отстапања у ознакама позајмљених величина, даћемо кратак преглед и образаца, који служе за ефективно израчунавање потребних величина.

За приближни тренутак, t_0 , нека вредности Беселових елемената буду x_0, y_0 ; а посматрачеве правоугле координате ξ_0, η_0 . Ако часовне промене ових величина означимо са x', y' , односно ξ', η' , добићемо за тражени тренутак, $t = t_0 + \tau$ — претпостављајући да τ није велико — довољно тачне вредности x, y и ξ, η , стављајући:

$$x = x_0 + x'\tau, \quad y = y_0 + y'\tau; \quad \xi = \xi_0 + \xi'\tau, \quad \eta = \eta_0 + \eta'\tau.$$

Унесемо ли ове величине у основну једначину (за било коју фазу), добићемо

$$[(x_0 - \xi_0) + (x' - \xi')\tau]^2 + [(y_0 - \eta_0) + (y' - \eta')\tau]^2 = L^2 = [l - \zeta \operatorname{tg} f]^2.$$

У њој су нам познате све величине сем поправке τ , коју треба одредити. Заменићемо горњу једначину овим двама једначинама

$$\left. \begin{aligned} L \sin \sigma &= (x_0 - \xi_0) + (x' - \xi')\tau, \\ L \cos \sigma &= (y_0 - \eta_0) + (y' - \eta')\tau. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Ако још ставимо

$$\left. \begin{aligned} x - \xi &= m \sin M = u, & x' - \xi' &= n \sin N = u', \\ y - \eta &= m \cos M = v, & y' - \eta' &= n \cos N = v', \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

место једначина (1) ћемо онда имати

$$\begin{aligned} L \sin \sigma &= m \sin M + n \tau \sin N, \\ L \cos \sigma &= m \cos M + n \tau \cos N. \end{aligned}$$

Одавде, очигледном трансформацијом, добијамо

$$\left. \begin{aligned} L \sin (\sigma - N) &= m \sin (M - N), \\ L \cos (\sigma - N) &= m \cos (M - N) + n \tau. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Ставимо ли, ради краћег писања, $\sigma - N = \psi$, за поправку τ добијамо

$$\tau = \frac{L}{n} \cos \psi - \frac{m}{n} \cos (M - N).$$

А приметимо ли да је, према уведеним ознакама у (2),

$$\left. \begin{aligned} m n \cos (M - N) &= u u' + v v', \\ m n \sin (M - N) &= u v' - u' v, \end{aligned} \right\} \text{ дакле } m \sin (M - N) = \frac{1}{n} (u v' - u' v), \quad (4)$$

то, ако десну страну последње једначине означимо са Δ , према првој једначини (3) добијамо

$$\sin \psi = \frac{\Delta}{L}.$$

А уведемо ли за десну страну прве једначине у (4) ознаку D , налазимо за тражену поправку

$$\tau = \frac{L}{n} \cos \psi - \frac{D}{n^2}.$$

Да би се њена вредност добила у минутама, треба ову величину помножити са 60.

При израчунавању треба обратити пажњу да је

$\cos \psi$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{негативно} \text{ — за почетке делимичног и прстенастог и свршетак} \\ \text{потпуног помрачења;} \\ \text{позитивно} \text{ — за свршетке делимичног и прстенастог и по} \\ \text{четак потпуног помрачења.} \end{array} \right.$

За овако добивену поправку треба поправити (полазни) приближни тренутак, t_0 па — цео рачун поновити са поправљеним тренутком, $t_0 + \tau$. Друга апроксимација, која уједно претставља и коначну поправку (ако у првој апроксимацији није учињена никаква рачунска грешка), даје тражени тренутак t . Од овога треба још одузети поправку $\Delta T = 34^s$, да би се добило светско време, а овоме треба додати 1^h да би се добило средње-европско време траженог тренутка.

Напомињемо да се величине l_2 , L_2 и $\sin \psi$ не израчунавају за средину помрачења за места где је помрачење само делимично.

Величина делимичне фазе, у јединицама Сунчева пречника, израчунава се из израза

$$M = \frac{L_1 - |\Delta|}{2L_1 - 0.5459}.$$

Положајни угао, P , додира (рачунат од N преко E) одређен је помоћу угла N , дефинисана изразом

$$\operatorname{ctg} N = \frac{v'}{u'}, \quad \text{с тим да } \sin N \text{ буде знака } u';$$

наиме $P = N + \psi$, са вредношћу за ψ из последње апроксимације.

А положајни угао, V , рачунат од највише тачке Сунчева диска (опет преко E), добива се из $V = P - C$, где се C израчунава из

$$\operatorname{tg} C = \frac{\xi}{\eta},$$

и то тако да $\sin C$ буде знака ξ (из последње апроксимације).

ТАБЛИЦА I

$\sin \phi$	$\cos \phi$	S	C	ϕ	$\log \sin \phi$	$\log \cos \phi$	$\log S$	$\log C$
0.656 059	0.754 710	0.994 717	1.001 450	41° 0'	9.816 943	9.877 780	9.997 700	0.000 629
.658 252	.752 798	727	460	10	.818 392	.876 678	704	634
.660 439	.750 880	737	469	20	.819 832	.875 571	708	638
.662 620	.748 956	746	479	30	.821 265	.874 456	712	642
.664 796	.747 025	756	489	40	.822 688	.873 335	717	646
0.666 966	0.745 088	0.994 766	1.001 498	41 50	9.824 104	9.872 208	9.997 721	0.000 650
0.669 131	0.743 145	0.994 776	1.001 508	42 0	9.825 511	9.871 073	9.997 725	0.000 654
.671 290	.741 195	786	518	10	.826 910	.869 933	730	659
.673 443	.739 239	795	528	20	.828 301	.868 785	734	663
.675 590	.737 277	805	537	30	.829 683	.867 631	738	667
.677 732	.735 309	815	547	40	.831 058	.866 470	742	671
0.679 868	0.733 335	0.994 824	1.001 557	42 50	9.832 425	9.865 302	9.997 746	0.000 676
0.681 998	0.731 354	0.994 834	1.001 567	43 0	9.833 783	9.864 127	9.997 751	0.000 680
.684 123	.729 367	844	577	10	.835 134	.862 946	755	684
.686 242	.727 374	853	587	20	.836 477	.861 758	759	689
.688 355	.725 374	863	596	30	.837 812	.860 562	763	693
.690 462	.723 369	873	606	40	.839 140	.859 360	768	697
0.692 563	0.721 357	0.994 882	1.001 616	43 50	9.840 459	9.858 151	9.997 772	0.000 701
0.694 658	0.719 340	0.994 892	1.001 626	44 0	9.841 771	9.856 934	9.997 786	0.000 706
.696 748	.717 316	902	636	10	.843 076	.855 711	780	710
.698 832	.715 286	912	646	20	.844 372	.854 480	784	714
.700 909	.713 250	921	655	30	.845 662	.853 242	789	718
.702 981	.711 209	931	665	40	.846 944	.851 997	793	722
0.705 047	0.709 161	0.994 941	1.001 675	44 50	9.848 218	9.850 745	9.997 797	0.000 727
0.707 107	0.707 107	0.994 951	1.001 685	45 0	9.849 485	9.849 485	9.997 802	0.000 731
.709 161	.705 047	961	695	10	.850 745	.848 218	806	735
.711 209	.702 981	970	705	20	.851 997	.846 944	810	740
.713 250	.700 909	980	714	30	.853 242	.845 662	814	744
.715 286	.698 832	.994 990	724	40	.854 480	.844 372	819	748
0.717 316	0.696 748	0.994 999	1.001 734	45 50	9.855 711	9.843 076	9.997 823	0.000 752
0.719 340	0.694 658	0.995 009	1.001 744	46 0	9.856 934	9.841 771	9.997 827	0.000 757
.721 357	.692 563	019	754	10	.858 151	.840 459	831	761
.723 369	.690 462	029	764	20	.859 360	.839 140	836	765
.725 374	.688 355	038	773	30	.860 562	.837 812	840	769
.727 374	.686 242	048	783	40	.861 758	.836 477	844	774
0.729 367	0.684 123	0.995 058	1.001 793	46 50	9.862 946	9.835 134	9.997 848	0.000 778
$\sin \phi$	$\cos \phi$	S	C	ϕ	$\log \sin \phi$	$\log \cos \phi$	$\log S$	$\log C$

ТАБЛИЦА II. БЕСЕЛОВИ ЕЛЕМЕНТИ

(у јединицама шесте децимале)

ЕВ	x	y	$\sin d$	$\cos d$	μ	l_1	l_2	τ	h
6 ^h 32 ^m	— 1 226 432	+ 598 660	— 220 460	975 396	274 26 12.2	538 445	— 7435		
33	— 1 217 076	601 041	— 456	397	41 12.4	447	— 7434		
34	— 1 207 719	603 423	— 220 452	975 398	274 56 12.5	538 448	— 7432		
35	— 1 198 363	605 805	— 220 449	975 399	275 11 12.6	538 450	— 7431		
36	— 1 189 007	608 187	— 445	399	26 12.7	452	— 7429		
37	— 1 179 651	610 569	— 220 441	975 400	275 41 12.8	538 453	— 7428		
38	— 1 170 295	612 951	— 220 437	975 401	275 56 13.0	538 495	— 7426		
39	— 1 160 938	615 333	— 433	402	276 11 13.1	456	— 7425		
6 40	— 1 151 582	+ 617 715	— 220 429	975 403	276 26 13.2	538 458	— 7423		
7 ^h 40 ^m	— 590 179	+ 760 680	— 220 191	975 457	291 26 20.0	538 537	— 7344	133.6	15
41	— 580 822	763 063	— 187	458	41 20.1	538	— 7343	135.6	16
42	— 571 465	765 447	— 220 183	975 459	291 56 20.2	538 539	— 7342	137.4	17
43	— 562 108	767 830	— 220 179	975 460	292 11 20.4	538 540	— 7341	139.1	18
44	— 552 751	770 214	— 175	461	26 20.5	541	— 7340	140.7	18
45	— 543 394	772 598	— 220 172	975 462	292 41 20.6	538 543	— 7339	142.3	19
46	— 534 038	774 981	— 220 168	975 462	292 56 20.7	538 544	— 7337	143.8	19
47	— 524 681	777 365	— 164	463	293 11 20.8	545	— 7336	145.3	20
48	— 515 324	779 749	— 220 160	975 464	293 26 21.0	538 546	— 7335	146.6	21
49	— 505 967	782 132	— 220 156	975 465	293 41 21.1	538 547	— 7334	147.9	21
7 50	— 496 610	+ 784 516	— 220 152	975 466	293 56 21.2	538 548	— 7333	149.1	21
8 ^h 50 ^m	+ 64 794	+ 927 571	— 219 914	975 519	308 56 28.0	538 597	— 7285		
51	+ 74 150	929 956	— 910	520	309 11 28.1	598	— 7284		
52	+ 83 507	932 341	— 219 906	975 521	309 26 28.2	538 598	— 7284		
53	+ 92 863	934 725	— 219 902	975 522	309 41 28.3	538 599	— 7283		
54	+ 102 219	937 110	— 808	523	309 56 28.4	599	— 7283		
55	+ 111 576	939 495	— 219 895	975 524	310 11 28.6	538 600	— 7282		
56	+ 120 932	941 880	— 219 891	975 524	310 26 28.7	538 600	— 7281		
57	+ 130 288	944 264	— 887	525	41 28.8	601	— 7281		
58	+ 139 645	946 649	— 219 883	975 526	310 56 28.9	538 601	— 7280		
8 59	+ 149 001	949 034	— 219 879	975 527	311 11 29.0	538 602	— 7280		
9 00	+ 158 357	951 419	— 875	528	26 29.1	602	— 7279		
01	+ 167 713	953 804	— 219 871	975 529	311 41 29.2	538 603	— 7278		
02	+ 177 069	956 189	— 219 867	975 530	311 56 29.3	538 603	— 7278		
03	+ 186 426	958 574	— 863	531	312 11 29.5	604	— 7277		
04	+ 195 782	960 959	— 219 859	975 532	312 26 29.6	538 604	— 7277		
05	+ 205 138	963 344	— 219 855	975 533	312 41 29.7	538 605	— 7276		
9 06	+ 214 494	+ 965 729	— 219 851	975 533	312 56 29.8	538 605	— 7275		

$\operatorname{tg} f_1 = 0.004\ 733;$

$\operatorname{tg} f_2 = 0.004\ 709;$

$\mu' = 0.261\ 833$ радијана на час;

$d' = +0.000\ 243$ „ „ „

ПРЕГЛЕД
ПОДАТАКА О ПОЈЕДИНОСТИМА СУНЧЕВА ПОМРАЧЕЊА
ОД 15 ФЕБРУАРА 1961
ЗА НЕКЕ ОД НАЈВЕЋИХ ГРАДОВА ЈУГОСЛАВИЈЕ

У прегледу на наредним двема странама дати су подаци о главним фазама фебруарског помрачења наредне године, за двадесет и девет од највећих градова Југославије, и то, поред географских координата и надморске висине уз име сваког града,

за места у границама појаса тоталитета:

тренуци почетака и свршетака како делимичног, тако и потпуног помрачења, у том месту, са положајним углом сваког од ових додира;

за места изван граница појаса тоталитета:

тренуци почетака и свршетака делимичног помрачења, са положајним углом сваког од ових додира, као и тренутак средине (највеће фазе) помрачења са величином фазе, у деловима пречника Сунчева диска.

★

Ове податке израчунао је Ј. А. Симовљевић, асистент Природно-математичког факултета и добровољни, вредни сарадник Астрономско-нумеричке секције Математичког института Српске академије наука и уметности.

П Р Е

ПОДАТАКА О ПОЈЕДИНОСТИМА СУНЧЕВА

МЕСТА У ГРАНИЦАМА

Редни број	Место	Географске координате			Почетак делимичног		
		φ	λ	h	С Е В	Пол. углови	
						P	V
		° ' "	h m s	м	h m s	°	°
1	ВАЉЕВО	+ 44 16 19	— 1 19 33.6	216	7 37 47	255.7	296.6
2	ДУБРОВНИК	42 38 34	1 12 26.9	4	7 33 56	257.5	300.8
3	ЗАДАР	44.112	15.258	—	7 34 30	256.6	299.3
4	ЈАЈЦЕ	44 20 40	1 09 06.7	379	7 36 06	256.1	297.8
5	КРАГУЈЕВАЦ	44 00 43	1 23 40.2	213	7 38 07	255.8	296.6
6	КРУШЕВАЦ	43.570	21.341	—	7 37 44	256.2	297.2
7	МОСТАР	43 20 40	1 11 14.4	67	7 34 50	256.9	299.5
8	НЕГОТИН	44.219	22.534	—	7 39 44	255.5	295.3
9	НИШ	43 18 54	1 27 36.5	225	7 37 46	256.4	297.4
10	ПЕЋ	42 39 30	1 21 13.5	505	7 35 30	257.2	299.5
11	ПЉЕВЉА	43.354	19.355	—	7 35 55	256.6	298.7
12	ПРИШТИНА	42.667	21.176	—	7 36 03	257.0	299.0
13	САРАЈЕВО	43 51 36	1 13 42.5	537	7 36 05	256.3	298.2
14	СПЛИТ	43 30 40	1 05 45.8	9	7 34 14	257.0	299.9
15	ТИТОГРАД	+ 42 26 07	— 1 17 03.6	62	7 34 23	257.5	300.6

МЕСТА ИЗВАН ГРАНИЦА

Редни број	Место	Географске координате		
		φ	λ	h
1	БАЊА ЛУКА	+ 44 46 23	— 1 08 47.0	161
2	БЕОГРАД	44 48 13	1 22 03.2	253
3	БИТОЉ	41 01 50	1 25 22.9	596
4	ВРШАЦ	45 07 01	1 25 10.9	125
5	ЗАГРЕБ	45 48 58	1 03 56.0	135
6	ЉУБЉАНА	46 03 09	0 58 05.2	293
7	МАРИБОР	46 33 34	1 02 35.9	274
8	НОВИ САД	45 15 28	1 19 22.7	80
9	ОСИЈЕК	45 33 41	1 14 48.6	94
10	ПРИЗРЕН	42 12 50	1 22 58.1	405
11	ПУЛА	44 51 49	0 55 22.9	32
12	РИЈЕКА	45 19 38	0 57 46.9	3
13	СКОПЈЕ	42 00 07	1 25 47.2	242
14	СУБОТИЦА	+ 46 06 00	— 1 18 40.8	114

Г Л Е Д

ПОМРАЧЕЊА ОД 15 ФЕВРУАРА 1961

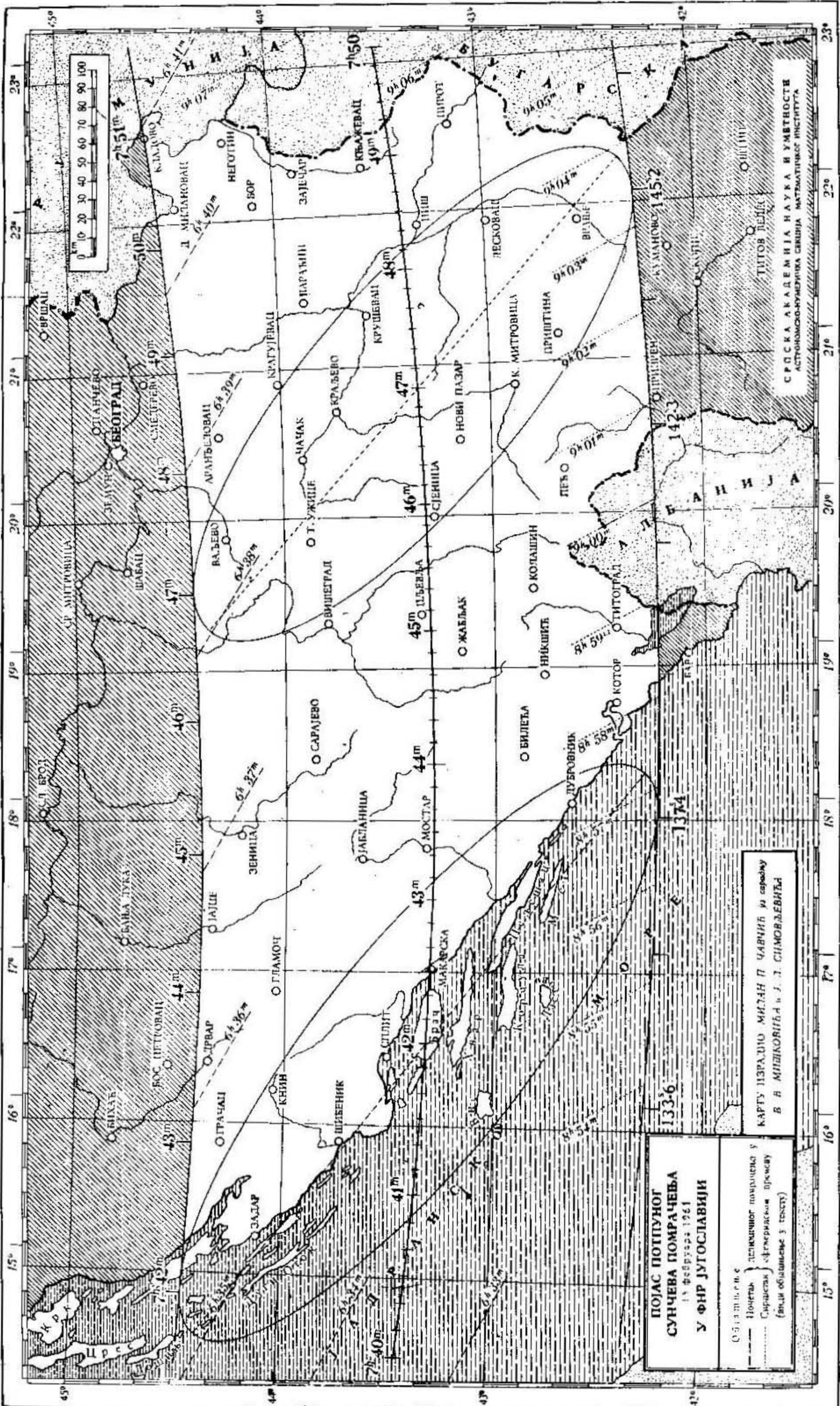
ПОЈАСА ТОТАЛИТЕТА

Почетак потпуног			Свршетак потпуног			Свршетак делимичног		
СЕВ	Пол. углови		СЕВ	Пол. углови		СЕВ	Пол. углови	
	P	V		P	V		P	V
<i>h m s</i>	°	°	<i>h m s</i>	°	°	<i>h m s</i>	°	°
8 46 00	18-0	51-8	8 47 16	313-7	347-4	10 01 27	74-7	97-3
8 41 12	113-9	150-5	8 43 03	217-8	254-2	9 56 42	73-9	99-5
8 40 29	32-8	69-5	8 42 06	299-6	336-2	9 54 15	75-6	102-5
4 43 25	4-5	39-9	8 44 09	327-1	2-3	9 57 34	75-4	100-4
8 46 30	39-1	72-6	8 48 27	291-3	324-5	10 02 52	74-4	96-2
8 46 09	64-8	98-3	8 48 32	265-5	299-0	10 03 02	74-0	95-7
8 41 41	73-9	110-0	8 44 01	257-7	293-6	9 57 07	74-5	99-9
8 48 54	31-8	63-8	8 50 41	298-0	330-0	10 05 44	74-2	94-3
8 46 27	79-0	112-5	8 48 53	251-2	284-4	10 03 40	73-6	94-9
8 43 45	112-4	147-6	8 45 41	218-4	253-4	10 00 15	73-7	97-2
8 43 27	73-3	108-3	8 45 49	257-8	292-8	9 59 34	74-2	98-1
8 44 51	113-8	148-2	8 46 45	216-7	251-2	10 01 42	73-2	95-8
8 43 19	44-8	80-0	8 45 20	285-9	320-8	9 58 44	74-8	99-2
8 40 29	66-8	103-4	8 42 44	265-4	301-9	9 55 14	74-9	101-4
8 42 25	129-1	165-2	8 43 51	202-2	238-1	9 58 17	73-5	98-2

ПОЈАСА ТОТАЛИТЕТА

Почетак делимичног			Средина (највећа фаза)		Свршетак делимичног		
СЕВ	Пол. углови		СЕВ	Величина	СЕВ	Пол. углови	
	P	V				P	V
<i>h m s</i>	°	°	<i>h m s</i>		<i>h m s</i>	°	°
7 36 45	255-7	297-0	8 44 21	0-995	9 57 59	75-8	100-5
7 39 06	255-2	295-3	8 48 11	0-995	10 03 08	75-2	96-8
7 33 45	258-6	302-3	8 43 35	0-981	10 00 00	71-7	95-5
7 40 13	254-8	294-2	8 49 35	0-991	10 04 44	75-2	95-8
7 37 43	255-0	295-7	8 44 41	0-980	9 57 30	76-8	101-7
7 37 16	255-0	295-9	8 43 35	0-977	9 55 43	77-2	103-1
7 38 46	254-4	294-4	8 45 30	0-970	9 57 57	77-4	101-9
7 39 22	254-9	294-7	8 48 04	0-988	10 02 37	75-7	97-5
7 39 03	254-8	294-8	8 47 14	0-984	10 01 13	76-1	98-9
7 35 07	257-5	300-2	8 44 35	0-9996	10 00 26	72-9	96-4
7 34 55	256-2	298-6	8 41 03	0-995	9 53 13	76-4	103-9
7 36 01	255-6	297-4	8 42 22	0-988	9 54 40	76-7	103-2
7 35 20	257-5	300-1	8 45 09	0-996	10 01 22	72-6	95-4
7 40 38	254-2	293-3	8 49 08	0-976	10 03 19	76-4	97-7





**ПОЈАС ПОТПУНОГ
СУНЧЕВА ПОМРАЧЕЊА
15. фебруара 1961
У ФНР ЈУГОСЛАВИЈИ**

Ознаке на мапи:
 ————— Почетак
 - - - - - Крај
 - - - - - Средински
 (али обимљених у тексту)

КАРТУ ИЗРАДИО МИЛАН П. ЧАВЧИЋ ИЗ САРАЈЕВО
 В. В. МИШКОВИЋ И Ј. Ј. СИМОНОВИЋИ

СРПСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЕТНОСТИ
 АСТРОНОМСКО-КУМЕРНИКА СЕКЦИЈА МАТЕМАТИЧКОГ ИНСТИТУТА