

Zvaigžņota

DEBESS

1960. GADA RUDENS

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

LATVIJAS PSR ZINĀTŅU AKADĒMIJAS

ASTROFIZIKAS LABORATORIJAS

POPULĀRZINĀTNISKS GADALAIKU IZDEVUMS

1960. GADA RUDENS

S A T U R S

Jaunas atziņas par gravitāciju — U Dzērvītis	2
Radioteleskopi — G. Ozoliņš	
Kas jauns astronomijā	
Atbalss no Saules — N Cimahoviča	29
Zemes vainags — M. Zepe	30
Saules aptumsums 1961. gada 15. februārī M. Dirīķis	32
Ķdens tvaiki Venēras atmosfērā M. Zepe	32
Saules enerģijas izmantošana B. Sata, L. Kondraševa	33
Dažos vārdos — I. Daube	36
Kas notiks turpmāk ar Starptautiskajā ģeofiziskajā gadā iegūto novērojumu materiālu? — E. Kaupuša	36
Observatorijas un astronomi	
Kosmonautikas pamatlicējs N. Cimahoviča	38
Ole Rēmers — A. Balklāvs	43
Ukrainas lielākajā astronomiskajā observato- rijā — A. Alksnis	46
Amatieru nodaļa	
Novērosim meteorus! — Z. Kauliņa	50
Hronika	
Fizikas un matemātikas zinātņu vēsturnieku konference — I. Rabinovičs	53
Saules komisijas plēnums N. Cimahoviča	55
Apsprīde Tallinā 1960. gada 24.—26. martā par Zemes garozas kustību pētišanas jautā- jumiem Baltijā — L. Ozols	56
Astronomiskās parādības 1960. gada rudeni — M. Di- riķis	58



U. DZĒRVĪTIS

J AUNAS ATZIŅAS PAR GRAVITĀCIJU

Jautājums par gravitācijas būtību pieder pie pašiem svarīgākajiem un sarežģītākajiem dabzinātņu jautājumiem. Tas, jādomā, ir tādēļ, ka gravitācija ir viena no matērijas vispārīgākām un fundamentālākām īpašībām, kas saistās ar tās uzbūves dziļāko struktūru. Katrs progress šīs problēmas risināšanā ir prasījis daudz pūļu un bijis ļoti lēns. Tādēļ vēl šodien mēs esam tālu no galīgās atbildes uz šo jautājumu, kaut arī cilvēki centušies atminēt gravitācijas noslēpumu jau kopš pašiem zinātniskās domas pirmsākumiem. Lai atceramies kaut vai Aristoteļa ideju, ka gravitācijas cēlonis esot visu dabas ķermeņu dievišķā tieksme pēc pilnības. Laikā, kad cilvēku prātos nedalīti valdīja ģeocentriskais pasaules uzskats, kā šāds pilnības iemiesojums šķita «pasaules viduspunkts» — Zemes centrs. Tādēļ, — saka Aristotelis, — vai kāds brīnums, ka visi ķermeņi cenšas tur nokļūt. Tajā laikmetā, protams, vēl nebija zināms, ka pievilkšanas spēks piemīt ne vien Zemei, bet arī citiem ķermeņiem un ir vispārīga matērijas īpašība.

Vajadzēja paiet diviem gadu tūkstošiem, līdz šo naivo uzskatu nomainīja pirmā zinātniskā atziņa — Ņūtona 1687. gadā atklātais gravitācijas likums. Kā zināms, Ņūtona likums apgalvo, ka masa m_1 uz otru masu m_2 attālumā r iedarbojas ar pievilkšanas spēku

$$F = k \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2};$$

šeit $k = 6,67 \times 10^{-8} \text{ cm}^3 \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{sek}^{-2}$ ir t. s. gravitācijas konstante, kura raksturo pievilkšanas spēku, ar kādu viens masas grams iedarbojas uz otru masas gramu viena centimetra attālumā.

Laikmetā pēc Ņūtona, cilvēku prātam arvien vairāk atbrīvojoties no viduslaiku reliģiskās tumsības maldiem, sākās strauja dabzinātņu un to skaitā arī dažādu fizikas nozaru attīstība. Un tikai jautājumā par gravitāciju ilgi neizdevās atklāt neko jaunu. Bija konstatēts empirisks fakts, bet tā pastāvēšanas cēlonis joprojām palika neskaidrs.

Nākošais etaps sākās 1916. gadā, kad Einšteins formulēja vispārīgo relativitātes teoriju. Uz pašu galveno jautājumu — kas ir gravitācija, atbildi nedeva arī relativitātes teorija. Tā tikai šo jautājumu saistīja ar citu — ar jautājumu par telpas ģeometriskajām īpašībām. Pēc Einšteina domām, masu izvietojums nosaka telpas ģeometriskās īpašības un gravitācija tad parādās

kā telpas reakcija — atpakāļedarbe uz masām. Einšteins savas teorijas pamatā lika divas atziņas, divus pamatpostulātus, uz kuriem balstoties būvējama visa teorija. Pirmais no tiem saistās ar novērotāja un līdz ar to subjektīvā faktora pilnīgu izdzīšanu no teorijas, otrs parāda, kāds sakars ir gravitācijai ar ģeometriju. Par to nozīmi, kādu šim atziņām piešķīra Einšteins un kādu tās ieguvušas pašlaik, mēs arī gribam pastāstīt šai rakstā.

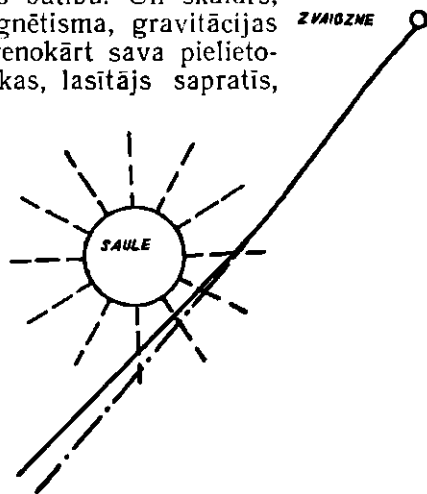
1. RELATIVITĀTES TEORIJAS PAMATPRINCIPI UN TO LIKTENIS

Vienādojumu veids, kurš nosaka kāda fizikāla procesa norisi laikā un telpā, bez paša procesa specifiskajām īpatnībām parasti ir atkarīgs vēl no diviem apstākļiem: no telpas—laika kontinuumā ģeometriskajām īpašībām un to koordinātu sistēmas izvēles, kuras mēs izmantojam fizikālā procesa aprakstam. Tā no koordinātu sistēmas izvēles ir atkarīgs kustības raksturs. Vienas un tās pašas kustības ātrums, paātrinājums un darbojošies spēki dažādās koordinātu sistēmās būs dažādi. Piemēram, uz viendabīgā gravitācijas laukā brīvi krītošu ķermeni darbojas paātrinājums. Ja mēs šo ķermeni novērosim no atskaites sistēmas, kas krīt līdz ar to, tad ķermeni redzēsim miera stāvoklī un paātrinājuma pavisam nebūs. Vēl cits piemērs: elektrības lādiņš, kas kādā sistēmā kustas paātrināti, teiksim, vienmērīgi paātrināti, izstaro elektromagnētiskos viļņus. Ja sistēma kustēsies līdz ar lādiņu, tad šajā sistēmā nekādu starojumu nenovēros; ap lādiņu būs tikai radiāls elektrostatiskais lauks kā jau ap katru nekustošu lādiņu. Tātad ar koordinātu sistēmas izvēli izmainās gravitācijas un elektromagnētiskā lauka un tāpat arī mehāniskā spēka raksturs. Līdz ar to izmainās šo spēku izraisītās kustības raksturs. Tāpēc nav absolūtas kustības.

Absolūta ir vienīgi kustības objektīvā eksistence, turpretim tās konkrētais izpausmes veids un raksturs vienmēr ir relatīvs. Līdz ar to relatīvi ir arī kustības veidu raksturojošie lielumi: ātrums, paātrinājums un spēks.

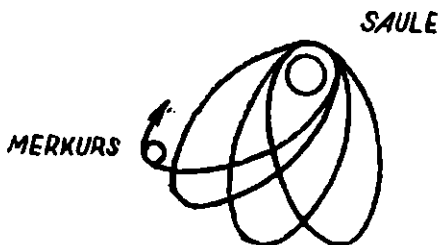
Ar šo domu saistās Einšteina pirmais postulāts. Teorijas pamatvienādojumi jāraksta tādā formā, lai tie saturētu vienīgi tās fizikālā procesa īpašības, kas nav atkarīgas no koordinātu sistēmas izvēles. Sai gadījumā mēs varam cerēt, ka teorija aprakstīs pētāmās parādības būtību. Un skaidrs, ka katras teorijas uzdevums, lai tā būtu elektromagnētisma, gravitācijas vai kodolspēku teorija, ir aprakstīt vispirms un galvenokārt sava pielietojamības apjoma būtiskās īpašības. No minētā, liekas, lasītājs sapratis,

1. att. Pirmais pierādījums Einšteina relativitātes teorijai: gaismas stars noliecas Saules gravitācijas laukā.



kādēļ modernajā fizikā jautājumam par neatkarību no koordinātu sistēmas tiek piešķirta tik izcila nozīme. Tā ir prasība par teorijas atbrīvošanu no relatīviem lielumiem, un šāda «koncentrēšanās uz galveno» vienmēr ir bijusi apbrīnojami auglīga un bagāta panākumiem.

Varbūt pēc visa teiktā lasītājam liksies, ka šāda daudzvārdība ir pilnīgi nevietā, jo ideja par kustības relatīvo raksturu pati par sevi jau ir samērā acīm redzama. Protams, šo faktu zināja jau sen un, lai to konstatētu, nemaz nevajadzēja Einšteina. Bet tikai Einšteins pirmais atskārta, ka šai patiesībai nav vienaldzīgi jāpauļ garām, jo tajā apslēpts fundamentāls dabas pamatlukums. Der atcerēties, ka šī «acīm redzamība» palika apslēpta

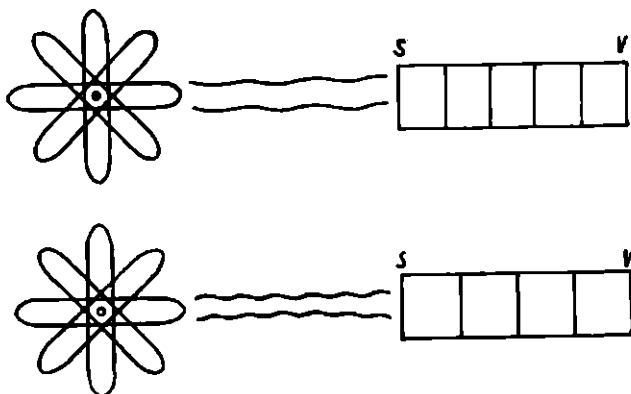


att. Otrais pierādījums Einšteina relativitātes teorijai: Merkura orbitas perihēlija rotācija.

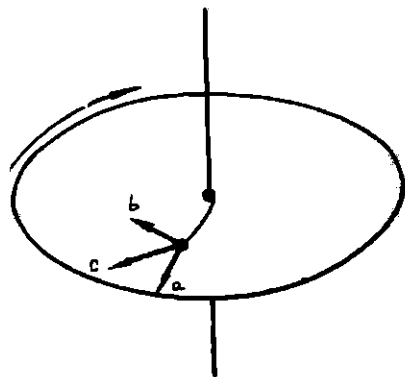
daudzus straujiem dabzinātņu attīstības tempiem bagātus gadu simteņus; pat Nūtons, to pilnīgi ignorējot, savu «Dabas filozofijas pamatu» pirmajās lappusēs ar postulātu apliecināja absolūtas kustības eksistenci. Un bija vajadzīgs tāda gara milža kā Einšteina visa mūža darbs, viņa divas relativitātes teorijas, lai šī patiesība patiešām kļūtu acīm redzama un atrastu ceļu uz cilvēku prātiem.

Speciālā relativitātes teorijā, kur ir darīšana vienīgi ar inerciālām atskaites sistēmām, t. i., sistēmām, kas viena attiecībā pret otru kustas vienmērīgā taisnvirziena kustībā, Einšteins atskaites sistēmas relatīvo raksturu paplašināja līdz visu inerciālo sistēmu pilnīgas fizikālas vienlīdzības jeb ekvivalences atzišanai. Ekvivalentās atskaites sistēmās visi fizikas likumi ir

3. att. Trešais pierādījums Einšteina relativitātes teorijai: spēcīgā gravitācijas laukā elektromagnētiskās svārstības kļūst lēnākas. Spektrā visas līnijas pārbīdās uz sarkano galu.



4. att. Ceturtais pierādījums Einšteina relativitātes teorijai: inerces spēki, kas darbojas uz kustošu ķermeņi rotējošā koordinātu sistēmā (a — inerciālais centrālās spēks, b — Koriolisa spēks); ķermenis novērotājam uz diska liekas kustamies abu šo spēku kopspēka c iespaidā.



vienādi, un ne ar kādiem līdzekļiem mēs nevaram konstatēt, vai sistēma atrodas miera stāvoklī, vai tā vienmērīgi kustas. Tādējādi fizikas likumu matemātiskā noformulējuma neatkarība no koordinātu sistēmas šeit tiek apstiprināta ar pašu fizikālo procesu norises neatkarību no sistēmas.

Pavisam citāds kļūst stāvoklis, ja mēs pieļaujam arī neinerciālas, t. paātrināti kustošas, atskaites sistēmas. Šai gadījumā vienmēr pastāv iespēja konstatēt paātrinājuma raksturu, tā nosakot, kāda veida kustību izdara atskaites sistēma. Piemēram, sistēmas rotāciju mēs varam konstatēt pēc centrālās paātrinājuma darbības. Skaidrs, ka ne ar kādu koordinātu transformāciju mēs šī paātrinājuma sekas likvidēt nevaram. Tā rotējošā traukā, kurā iepildīts šķidrums, centrālās un gravitācijas spēku darbības dēļ izveidojas paraboloidisks iedobums, pēc kura savukārt vienmēr nekļūdīgi var noteikt, vai trauks rotē vai ne. Šāda veida paātrinājumiem, kuri rodas sistēmas kustības dēļ, ir viena raksturīga īpatnība: nevar norādīt spēku, kurš ar savu darbību izraisītu šo paātrinājumu. Bet, tā kā nu reiz mehānikā ļoti populāra ir teze, ka katru kustības maiņu izraisa savs spēks, tad tīri formāli uzskata, ka arī šāda veida paātrinājumus izsauc spēki, t. s. inerces spēki. Bez minētā centrālās spēka kā plaši pazīstamu elementāru inerces spēku piemērus varētu minēt Koriolisa spēku, kurš parādās, ja blakus rotācijai sistēma piedalās translācijas kustībā, vai arī inerciālo smaguma spēku, kurš parādās sistēmā, kas atrodas vienmērīgi paātrinātā taisnvirziena kustībā.

Inerces spēku pastāvēšana tāpat rada nopietnu šķērslī visu atskaites sistēmu fizikālās ekvivalences atzīšanai. Līdz ar to kustības relatīvajam raksturam trūkst tā dabiskā pamata, kurš bija vienmērīgai taisnvirziena kustībai speciālajā relativitātes teorijā.

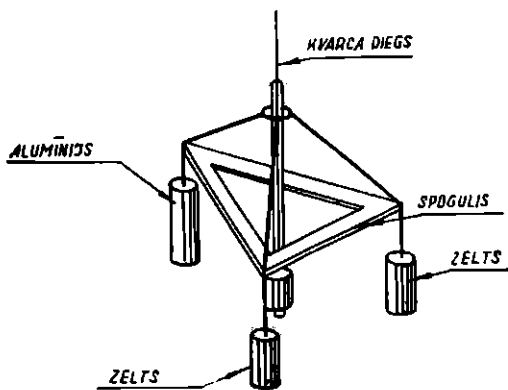
Lai izkļūtu no šīs grūtības, Einšteins norādīja, ka visu neinerciālo atskaites sistēmu ekvivalence iespējama, pieņemot, ka tās atrodas noteikta spēka laukā. Par šādu spēku Einšteins izvēlējās gravitācijas spēku. Tas tika darīts divu iemeslu dēļ. Vispirms gravitācija ir saistīta ar jebkuru matērijas eksistences veidu. Pievilkšanās spēks ir pats izplatītākais no

visiem spēkiem. Otrs iemesls saistījās ar vienu pavisam dīvainu apstākli. Proti, klasiskajā mehānikā masu varēja ievest divos pilnīgi atšķirīgos veidos, kas viens ar otru nemaz nebija saistīti. Vispirms masa parādās Ņūtona otrajā pamatlīkumā: $F = ma$ kā proporcionalitātes koeficients starp spēku F un paātrinājumu a . Masa šeit raksturo ķermeņa inerces lielumu, tā spēju pretoties spēka iedarbei, kustības rakstura maiņai. Tādēļ šo masu ir pieņemts saukt par inerto masu. Citāds raksturs ir masai, kas ietilpst Ņūtona gravitācijas likumā. Salīdzinot ar līdzīgu formulu elektriskajam laukam — Kulona likumu

$$F = \frac{e_1 e_2}{r^2},$$

redzam, ka masa gravitācijas likumā spēlē tādu pašu lomu kā elektriskais lādiņš Kulona likumā. Masa šeit parādās kā «gravitācijas lādiņš», raksturojot gravitācijas lauka intensitāti. Šo masu sauc par gravitējošo masu. Principā starp abām šīm masām nav nekāda tieša sakara. Tomēr būtu savādi uzskatīt tās par diviem dažādiem fizikāliem lielumiem. Daudz vairāk — 1922. gadā ungāru fiziķis Etevešs ar speciālu eksperimentu pierādīja, ka abas masas ir vienādas vismaz ar precizitāti līdz 10^{-8} no to lieluma. Tādēļ arī pirms Einšteina fizika klusu ciešot pieņēma šo masu ekvivalenci.

Einšteins savas teorijas pamatā kā otro postulātu lika gravitējošās un inertās masas ekvivalenci. Šo masu ekvivalenci zināmā mērā var paplašināt līdz abu spēku inerces un gravitācijas spēku ekvivalencei. Tā novērotājs vienmērīgi paātrināti kustošā laboratorijā nevarēs pateikt, vai laboratorija atrodas vienmērīgi paātrinātā kustībā jeb vai tā ievietota viendabīgā gravitācijas laukā. Protams, pilnīga ekvivalence, kā to sākumā aplami pieņēma Einšteins, šeit nav iespējama. Tas kļūst skaidrs,



5. att. Eteveša eksperiments, kas pierāda inertās un gravitējošās masas ekvivalenci. Visiem trim kluciem ir vienāda gravitācijas masa. Ja to inertās masas nebūtu vienādas, tad kvarca diegs savērtos, jo Zemes orbitālās kustības dēļ radies paātrinājums zeltam un alumīnijam būtu ar dažādu lielumu.

ja mēs aplūkojam nehomogenu gravitācijas lauku vai tādu paātrinātu kustību, kas nav vienmērīga un taisnvirziena, piemēram, rotāciju. Gadījumā, ja rotācija notiktu ap asi, ekvivalentajam gravitācijas laukam būtu pavisam nereālas īpašības. Centrbēdzes spēka aizstāšanai nepieciešams attiecībā pret rotācijas asi simetrisks gravitācijas lauks, kura intensitātei jāpieaug proporcionāli attālumam no ass. Ja nu vēl rotācija ir nevienmērīga, tad arī gravitācijas lauka intensitātei būtu jāmainās laikā.

Tādēļ savas relativitātes teorijas galīgajā variantā 1916. gadā Einšteins pielaida, ka šī ekvivalence starp inerces un gravitācijas spēkiem pastāv vairs tikai lokāli, t. i., bezgala mazos telpas apgabalos. Skaidrs, ka šādā savā formulējumā teorijas otrais — ekvivalences princips skan daudz mazāk pārlicinoši par pirmo — relativitātes principu.

Einšteins ievēroja vēl vienu neinerciālo atskaites sistēmu savdabību, kas tam atļāva visai teorijai piešķirt loģisku kopsakaru. Izrādās, ka neinerciālā atskaites sistēmā neiederas parastā Eiklida ģeometrija. Patiešām, aplūkosim atkal vienmērīgi rotējošu koordinātu sistēmu. Ja mēs tajā pa aploci, kuras garums l , un pa tās diametru, kura garums d , novietosim vienāda garuma cietus mērstieņus, tad gadījumā, ja sistēma būs miera stāvoklī,

starp abiem lielumiem būs spēkā parastā sakarība: $\frac{l}{d} = \pi$. Tas atbilst arī

Eiklida ģeometrijai. Ja koordinātu sistēma ar noteiktu ātrumu vienmērīgi rotēs, tad stieņi, kas būs izvietoti uz aploces perifērijas, kā zināms no speciālās relativitātes teorijas, attiecībā pret stieņiem, kas izvietoti pa diametru, saīsināsies, kā jau tas notiek ar jebkuru kustīgu mērogu attiecībā pret ne-

kustīgu. Tad iepriekš minētās sakarības vietā būs $\frac{l}{d} < \pi$, bet tas jau nozīmē

atkāpšanos no Eiklida ģeometrijas. Pie tam, jo ātrāk griezīsies sistēma, jo lielāks būs paātrinājums un jo lielāka būs novirze no Eiklida ģeometrijas. Izmantojot savu otro postulātu, Einšteins gūst iespēju šo atkāpšanos no parastās ģeometrijas izskaidrot ar gravitācijas lauka iespaidu. Gravitācijas lauks, kas pavada katru neinerciālu sistēmu, izmaina telpas ģeometriskās īpašības vai, kā saka, izliec telpas metriku, tā atkāpjoties no Eiklida ģeometrijas. Tādējādi otrais postulāts dod iespēju saistīt savā starpā trīs faktorus: inerci, gravitāciju un telpas ģeometriju. Šim apstāklim ir gan savas labās, gan arī ēnas puses. No vienas puses, neapšaubāmi kā progress jāuzlūko telpas ģeometrisko īpašību saistīšana ar matēriju, no otras, — tieši šī gravitācijas ģeometrīzēšana ir par cēloni gravitācijas atraušānai no pārējām matērijas spēku laukiem, tās izolēšanai.

Mūsdienās, kad fizikā nedalīti valda kvantu idejas, fiziķu attieksme pret ekvivalences principu ir kļuvusi daudz skeptiskāka un tam vairs nepiešķir tādu nozīmi, kā to darija Einšteins. Ir atrasti vairāki fakti, kas liek šaubīties par tā pareizību — vismaz Einšteina formulējumā. Dažus no tiem aplūkosim turpmāk.

2. TEORIJA BEZ EKVIVALENCES PRINCIPA

Kaut arī Eteveša eksperiments ar precizitāti līdz vienai simtmiljonai daļai pierāda gravitējošās un inertās masas lielumu vienādību, tomēr būtu rupja kļūda uzskatīt, kā to bieži dara, ka tas pierāda abu masu ekvivalenci pilnīgi visos aspektos. Būtībā šī eksperimenta lielā precizitāte atļauj secināt, ka ekvivalences princips noteikti ir spēkā tikai stiprajām sadarbēm, t. i., kodolspēkiem un elektromagnētiskajai sadarbī. Šis secinājums kļūst saprotams, ja atceramies, ka tieši stiprā sadarbē dod noteicošo ieguldījumu elementārdaļiņu, atomu un molekulu savstarpējās saites enerģijā, tā nodrošinot vielas struktūras stabilitāti. Vērīgāk ielūkojoties, redzam, ka tieši starpatomu un starpmolekulu spēku un enerģijas neatkarību no Zemes kustības virziena un stāvokļa telpā pārbauda Eteveša eksperimentā.

Pavisam citāds ir stāvoklis attiecībā pret vājām sadarbēm: gravitāciju un Fermi sadarbī, kura izraisa atomu radioaktīvo β sairšanu. Šīs sadarbības nekādu jūtamu ieguldījumu vielas saites enerģijā nedod. Tādēļ Eteveša eksperimenta rezultāts neizslēdz iespēju, ka šo sadarbību stiprums mainās vai nu atkarībā no laika, vai stāvokļa telpā. To, ka vājā sadarbē pēc savām īpašībām var kardināli atšķirties no stiprās, nesēn parādīja tas pārsteidzošais fakts, ka vājā sadarbē nesaglabā pārību.

No otras puses — ir vairāki netieši norādījumi, ka vājās sadarbības intensitāte mainās atkarībā no laika un vietas. Lai saprastu šo aizdomu iemeslu, vispirms apskatīsim 1. tabulu.

1. tabula

10 ⁰	10 ²⁰	10 ⁴⁰	10 ⁸⁰
Elementārdaļiņu masas $e^2 = \alpha \hbar c$	Apgrieztā vājās sadarbības konst ² β — sairšanai, μ — sairšanai, π - μ — sairšanai utt.	Apgrieztā gravitācijas konst ² Elektrisko un gravitācijas spēku attiecība	Daļiņu skaits universā ar Habla rādiusu
Pārējās stipro sadarbību konst ²		Vecums universam ar Habla rādiusu*	

* Habla rādiuss — novērojumiem pieejamā universa rādiuss.

Tabulā minētas dažas fizikas un astronomijas pamatkonstantes. Tās ir izteiktas bezdimensionālos lielumos, par vienībām ņemot gaismas ātrumu c , Planka konstanti \hbar un elektronu masu m . Izdarot nelielu «spiedienu» uz šo lielumu kārtu, tās sargrupējas, kā parādīts tabulā. Var teikt, ka tām visām ir viena no kārtām, kas minētas tabulas pirmajā rindā.

Tādā veidā izteiktām, šīm konstantēm ir divas īpatnības. Vispirms vājo sadarbību, to skaitā arī gravitācijas apgriezto lielumu kvadrātu vērtības ir negaidīti lielas, pat milzīgas, salīdzinot ar pamatkonstantēm c , \hbar , m , kuras

šai mērogā ir vienlīdzīgas vienam. Ja vien daba nav pārāk kaprīza, tad būtu sagaidāms, ka šīs konstantes pēc savas vērtības daudz neatšķirsies no pamatkonstantēm, līdzīgi kā matemātiskā svarīgākie lielumi izsakās kā konstantu π , e u. c. nelielas pakāpes vai reizinājumi.

Otra zīmīga īpatnība ir Fermi konstantes sakars ar gravitācijas konstanti un to abu sakars ar astronomiskajām konstantēm.

Izvirzās jautājums, kāda jēga ir šādai sistemātikai? Vai tā atspoguļo kādu objektīvu likumsakarību? Visvairāk izplatītā doma ir, ka sakars starp konstantēm ir tikai šķietams un ka šeit ir darīšana ar dažādām atšķirīgām konstantēm. Līdz ar to tiek atzīts, ka daba ir ļoti kaprīza.

Cits izskaidrojums šim faktam saistās ar pazīstamā teorētiķa P. Diraka (Dirac) vārdu. Kā liecina astronomija, tad novērojumiem pieejamā zvaigžņu un to sistēmu pasaule nepastāv mūžīgi, bet tai ir noteikts, galīgs mūža ilgums. Diraks pieņem, ka visi lielumi ar kārtu 10^{40} mainās kopā un līdz ar to proporcionāli pasaules vecumam. Lielumi ar kārtu 10^{60} tad, protams, mainās ar laiku kā pasaules vecuma kvadrāts.

Līdz ar to šo skaitļu lielās vērtības gūst vienkāršu un dabisku izskaidrojumu. Šeit ir tikai viens liels un patvaļīgs skaitlis — cilvēka izvēlēta laika vienība, kura, pārrēķināta atomu skalā, iznāk ļoti liela. Tad, pateicoties savstarpējām sakarībām, kas pastāv starp konstantēm, arī pārējās no tām kļūst lielas un šķietami patvaļīgas.

Šis izskaidrojums ir nesaskaņā ar ekvivalences principu tā stingrākajā — Einšteina versijā. Pēc Diraka, gravitācijas konstante ar laiku kļūst vājāka. Gravitācijas spēka izsauktais paātrinājums tagad ir atkarīgs no vājās sadarbības enerģijas attiecības pret kopējo saites enerģiju. Tātad visi ķermeņi nekrit ar vienu un to pašu paātrinājumu, un ekvivalences princips ir spēkā tikai kā aptuvena sakarība.

Lai gūtu citus apstiprinājumus idejai par gravitācijas konstantes maiņu laikā, ir lietderīgi paanalizēt dažus ģeoloģijas, bioloģijas un astronomijas atzinumus par Zemes tālo pagātni, tādējādi iegūstot zināmus norādījumus par šīs maiņas atstāto iespaidu. Tas tomēr ir ļoti grūts uzdevums. Šeit vienus un tos pašus faktus var interpretēt daudz un dažādos veidos. Mazliet citādi ir ar apgriezto pieeju: pielaižot, ka vājās sadarbības konstantes ar laiku mainās, aplūko, pie kādiem secinājumiem tas noved. Ja hipoteze par konstantu maiņu laikā ir aplama, tad viegli var gadīties, ka šie secinājumi ir pretrunā ar stingri konstatētajiem novērojumu faktiem, kas uzreiz atļaus atmest šo hipotezi. Šāda maiņa būtu atstājusi savu iespaidu uz vairākām parādībām; apskatīsim šeit dažas no tām.

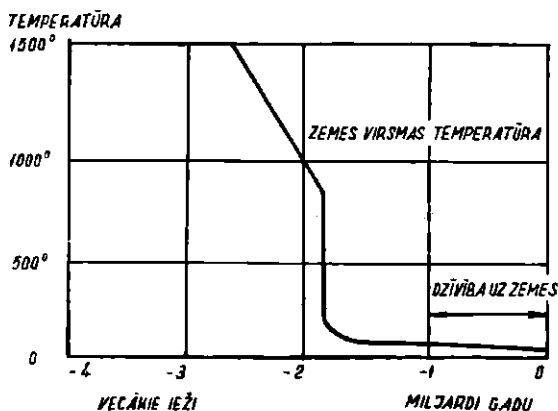
a) Zemes temperatūra

Ja pielaižam, ka gravitācijas konstante ar laiku mainās, tad šī maiņa izraisīs Zemes temperatūras maiņu. Saules enerģijas izstarošanas intensitāte, kā rāda aprēķini, tad mainītos kā k^2 , kur k — gravitācijas konstante. Līdz

ar Saules starojuma intensitātes maiņu mainītos arī Zemes temperatūra. Svarīgas izmaiņas Zemes atmosfērā izraisa šāda temperatūras palielināšanās. Svarīgākā izmaiņa šeit ir ūdens tvaiku daudzuma pieaugums atmosfērā, no kā savukārt ir atkarīgs mākoņu segas biezums. Tā, ja mēs pieņemtu, ka Zemes virsma tiek pilnīgi aizsegta ar mākoņiem un ņemot pasaules vecumam skaitli $6,5 \times 10^9$ gadu, varam secināt, ka pēdējo 1,7 miljardu gadu laikā enerģijas plūsma, ko Zeme saņem no Saules, ir samazinājusies 15 reizes. Gadījumā, ja Zemes albedo ir 0,6, atbilstošā temperatūras maiņas līkne ir attēlota 6. attēlā. Straujā krituma daļa līknē atbilst laikmetam, kad notika ūdens tvaiku kondensācija. Kā redzams, tas izraisīja strauju Zemes virskārtas temperatūras pazemināšanos. No šāda viedokļa nav grūti izskaidrot, kādēļ dzīvība uz Zemes parādījies tikai apmēram miljardu gadu atpakaļ.

Tāpat, pēc radioaktīvās vecuma noteikšanas metodes datiem, ir zināms, ka visvecākie ieži, kuru vecumu vērtē apmēram 2,7 miljardi gadu, nav koncentrēti vienā noteiktā vietā, bet ir sastopami tik tālās vietās kā Kanādas un Āfrikas masīvos. Zīmīgi, ka pēc zīmējuma virsmas iežu kušanas punkts atbilst tieši šim laikam.

Ir vairāki ģeoloģiski pierādījumi tam, ka Zeme veidojusies ļoti karstā stāvoklī. Zemes noslāņošanās vieglā un plānā ārējā čaulā, nedaudz smagākā iekšējā apvalkā un ļoti smagā plastiskā vai šķidrā kodolā izvirza domu, ka Zeme sākuma posmā bijusi šķidra vai plastiska. To apstiprina arī tas fakts, ka vieglie silīcija ieži ir lokalizēti kontinentu masā. Ātzinumu par iesākumā ļoti karstu Sauli apstiprina apstākļi, ka iekšējās planētas ir zaudējušas vieglākos elementus, un to blīvumi tagad veido rindu no 5,2 līdz 3,8, sākot ar Merkuru kā blīvāko. Tāpat Zeme ievērojamā mērā no savas atmosfēras sastāva ir zaudējusi cēlgāzes.



6. att. Zemes virsmas temperatūras maiņa pēc Diraka hipotēzes.

b) Mēness veidošanās

Par Zemes-Mēness sistēmas veidošanos pašlaik dominē uzskats, ka abi ķermeņi formējušies atsevišķi un aukstā stāvoklī. Turpretī, pieņemot, ka Saule agrāk bijusi daudz karstāka, nav izslēgta iespēja, ka abi ķermeņi to veidošanās laikā ir bijuši izkusušā stāvoklī un ka Mēness ir atdalījies no Zemes.

Mēness diametrs ir 0,273 no Zemes diametra un Mēness vidējais blīvums ir 3,34, turpretī Zemei tas ir 5,25. Zeme pēc savas iekšējās uzbūves praktiski sastāv no divām daļām. Iekšējais šķidrās kodols sastāv galvenokārt no dzelzs un aizņem apmēram pusi no Zemes diametra. Apkārtējais apvalks ir ciets, nedaudz plastisks, un tā blīvums ir ap 3,4. Ja mēs uzskatītu, ka Mēnesim ir līdzīga uzbūve, tad būtu grūti izskaidrot tā zemo vidējo blīvumu. Turpretī Mēness blīvuma vērtība kļūst viegli saprotama, ja pielaižam domu, ka Mēness ir atdalījies no Zemes; tad tā uzbūve būs līdzīga Zemes apvalka uzbūvei. Šī atdalīšanās būtu varējusi notikt Dž. Darvina 1878. gadā izvirzītā paisuma-bēguma viļņu rezonances mehānisma dēļ.

Darvina teoriju savā laikā atmēta šādu apsvērumu dēļ. Ja Zeme izstarotu kā absolūti melns ķermenis, tad pie pašreizējā rādiusa tā pilnīgi sacietētu dažos gadu simtos. Turpretī, lai paisuma viļņi uz Zemes aizsniegtu rezonansi, ir nepieciešams vismaz 100 reižu lielāks laika sprādis. Ja ņem vērā, ka pretī rezonansei darbojas vairāki efekti, tad kopējo laiku tās sasniegšanai var novērtēt uz 10^5 gadiem.

No otras puses, ja Zemes temperatūra mainās, kā aprakstīts iepriekš, tad tās temperatūra bija virs olīvīna kušanas punkta 3—4 miljardi gadu atpakaļ, t. i., laikā, kad notika Mēness atdalīšanās no Zemes. Pieņemot ļoti karstās Saules variantu, skaidrs, ka Zeme varēja palikt šķidra to laika sprādi, kas nepieciešams, lai paisuma viļņi aizsniegtu rezonansi. Arī tam apstāklim, ka Mēness virsma nav līdzsvara figūra, tad ir rodams vienkāršs izskaidrojums. Šo novirzi no līdzsvara figūras, Mēnesim sacietējot, veido tā virsmā iesalušie paisuma viļņi.

Mēness virsma, būdama pasargāta no ūdens tvaiku un atmosfēras eruptīvās iedarbes, var kalpot kā vērtīgas informācijas avots par fizikāliem apstākļiem sen aizgājušos laikos. Mēness virsma iedalās gaišajos «cietzemes» un tumšajos «jūru» rajonos. Cietzemei ir ļoti neregulāri apveidi, un tajā izvietojušies lielākā daļa krāteru. Krāterus viegli var klasificēt pēc to vecuma. Tā vecākie krāteri ir ar izplūdušām malām, jo tie veidojušies laikā, kad Mēness virsma vēl bija viskozs šķidrums, un pēc izveidošanās nav varējuši saglabāt savu formu. Jūrās sastopamie krāteri ir jaunāki, ar asām malām, un tiem nav nekādu izplūšanas pazīmju. Acīm redzot jūru rajoni vēl bija šķidri, kad cietzeme jau bija sacietējusi. Uz to norāda arī tas, ka tumšie jūru ieži ir ieplūduši dažos cietzemes krāteros. Sevišķi zīmīgs ir tas apstāklis, ka senie cietzemes krāteri pēc izveidošanās ir izplūduši.

Tas norāda, ka virsmas temperatūra ilgu laiku bijusi tikai nedaudz zemāka par cietzemi veidojošo iežu kušanas punktu. Tieši šādos apstākļos sagaidāma virsmas tecēšana.

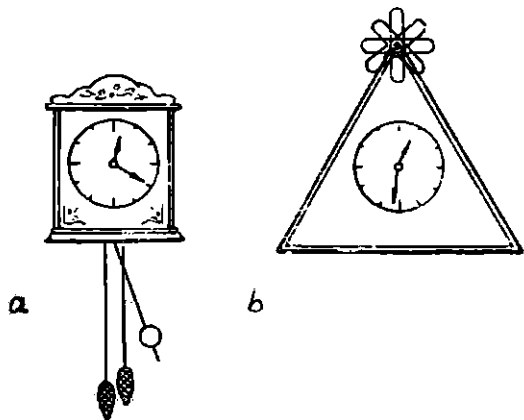
Faktu, ka jūrās ir ievērojami mazāk krāteru nekā cietzemē, var saprast, uzskatot, ka starp cietzemes un jūru sacietēšanu pagājis ilgs laika spridis, kurā pakāpeniski samazinājies uz Mēness virsmas krītošo meteorītu skaits. Šī iespēja varētu būt tieši saistīta ar lēni atdziestošo Sauli. Tas savukārt novestu pie ļoti lēnas Mēness virsmas atdzišanas un ilga laika intervāla starp cietzemes un jūru formēšanos. Meteorīti, kas piedalījušies virsmas reljefa veidošanā, varēja rasties, Mēnesim atdaloties no Zemes. Tādējādi viegli izskaidrojama arī to izsīkšana.

Ievērojot Mēness virsmas cietumu, sagaidāms, ka pēc sacietēšanas, gravitācijas intensitātei ar laiku vājinoties, Mēness virsmā parādīsies plaisas un spraugas. Ja sacietēšana notikusi ap 3,25 miljardi gadu atpakaļ, tad gravitācijas konstantes samazināšanās dēļ Mēness virsma šai laika sprīdī būs palielinājusies par 1%. Silikāti ir ļoti neizturīgi pret saspiegumiem, un tādēļ tajos itin drīz parādīsies plaisājumi. Jāatzīmē, ka labās Mēness fotogrāfijās patiešām redzami daudzi saplaisājumi.

Tādējādi var secināt, ka Mēness virsmas novērojumi nerunā pretī hipotezei par gravitācijas spēku vājināšanos ar laiku, bet gan drīzāk, šķiet, atbalsta to.

c) Zemes rotācija

Gadījumā, ja gravitācijas konstante līdz ar laiku mainās, paliek divas iespējas laika skalas definēšanai. Laika mērīšanai varam izlietot periodiskus procesus atomos, kuru raksturu nosaka stiprā sadarbē, vai arī gravitācijas spēku izraisītos periodiskos procesus, piemēram, plānētu vai Mēness pulksteņa» gaita sakarā ar gravitācijas konstantes maiņu ar laiku kļūst arvien lēnāka, tad pēdējais sistemātiski atpaliks. Pašlaik gan tīri tehnisku iemeslu dēļ nav iespējams konstruēt «atomu pulksteni», kurš darbotos ilgāk par 5—10 gadiem, kas abu laika skalu salīdzināšanai ir daudz par maz.



7. att. «Gravitācijas» pulkstenis (a)
un «atomu» pulkstenis (b).

Neskatoties uz sacīto, šāda salīdzināšana tomēr ir iespējama, jo mūsu rīcībā ir dabīgs «atomu pulkstenis». Tiesa gan, diezgan slikts, bet toties tā darbība tiek novērota jau kādus 2500 gadus, un tādēļ dažas sīkas neregularitātes tā gaitā automātiski izslēdzas. Šis «atomu pulkstenis» ir Zemes rotācija ap asi.

Zemes rotācijā gravitācijas spēki nekādu lomu nespēlē, jo to nosaka galvenokārt Zemes apmēri un forma, tādēļ Zemes rotācijas periods atomu laika skalā ir samērā konstants. Saules aptumsumu novērojumus, kurus ēģiptiešu un babiloniešu priesteri izdarījuši jau apmēram pirms 2500 gadiem, var salīdzināt ar modernajiem novērojumiem. Tā rodas iespēja salīdzināt arī «atomu» un «gravitācijas» laikus; šo novērojumu salīdzināšana rāda, ka Zemes rotācija ar laiku kļuvusi šķietami lēnāka, ko parasti mēģina izskaidrot ar paisuma-bēguma bremzējošo iespaidu uz Zemes rotāciju.

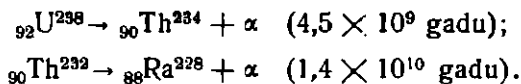
Savukārt, no otras puses, novērojumi liecina, ka ar laiku mainās arī Mēness apriņķošanas periods ap Zemi. Balstoties uz apsvērumu, ka Zemes zaudētais kustības daudzuma moments tiek pārņests uz Mēnesi, mēs varam paredzēt tā kustības izmaiņu. Seit, protams, jāievero arī Saules paisuma efekta iespaids. Izdarot attiecīgos aprēķinus, konstatēts pavisam paradoksāls fakts: novērojumi ir saskaņā tikai ar pieņēmumu, ka Zemes rotācija pakāpeniski paātrinās par savu 9×10^{-11} daļu gadā vai attiecīgi — Mēness kustība kļūst atbilstoši lēnāka.

Vienkāršu atrisinājumu šai pretrunai dod hipoteze par gravitācijas intensitātes maiņu laikā. Rēķinot, ka Universa vecums ir $6,5 \times 10^9$ gadu, dabūjam, ka Mēness perioda pieaugums ir par $7,7 \times 10^{-11}$ daļu gadā. Šis skaitlis labi sakrīt ar iepriekš minēto novērojumu rezultātu. Seit, protams, ir iespējami arī vairāki citi izskaidrojumi, kā Zemes kustības daudzuma momenta maiņa sakarā ar iekšējā dzelzs kodola pakāpenisku sacietēšanu vai polu ledus cepuru kušanu, Zemes klimatam paliekot siltākam, bet šo efektu iespaidu ir ļoti grūti novērtēt.

d) β sairšana un ģeoloģiskie dati

1. tabulas otrajā kolonā minēts Fermi sadarbes, kura izraisa atomu kodolu β sairšanu, konstantes apgrieztās vērtības kvadrāts. Saskaņā ar Diraka likumu tas nozīmē, ka β sairšanas varbūtība mainās apgriezti proporcionāli kvadrātsaknei no pasaules vecuma. Tātad, ja salīdzinātu divas Zemes vecuma noteikšanas metodes, kas pamatotas attiecīgi uz α un β radioaktivitāti, tad starp abiem datiem būtu sistemātiska nesaskaņa. Tā rastos tādēļ, ka α sairšanu nosaka kodolspēki, kuri ar laiku neizmainās, turpretī β sairšanas varbūtību nosaka Fermi sadarbē, par kuras maiņu tikko runājām.

Ģeoloģiskiem pētījumiem parasti lieto rubīdija β sairšanu stroncijā:
 ${}_{57}\text{Rb}^{87} \rightarrow {}_{38}\text{Sr}^{87} + e^{-} + \bar{\nu}$ ar pussairšanas periodu ap 5×10^5 gadu un urāna vai torija α sairšanu:



Apmēram divi miljardi gadu veciem iežiem nesaskaņai starp abiem datiem vajadzētu sastādīt ap 10%. Stroncija dati patiešām dod ap 10% lielāku vecumu nekā uz α sairšanu pamatotie mērījumi.

Rezumējot sacīto un ievērojot vēl citus faktus, kurus šeit neminējām, var secināt, ka šie dati labi saskan ar Diraka hipotezi vai kritiskākas pieejas gadījumā vismaz nerunā tai pretī. Acīm redzot doma par gravitācijas konstantes maiņu laikā ir ņemama visai nopietni.

3. GRAVITĀCIJA UN KVANTI

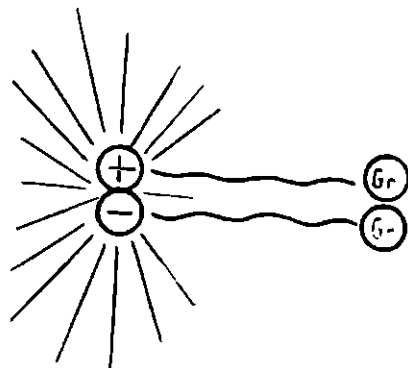
Līdz šim mēs runājām par jautājumiem, kas attiecas uz t. s. klasisko gravitācijas lauka teoriju, kura jautājumu par gravitāciju analizē izolēti no pārējām sadarbēm. Šī teorija pēc savas dabas ir ģeometriskā. Modernajā fizikā valda pavisam cits gars. Mūsdienu dabzinātņieku pieejā galveno vietu ieņem vairs ne jautājuma vispārējs fenomenoloģisks apskats, bet gan iedziļināšanās tā mikrostrukturā, sadarbības formās ar pārējiem matērijas izpausmes veidiem. Modernajai fizikai ir raksturīga parādību analīze no kvantu lauku un elementārdaļiņu viedokļa, pie tam ar uzdevumu noskaidrot, kā no savdabīgiem, saviem īpatnējiem likumiem pakļauto mikroprocesu haosa izveidojas eksperimentā novērojamās makroskopiskās likumības. Ģeometrijai ir vairs tikai blakus loma. Tādējādi izvirzījās uzdevums rast kopīgu valodu starp stingri klasiskajā garā ieturēto Einšteina gravitācijas lauka teoriju un jaunajiem kvantu fizikas priekšstatiem. Pirmā doma, kā veikt šādu teorijas «pārbazēšanu» uz jauniem pamatiem, bija — izmantot pieredzi, kas iegūta, izveidojot elektromagnētiskā un kodolspēku lauku kvantu teorijas. Lauku iztēloja kā bezgala daudzu sīku elementārdaļiņu — lauka kvantu kopumu. Tā kā, pēc kvantu mehānikas priekšstatiem, katrai daļiņai piemīt arī viļņu īpašības, tad šādu daļiņu kopumam, neskatoties uz tā diskrēto struktūru, ir laukam raksturīgā nepārtrauktība un viļņveidība. Dažādu lauku sadarbība tad šādā mikropieejā reducējas uz lauku kvantu sadursmju, absorbcijas un izstarošanas procesiem. Tā elektrisko sadarbību starp diviem elektriskiem lādiņiem, pēc Kulona likuma, var izskaidrot kā šo lādiņu apmaiņas rezultātu ar elektromagnētiskā lauka kvantiem — fotoniem.

Līdzīgs ceļš gravitācijas lauka gadījumā, diemžēl, nedeva cerētos rezultātus. Tam varētu minēt vairākus iemeslus. Vispirms jau klasiskā gravi-

tācijas lauka vienādojumi ir ar pavisam citu raksturu kā elektromagnētiskā vai kodolspēku lauku vienādojumi. Tā Einšteina vienādojumiem nav risinājumu plakānu viļņu veidā, kuri, pēc kvantu teorijas, atbilstu daļiņām. Līdz ar to gravitācijas lauku nav iespējams saskaldīt kvantos.

Otra grūtība saistās ar gravitācijas lauka ģeometrisko raksturu — lauka intensitātes komponenti vienlaicīgi nosaka arī telpas ģeometrisko struktūru. Tieši šī gravitācijas saistība ar telpas ģeometriju ir pati pievilcīgākā puse, kas sastāda klasiskās gravitācijas lauka teorijas vērtīgāko un būtiskāko daļu. Un taisni šīs teorijas puses pārņemšana uz kvantu teoriju rada nepārvaramas grūtības. Dažādos laikos ir izdarīti ne mazums mēģinājumu ievest telpas un laika diskrētību — izdarīt to kvantēšanu. Gravitācijas lauka kvantēšana tad automātiski novestu pie telpas un laika kvantēšanas. Diemžēl, līdz šim nevienam nav izdevies šīs idejas noformēt kaut cik konkrētā un pieņemamā veidā.

Vienīgi, ja atsakās no Einšteina pamatidejas par gravitācijas saistību ar telpas ģeometriju, gravitācijas lauka vienādojumi iegūst vienkāršu formu, kas atļauj izdarīt lauka kvantēšanu parastā veidā. Šai gadījumā lauks jāuzskata par ļoti vāju — šāds lauks, piemēram, varētu būt ļoti tālu no masām. Pēc kvantu teorijas priekšstatiem, gravitācijas lauku tad var uzlūkot kā sastāvošu no tā kvantiem — gravitoniem. Gravitona miera masa vienāda ar nulli, un tādēļ tas kustas ar gaismas ātrumu. Līdz ar to arī gravitācija izplatās ar gaismas ātrumu. Gravitona spins, t. i., iekšējais kustības daudzuma moments, ir divi. Tā būtu vienīgā daļiņa ar tik lielu spina vērtību. Pievilksnās spēks starp divām masām tad ir gravitonu apmaiņas rezultāts. Ir iespējams ievest arī gravitonu sadarbī ar citām elementārdaļiņām, piemēram, elektroniem un pozitroniem. Gravitons šajā ziņā stipri atgādina fotonu. Tā iespējama elektrona un pozitrona pāra anihilācija divos gravitonos un arī apgrieztais process — pāra radīšana gravitācijas laukā. Aprēķini tomēr rāda, ka parastajās enerģijās šie procesi ir gaužām reta parādība, un tādēļ praktiski tie ir bez nozīmes. Tā elektrona un pozitrona anihilācija gravitonos ir 10^{82} reizes mazāk varbūtīga par attiecīgu anihilāciju divos fotonos. Līdzīgas «pārniecīgas» varbūtības raksturīgas arī pārējiem ar gravitoniem saistītajiem pārvērtību procesiem.



8. att. Elektrona—pozitrona pāra anihilācija divos gravitonos.

Tas viss liecina, ka jēdzienam par gravitonu ir tīri simboliska jēga un šāda vienkāršota, vāja gravitācijas lauka teorija — bez kaut kādas nebūt dziļākas praktiskas nozīmes. Sai tuvinājumā gravitācijas lauks atgādina bālu un nedzīvu elektromagnētiskā lauka kopiju. Acīm redzot, atsakoties no sākotnējām Einšteina idejām, mēs līdz ar to esam atmetuši pašu būtiskāko — teorijas radošo saturu.

Līdz ar to mēs esam nonākuši pie trešā šķēršļa, kas aizver ceļu uz gravitācijas mikrostruktūras izpratni. Tas ir gravitācijas sadarbes niecīgā intensitāte elementārdaļiņu pasaulē, salīdzinot ar elektromagnētiskajiem un kodolspēkiem. Tas vērojams, piemēram, salīdzinot gravitācijas un elektrostatisko potenciālo enerģiju, teiksim, starp diviem protoniem:

$$V_{gr} : V_{el} = \frac{km^2}{r} : \frac{e^2}{r} = 7 \times 10^{-37}.$$

Elektroniem šī attiecība būs vēl niecīgāka — 2×10^{-43} . Tas no jauna rāda, ka gravitācijas spēkiem elementārdaļiņu procesos nav nekādas nozīmes. Rezumējot varam sacīt, ka gravitācija, tā sakot, pēc savas dabas ir makroskopiska parādība un tādēļ tā visā savā varenumā izpaužas vienīgi lielu masu un attālumu pasaulē — zvaigžņu un galaktiku pasaulē. Tas, šķiet, arī ir īstais cēlonis visām grūtībām gravitācijas lauka kvantu teorijas radīšanā. Bet, lai arī cik grūts un nepatīkams liktos šis ceļš atpakaļ uz mikropasauli, to tomēr vienotas pasaules ainas izveidošanai nāksies staigāt.



G. OZOLIŅŠ

RADIOTELESKOPI

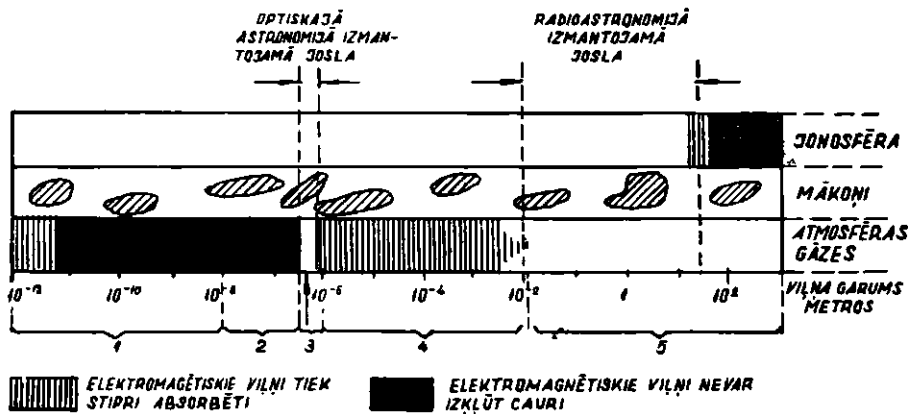
Pēdējā laikā sevišķi strauji attīstās jauna astronomijas nozare — radioastronomija, kas pēli Visumu, lietojot radiotehnikas metodes. Lai gan pirmie radioastronomiskie novērojumi tika veikti jau 1932. gadā, kad Bella telefona laboratoriju līdzstrādnieks K. Janskis atklāja Galaktikas radioizstarojumu, radioastronomija īsteni sāka uzplaukt tikai pēc otrā pasaules kara, galvenokārt pateicoties straujai radiolokācijas tehnikas attīstībai kara gados.

Starp parastajām optiskajām un radiotehniskajām kosmosa pētišanas metodēm nav dziļas principiālas atšķirības, jo abos gadījumos pēti debess ķermeņu elektromagnētisko izstarojumu — redzamo gaismu un radioviļņus.

Zemes atmosfēra ir it kā siena, kas šķir mūs no kosmiskās telpas, pasargājot no meteoru briesmām un kaitīgās radiācijas. Taču šajā «sienā» ir arī daži «logi», kas laiž cauri daļu Visuma elektromagnētiskā izstarojuma (skat. 9. att.). Pa vienu no šiem «logiem» pie mums ieplūst redzamā gaisma un ļoti mazā mērā arī ultravioletie un infrasarkanie stari. Pa otru no šiem elektromagnētisko viļņu skalas «logiem» caur Zemes atmosfēru netraucēti var iekļūt plaša radioviļņu josla ar viļņu garumiem no 1,25 cm līdz apmēram 15 m. Radioviļņus, kas īsāki par 1,25 cm, stipri absorbē atmosfēras skābeklis un ūdens tvaiki, bet viļņus, kas garāki par apmēram 15 m, absorbē un atstaro atmosfēras augšslāņi.

Parastās zvaigznes lielāko daļu elektromagnētiskās enerģijas izstaro redzamās gaismas joslā, kā arī ultravioletos un infrasarkanos staros. Tikai nelielu enerģijas daļu tās izstaro radioviļņu veidā. Tāpēc radioviļņu jauda daudz mazāka par redzamās gaismas jaudu un debess ķermeņu elektromagnētiskos starojumus vieglāk konstatēt ar optiskām metodēm nekā ar radiotehniskām metodēm. Vai maz vērts pūlēties uztvert vājo radioizstarojumu? Izrādās, ka radioastronomiskajām metodēm ir lielas priekšrocības, no kurām galvenās mēģināsim šie minēt.

Zemās temperatūrās ķermeņi gaismu neizstaro. Cilvēka acs sāk uztvert ķermeņa spīdēšanu, kad tas sakarsēts vismaz līdz 500°C. Turpretī radioizstarojumu var konstatēt pat ļoti zemās temperatūrās, jo arī tad ķermeņos pastāv termiskā elektronu kustība, kas ir radioizstarojumu celonis. Ar jutīgu centimetru viļņu radiouztvērēju var konstatēt pat tādu radioizstarojumu, ko dod ķermeņi, kuru temperatūra ir tikai —250°C vai pat zemāka.



9 att. Atmosfēras caurlaidība dažādu viļņu garumu elektromagnētiskajiem viļņiem. Radioastronomijā izmantojamā viļņu josla ir daudz plātāka par optiskajā astronomijā izmantojamo viļņu garumu joslu. 1 — gamma un rentgena stari; 2 — ultravioletie stari; 3 — redzamā gaisma; 4 — infrasarkanie stari; 5 — radioviļņi.

Tā ir atklāts tāda auksta debess ķermeņa kāds ir Mēness radioizstarojums centimetru viļņu diapazonā.

Izrādās, ka Saules radioizstarojums nerodas vis tās fotosfērā, kur rodas redzamā gaisma, bet gan Saules ārējā atmosfērā. Tādējādi radioviļņos var pētīt Saules atmosfēras augšslāņus.

Astronomi ar optiskiem teleskopiem var izdarīt novērojumus vai nu tikai skaidrā laikā, vai, kas saistīts ar lielām grūtībām, paceļot teleskopus virs mākoņiem. Radioviļņi turpretī iet cauri mākoņiem un novērojumus var izdarīt arī tad, kad laiks apmācies. Tāpat radioviļņus netraucē starp-zvaigžņu vides milzīgie putekļu mākoņi, kas vietām aizsedz lielus debess apgabalus, tai skaitā arī Galaktikas centrālo daļu.

Saules radioizstarojums ir vājš. Tāpēc iespējams no Zemes raidīt tādus radioviļņus, kuru intensitāte, sasniedzot kāda Saules sistēmas ķermeņa virsmu, daudzkārt pārsniegtu Saules radiostarojuma intensitāti uz šī ķermeņa. Šāds radioviļnis, sasniedzis, piemēram, kādu planētu, atstarotos un atgrieztos atpakaļ uz Zemi. Līdz šim šādi atstaroti signāli ir uztverti no Mēness (attālums 384 tūkst. km) un Venēras (attālums 39 milj. km). No Zemes raidītie radiosignāli var atstaroties arī no meteoru pēdām atmosfērā; tādā kārtā var novērot meteorus arī dienas laikā un apmākušās naktīs.

Kā jau iepriekš minējām, kosmosa radioizstarojumi ir ārkārtīgi vāji. Tā Saules radiostarojuma intensitāte uz Zemes ir miljoniem reižu vājāka

par Rīgas televīzijas raidītāja izstarojuma intensitāti ap 50 km atstatumā (Siguldā, Jelgavā utt.).

Kosmiskā radiostarojuma uztveršanai tiek konstruēti speciāli jutīgi aparāti radioteleskopī, kuru apskatam tad arī pievērsisimies.

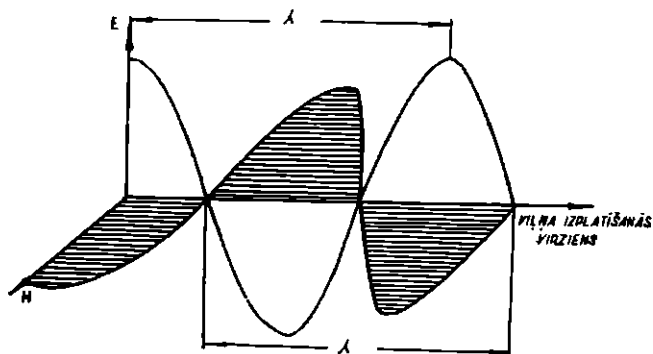
Katram radioteleskopam ir trīs galvenās daļas: uztverošā antena, uztvērējs un iekārta uztverto signālu reģistrēšanai.

Līdzīgi optiskajiem teleskopiem, kuru galvenā sastāvdaļa ir vai nu objektīvs, vai arī atstarotājs spogulis, radioteleskopu svarīgākā sastāvdaļa ir uztvērēja antena. Jo lielāks ir optiskā teleskopa objektīva (vai spoguļa) diametrs un reizē ar to arī šķērsriezuma laukums, jo vājākas zvaigznes ar šo teleskopu varam konstatēt. Tāpat arī, jo lielāks antenas laukums, uz kuru krīt kosmiskais radiostarojums, jo lielāku šī starojuma jaudu antena uztver. Tātad, lai panāktu lielu radioteleskopa jutību, jālieto antenas ar iespējami lielāku laukumu.

Pirms apskatām antenas, kādas lieto mūsdienu radioastronomijā, minēsim dažus vārdus par radio (elektromagnētiskajiem) viļņiem un to uztveršanu.

Elektriski lādētām daļiņām, piemēram, elektroniem, kustoties ar mainīgu ātrumu vai arī ar vienmērīgu paātrinājumu, to radītais elektriskais un magnētiskais lauks kustas līdz ar pašiem elektroniem un ir saistīts ar tiem. Turpretī, ja liekam elektroniem kustēties ar mainīgu paātrinājumu, kā tas, piemēram, ir svārstību kustībā, abi lauki vairs neseko elektronu kustībai, bet atraujas no tiem, aiziet telpā, pie kam elektriskā lauka izmaiņas rada mainīgu magnētisko lauku, un otrādi — magnētiskā lauka izmaiņas rada mainīgu elektrisko lauku. Tā nu rodas elektromagnētiskais vilnis, kas vakuumā izplatās ar 300 000 km/sek lielu ātrumu. Elektriskais un magnētiskais lauks vienmēr ir savstarpēji perpendikulāri, bet viļņa izplatīšanās notiek perpendikulāri magnētiskā un elektriskā lauka virzieniem. Minēsim vienu elektromagnētiskā viļņa raksturlielumu — viļņa garumu — ceļu, kuru noejot elektriskā un magnētiskā lauka intensitātes izdara vienu pilnu svārstību (skat. 10. att.).

10. att. Elektriskā un magnētiskā lauka sadalījums elektromagnētiskajā (radio) viļņi. Bultas norāda elektriskā (E) un magnētiskā (H) lauka virzienus, kas viens ar otru veido taisnu leņķi un atrodas plaknē, kura ir perpendikulāra viļņa izplatīšanās virzienam. Atstatums starp divām vienādām līdzās esošām lauka fazēm ir viļņa garums λ .

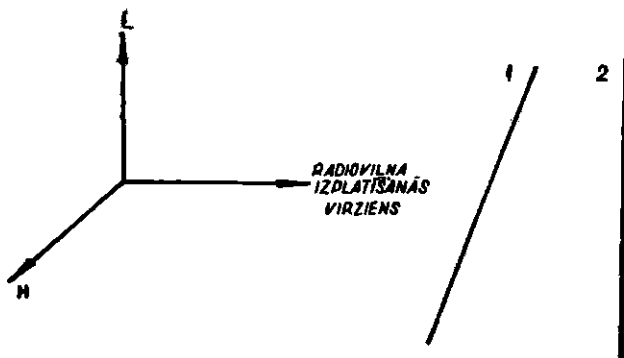


Iedomāsimies, ka esam pievadījuši ģenerators ražotas radiofrekvences svārstības taisnam vadam. Šīs svārstības radīs ap vadu elektromagnētisko lauku un telpā aizejošu radiovilni, pie kam izrādās, ka šādā gadījumā radiovilnī elektriskā lauka virziens atrodas vienā plaknē ar taisno vadu — antenu. Tad, radiovilnīm izplatoties telpā, elektriskais un magnētiskais lauks savu virzienu nemaina, un šādu vilni sauc par plakani polarizētu. Viļņus ar šādu plakānu polarizāciju parasti izstaro radioraidītāju antenas. Radioastronomijā jo bieži jāsaduras ar citiem gadījumiem, piemēram, nepolarizētu izstarojumu, kad elektriskā un magnētiskā lauka virzieni ik brīdī patvaļīgi maina savu orientāciju viļņa izplatīšanās virzienam perpendikulārā plaknē. Šādu vilni sauc par nepolarizētu. Ja elektriskā un magnētiskā lauka virzieni griežas ap viļņa izplatīšanās virzienu, izdarot pilnu apgriezību vienā svārstību periodā, tad radiovilni sauc par cirkulāri polarizētu.

Atzīmēsim vēl, ka elektromagnētiskā vilnī katrā telpas punktā elektriskais un magnētiskais lauks ir vienādos stāvokļos jeb fazēs, ko labi var redzēt attēlā (piem., sakrīt abu lauku lielākās un mazākās vērtības). Runājot radiotehniku valodā, elektriskā un magnētiskā lauka svārstības sakrīt fazē. Tā kā elektromagnētiskais vilnis kustas ar galīgu ātrumu, nepieciešams zināms laiks, lai kāds noteikts svārstības stāvoklis jeb faze (piem., maksimums) nokļūtu no viena telpas punkta otrā. Tātad starp telpas punktiem, kurus savā ceļā šķērso elektromagnētiskais vilnis, pastāv fazu nobīde, kas ir jo lielāka, jo lielāks attālums starp šiem punktiem. Fazu nobīdi radiotehnikā mēri ar leņķi, pie kam nobīdei par veselu periodu jeb vienu viļņa garumu atbilst 360° liels fazu nobīdes leņķis, nobīdei par pusperiodu — 180° utt.

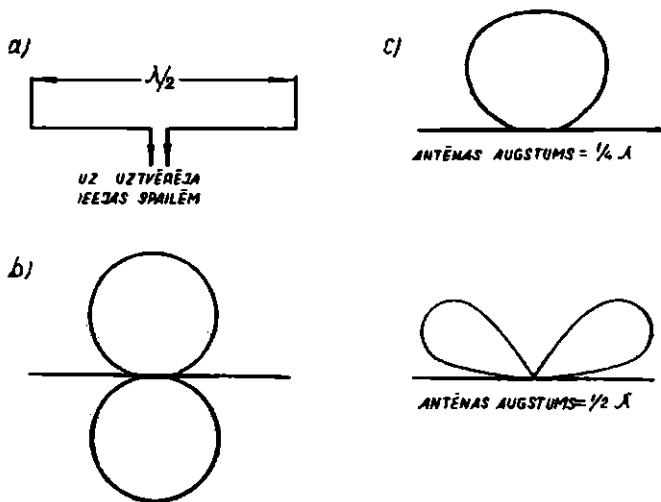
Ja radioviļņa ceļā novietojam taisnu vadu, tajā tiek ierisinātas brīvo elektronu svārstības. Lai šīs svārstības būtu spēcīgākas, vads jānovieto paralēli radioviļņa elektriskā lauka virzienam. Ja vads — antena nav paralēls radioviļņa elektriskā lauka virzienam, ierisinātās svārstības ir vājākas, bet, ja tie veido taisnu leņķi, svārstības vadā netiek ierosinātas (skat. 11. att.). Tādā kārtā pat visvienkāršākai antenai — taisnam vadam piemīt stipri izteikta virziendarbība.

Lai ierosinātu visspēcīgākās svārstības, uztverot cirkulāri polarizētu vai arī nepolarizētu radiovilni, pilnīgi pietiek vadu pavērst perpendikulāri viļņa izplatīšanās virzienam, turpretī, uztverot plakani polarizētu vilni,



11. att. Taisns vads elektromagnētiskā viļņa laukā (parādīti tikai elektriskā un magnētiskā lauka virzieni). Visstiprākās elektriskās svārstības vadā inducējas tad, ja vads atrodas plaknē, kas ir perpendikulāra viļņa izplatīšanās virzienam (2. gadījums).

12. att. Pusvilņa dipols (a) un tā virziena diagrama horizontālā plaknē (b) un vertikālā plaknē (c) divos dažādos augstumos virs Zemes



antena vēl bez tam jāorientē izplatīšanās virzienam perpendikulārā plaknē, lai tā būtu paralēla viļņa elektrisko svārstību virzienam.

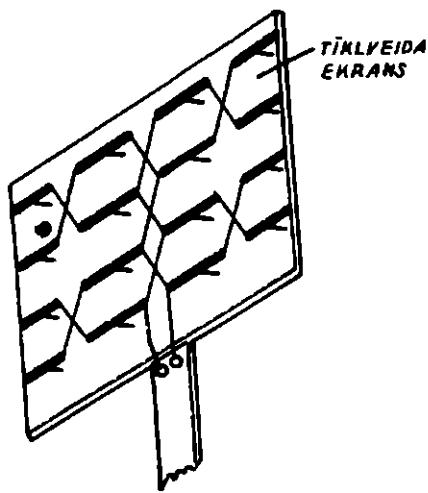
Antenas spēju uztvert viļņus dažādos virzienos raksturo antenas virziena diagrama, kas parāda, cik lielu radiostarojuma jaudu (relatīvi) antena spēj uztvert katrā virzienā. Antenas virziena diagramu parasti uzņem, uztverot pārvietojama radiatora signālu. Radioraidītāju pārvieto ap antenu tā, ka antenas un raidītāja savstarpējais attālums paliek nemainīgs, un atzīmē katrā virzienā pienākošo signālu intensitāti. Dabūto sakārību attēlojot grafiski, iegūstam antenas virziena diagramu. Virziena diagramas forma ir atkarīga no antenas izveidojuma.

Ļoti bieži lieto pusvilņa dipola antenu. Tas ir taisns vads, kura garums — puse no uztveramā viļņa garuma. Vads vidū sadalīts divās daļās un sadalījuma vietai pieslēgts kabelis, kas pievada uztverto enerģiju uztvērējam. Horizontāla pusvilņa dipola virziena diagrama redzama 12. attēlā. Horizontālā plaknē šīs antenas virziena diagramu veido divas riņķa līnijas, turpretī vertikālā plaknē virziena diagramas izskats ir stipri atkarīgs no antenas augstuma virs zemes.

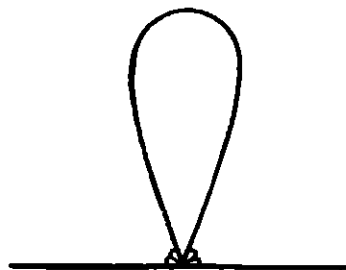
Tā kā pusvilņa dipols uztver radioviļņa enerģiju no samērā maza laukuma un tam ir radioastronomiskām vajadzībām neizdevīga virziena diagrama, praksē lieto sarežģītākas antenas.

Apskatisim divu tipu antenas, kuras radioastronomijā lieto visbiežāk.

Metru viļņu joslā galvenokārt lieto t. s. sinfazās pusvilņu antenu sistēmas ar atstarojošu ekrānu. Pusvilņa dipoli savienoti savā starpā tā, lai dipolos inducētā augstfrekvences spriegumi summētos un strāvas būtu ar vienu un to pašu fazi. Kā redzams 13. attēlā, visi dipoli novietoti vienā plaknē, bet attālums starp atsevišķiem dipoliem ir puse no viļņa garuma.



13. att. Sinfazu dipolu antena ar atstarotāju.



14. att. Sinfazu dipolu antenas ar atstarotāju virziena diagrama horizontālā plaknē.

Jo vairāk šādai antenai pusviļņa dipolu, jo lielāks būs tās laukums un līdz ar to uztvertā radioviļņa enerģija. Šāda tipa antena, attiecīgi izvēloties tās elementus, veido visai šauru virziena diagramu (skat. 14. att.). Atstarojošā ekrāna dēļ radioviļņus uztver nevis no abām pusēm vienādi kā ar vienkāršu pusviļņa dipolu, bet gan tikai no vienas puses. Sinfazo antenu galvenais trūkums ir tas, ka tās ir noskaņotas vienam noteiktam viļņa garumam, ko nevar mainīt. Ja gribētu šādu antenu lietot dažādiem viļņu garumiem, nāktos reizē mainīt visu dipolu garumus, kā arī atstatumus starp dipoliem, kas ir pārāk sarežģīti.

Otra tipa antena, ko ļoti bieži lieto, ir parabolisks metāla reflektors, kura fokusā koncentrējas visa uztvertā enerģija. Fokusā novietota vienkārša antena (piem., pusviļņa dipols), kurā inducējas attiecīgas augstfrekvences strāvas. Šī antena ar kabeli pieslēgta uztvērējam. Lai mainītu uztveramā viļņa garumu, pietiek nomainīt uztvērēju dipolu ar citu.

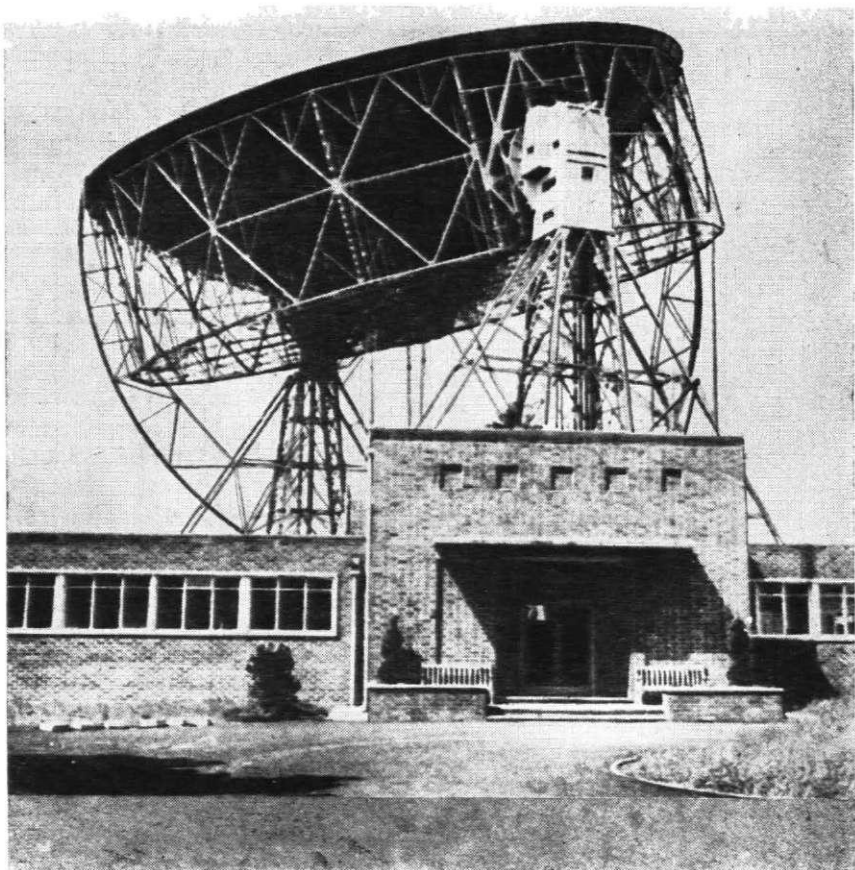
Lai radioviļņi labi fokusētos, nepieciešams pietiekami precīzi izveidot paraboloida virsmu. Praksē konstatēts, ka šāds reflektors samērā labi sakopo radioviļņus savā fokusā, ja tā virsma izgatavota ar precizitāti, kas nav mazāka par $\frac{1}{10}$ no viļņa garuma. Tā kā radioteleskopa antena pakļauta smaguma spēka, vēja, temperatūras maiņu un citu apstākļu ietekmei, tās virsma var viegli deformēties, tāpēc konstruktori cenšas panākt, lai iespēja-

mās deformācijas būtu mazas. Jāpiezīmē, ka daudz vienkāršāk ir izgatavot radioteleskopa reflektoru nekā optisko reflektoru, kur jāievēro precizitāte līdz mikrona simtdaļām. Tā 1 m gara viļņa uztveršanai pietiek izgatavot reflektoru ar 10 cm lielu precizitāti. Jo mazāks viļņa garums, jo precīzāks reflektors jāizgatavo.

No dažus metrus līdz apmēram 10 cm gariem viļņiem reflektoru parasti izveido ne no vienlaidu materiāla, bet no perforēta materiāla vai sametinātu vadu sieta. Šāda konstrukcija ir daudz vieglāka un samazina vēja radīto slodzi un deformāciju. Isākiem — centimetru un milimetru viļņiem reflektori tomēr jāizgatavo no vienlaidu materiāla, jo režģim citādi būtu jābūt pārāk biežam. Tas rada tehniskas grūtības izgatavošanā un arī ekspluatācijā.

Parasti radioteleskopa reflektori kustināmi pa azimutu un augstumu, lai sekotu radiostarojuma avota kustībai pie debess sfēras. Bet reizē mainīt kā augstumu, tā arī azimutu ir ļoti neērti. Tāpēc pēdējā laikā aizvien biežāk sāk lietot radioteleskopus ar paralaktisku montējumu vai arī ierīci, kura avota ekvatoriālās koordinātes pārvērš horizontālajās koordinātēs (azimutā un augstumā), kas automātiski seko vēlamā kosmiskā objekta kustībai.

Sevišķi lielus radioteleskopus, kā, piemēram, Džodrelbenkas observatorijas reflektoru ar 76 m lielu caurmēru (skat. 15. att.), tomēr konstruē ar



15. att. Džodrelbenkas gigantiskais radioteleskops.

azimutālu montējumu; tad konstrukcija iznāk ievērojami vieglāka, jo nav vajadzīgi pretsvāri, kas notur reflektoru līdzsvara stāvoklī.

Ļoti svarīgs radioteleskopa raksturlielums ir tā izšķiršanas spēja. Iedomāsimies, ka esam uz baltas vertikālas sienas atzīmejuši ar ogli netālu vienu no otras divus labi saredzamus punktus. Attālinoties no šīs sienas, leņķis, ko veido abi šie punkti un acs, aizvien samazināsies, līdz beidzot mums liksies, ka abi punkti saplūduši kopā vienā punktā. Šajā brīdī minētais leņķis būs kļuvis mazāks par leņķi, kurā cilvēka acs vēl spēj izšķirt divus punktus. Līdzīgi ar šo lielumu — minimālo atšķiršanas leņķi — raksturo arī optisko teleskopu un radioteleskopu izšķiršanas spēju. Abos gadījumos izšķiršanas spēja ir atkarīga no uztverošā objektīva vai antenas izmēriem, kā arī uztveramā elektromagnētiskā viļņa garuma. Lielākajiem optiskajiem teleskopiem izšķiršanas spēja ir ārkārtīgi augsta — līdz pat vairākām tūkstošdaļām loka sekundes, taču radioteleskopu izšķiršanas spēja metru viļņos retos gadījumos ir mazāka par vienu gradu. Jo mazāki ir radioteleskopa antenas izmēri, jo platāka tās virziena diagrama un līdz ar to mazāka izšķiršanas spēja. Nemainot reflektora diametru, izšķiršanas spēju varam palielināt, uztverot īsākus viļņus.

Radioteleskopa izšķiršanas spēju A varam viegli aprēķināt, zinot antenas reflektora diametru d un uztveramā viļņa garumu λ :

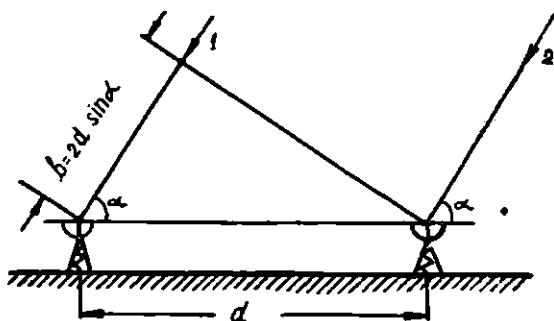
$$A=57,3 \cdot \frac{\lambda}{d}.$$

Šajā formulā A dabūjam gradus: λ un d jāizteic vienādās mēra vienībās. Piemēram minēsim izšķiršanas spēju dažādos viļņa garumos diviem radioteleskopiem, kuru reflektoru diametrs ir 25 un 75 m.

Antenas reflektora diametrs 25 m		Antenas reflektora diametrs 75 m	
viļņa garums	atšķiršanas spēja	viļņa garums	atšķiršanas spēja
40 cm	55'	6 m	4°40'
20 cm	28'	3 m	2°20'
10 cm	14'	1,5 m	1°10'
5 cm	7'	50cm	23'
1 cm	1',4	20cm	2'

Salīdzinot ar optiskiem instrumentiem, radioteleskopu izšķiršanas spēja ir ļoti slikta. Gadījumos, kad nepieciešama labāka izšķiršanas spēja, it sevišķi garākiem viļņiem, radioastronomijā lieto divas vai vairākas antenas, kas novietotas viena no otras lielākā atstatumā, veidojot t. s. radiointerferometru. Vienkāršības labad apskatīsim divu antenu interferometra darbības principu.

16. att. Radioviļņiem 1 un 2, kritot uz pirmo un otro antenu, jānoiet dažāda garuma ceļi. Gājienu starpība b ir atkarīga no interferometra bāzes garuma d un radioviļņu krišanas leņķa α . Ja b ir vienāds ar veselu skaitu viļņu garumu, abās antenās inducētie spriegumi summējas, bet, ja ir vienāds ar jebkuru nepāra skaita pusviļņu garumu, inducētie spriegumi viens otru līdzsvaro.



Uz divām antenām (skat. 16. att.), kas nekustīgi novietotas vairāku simtu metru attālumā viena no otras virzienā no austrumiem uz rietumiem un savienotas ar uztvērēja ieeju, krīt kāda kosmiskā radioizstarojuma avota radioviļņi. Kā tas labi redzams attēlā, radioviļņim jānoiet dažāda garuma ceļi, lai nonāktu līdz pirmajai un otrajai antenai. Tādēļ līdz antenām nonākušie radioviļņi būs ar dažādām fazēm un tāpat inducēs antenās elektriskās svārstības ar dažādām fazēm. Ja nu fazu starpība starp abās antenās inducētiem spriegumiem būs 180° , tie viens otru dzēsīs, bet, ja šo spriegumu fāzes sakrītīs, t. i., fazu starpība būs 0° , uztvērēja ieejā dabūsim divreiz lielāku spriegumu, nekā to iegūtu no vienas antenas. Radiostarojuma avotam kustoties pa debess sfēru, fazu starpība pastāvīgi mainīsies, tālab mainīsies arī spriegums uz uztvērēja ieejas spailēm. Tādā kārtā radiointerferometra virziena diagrama ir ar samērā sarežģītu formu.

Radiointerferometra virziena diagrama un radioizstarojuma avota pie raksts, tam izejot caur interferometra virziena diagramu, redzami attēlā.

Izrādās, ka jo lielāks ir attālums starp abām interferometra antenām, jo šaurākas būs virziena diagramas lapiņas. Tā, ja attālums starp antenām jeb t. s. bāze ir 1 km un uztveramā viļņa garums 1,5 m, virziena diagramas lapiņas platums būs ap 9 loka minūtes, kam atbilst izšķiršanas spēja 4,5 loka minūtes. Turpretī gigantiskā Džodrelbenkas radioteleskopa izšķiršanas spēja šim pašam viļņa garumam ir ap 1 gradu 10 loka minūtēm, tātad ap 16 reizes slīktāka. Tādā kārtā ar interferences metodu var ievērojami palielināt izšķiršanas spēju, lietojot samērā mazas antenas. Jāpiezīmē gan, ka aprakstītais interferometrs palielina izšķiršanas spēju tikai virzienā, kas paralēls interferometra bāzei. Virzienā, kas perpendikulārs interferometra bāzei, virziena diagrama paliek tikpat plata, cik plata tā ir katrai no abām antenām. Lai iegūtu labu izšķiršanas spēju arī virzienā, kas perpendikulārs bāzei, no diviem interferometriem izveido «krustu», pie kam otra interferometra bāze iet no ziemeļiem uz dienvidiem. Pēdējā laikā plaši lieto arī interferometrus ar daudzām antenām. Šādu interferometru virziena diagramas lapiņas ir šaurākas un novietotas viena no otras lielākā leņķiskā atstatumā, tāpēc to izšķiršanas spēja ir labāka.

Otra svarīgākā radioteleskopa sastāvdaļa ir uztvērējs.

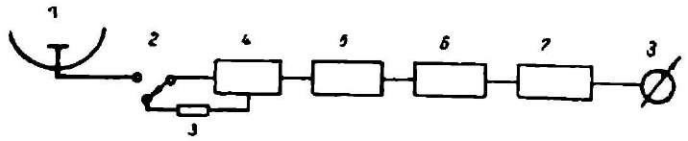
Atšķirībā no parastajiem radiosakaru vai radiofonijas uztvērējiem daži apstākļi radioteleskopa uztvērējiem izvirza sevišķas prasības. Vispirms, radioteleskopa antenu uztvertā jauda parasti ir ārkārtīgi niecīga; otrkārt, atšķirībā no radiatora signāliem kosmisko avotu radioizstarojums ir ar plašu radioviļņu spektru un nekārtīgu, radiotehniski izsakoties, trokšņu raksturu.

Haotiskā elektronu siltuma kustība elektriskajos vadītājos, pretestībās, radiolampās un citās uztvērēju daļās izraisa vājas strāvas, kas nekārtīgi mainās. Radiolampas šīs haotiskās strāvas pastiprina, un uztvērēja izejā, pieslēdzot skaļruni vai telefona «austiņas», dzirdam nepārtrauktu troksni — šņākoņu. Ja šādu trokšņu nebūtu, palielinot lampu skaitu uztvērējā, butu iespējams neierobežoti pastiprināt vāju signālu, līdz kamer to varētu reģistrēt instruments, kas pieslēgts uztvērēja izejai. Taču radioastronomijā antenu uztvertā jauda parasti ir mazāka par uztvērēja ieejā ietilpstošo elementu (svārstību kontūru, pretestību, radiolampu) paštrokšņu jaudu. Kā gan lai atdala no spēcīga uztvērēja paštrokšņu fona vājo uztverto signālu, kam arī ir trokšņu raksturs?

Instrumenti, kas pieslēgti uztvērēja izejā, neregulāri svārstās ap kādu videju stāvokli. No uztvērēja atvienojot uztverošo antenu, izejas instrumenta rādītājs svārstīsies ap kādu videjo vērtību, kas atbilst uztvērēja paštrokšņu līmenim. Pieslēdzot antenu, kas uztver radioizstarojuma avota «signālu», rādītājam jāsāk svārstīties ap jaunu, augstāku videjo līmeni. Starpība starp abiem vidējiem līmeņiem atbildīs uztvertā signāla intensitātei. Taču nepieciešams zināms laiks, lai varētu pietiekami precīzi noteikt šos videjos līmeņus, pie kam, jo lielāks būs novērošanas laiks, jo ticamāki būs iegūtie rezultāti. Tādā kārtā, neskatoties uz to, ka uztvērēja paštrokšņi ir lielāki par uztveramo signālu, izvēloties pietiekami lielu novērošanas laiku, var šo vājo signālu konstatēt.

Radioteleskopa uztvērēja jutību nosaka arī tas apstāklis, cik plašu viļņu garumu joslu tas pastiprina. Parastajiem radiofonijas uztvērējiem, pārlicēji palielinot uztvērēja caurlaidības joslas platumu, zūd selektivitāte spēja atdalīt uztveramās stacijas signālu no citu staciju signāliem. Turpretī, jo plašāku viļņu garumu joslu laiž cauri radioteleskopa uztvērējs, jo lielāku skaitu neatkarīgu kosmiskā izstarojuma svārstību tas pastiprina. Izrādās, ka, caurlaidības joslu paplašinot, paštrokšņu videjais līmenis aug lēnāk nekā uztvertā radioizstarojuma līmenis. Tādā kārtā, lai uztvertu vāji kosmisko radiostarojuma avotu «signālus», jāizvēlas uztvērēji ar pietiekami plašu caurlaidības joslu.

Lai izslēgtu uztvērēja paštrokšņus, ir izstrādāta īpaša t. s. modulācijas metode. Kā tas redzams 17 attēlā, uztvērēja ieejai ar speciālu ātras darbības slēdzi var pārmaiņus pieslēgt vai nu uztverošo antenu vai t. s. antenas ekvivalentu (pretestību, kuras vērtība vienāda ar antenas ieejas pretestību).

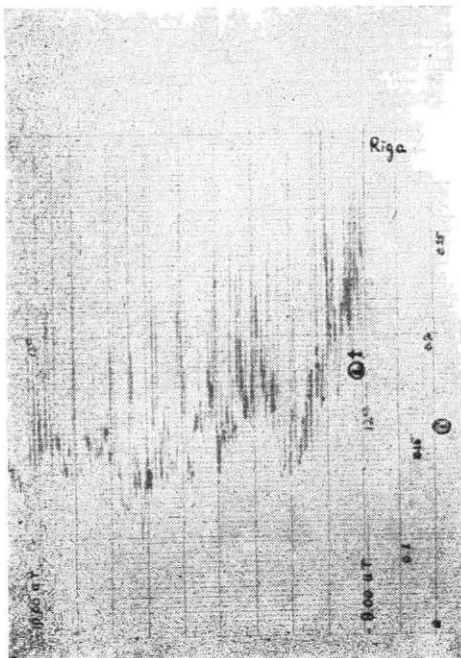


17. att. Radioteleskopa uztvērēja blokskāma kosmisko izstarojumu uztveršanai pēc modulācijas metodes: 1 — radioteleskopa antena; 2 — atvas darbības slēdzis; 3 — antenas ekvivalents; 4 — uztvērēja augstfrekvences daļa; 5 — detektors; 6 — zemfrekvences pastiprinātājs ar šauru caurlaidības joslu, kas noskaņots uz tādu frekvenci, kura atbilst slēdža (2) pārslēgšanas biežumam; 7 — detektors; 8 — pašrakstītājs mērinstruments.

Pārslēgšanu parasti izdara ātri — vairākus desmitus līdz vairākus simtus reižu sekundē. Uztvērēja zemfrekvences pastiprinātājs ierīkots tā, ka pastiprina tikai frekvenci, kas atbilst šim antenas pārslēgšanas biežumam. Tādā kārtā uztvērēja izejā nonāk tikai iepriekš minētā veidā modulētais kosmiskā radioizstarojuma signāls un uztvērēja paštrokšņi praktiski tiek izslēgti.

Tā kā novērojumi ar radioteleskopiem ir ilgstoši, tad, lai neapgrūtinātu novērotāju, kam jāseko aparatūras darbībai, kā arī lai izvairītos no subjektīvām nolasišanas kļūdām, novērojumu rezultātus pieraksta automātiski. Šim nolūkam lieto speciālu pašrakstītāju, kas rezultātus nepārtraukti atzīmē uz kustīgas papīra lēntas. Šāda automātiska pieraksta paraugu redzam 18. attēlā (Saules radioizstarojuma pieraksts ar Riekstukalna novērošanas stacijas radioteleskopu)

Radioastronomu tehniskais «apbruņojums» kļūst arvien pilnīgāks. Būvē jaunus lielus radioteleskopus un radiointerferometru sistēmas ar arvien lie-



18. att. Saules radioizstarojumu pieraksts uz Riekstukalna novērošanas stacijas radioteleskopa pašrakstītāja lēntas.

lāku izšķiršanas spēju. Isākiem viļņiem sāk lietot molekulāros pastiprinātājus, kuriem ļoti zems paštrokšņu līmenis. Visi šie sasniegumi ļaus cilvēka izzinošajam prātam arvien tālāk iespieties kosmosa dzīlēs.

Lielākie radioteleskopi

Radioteleskopa antenas tips un izmēri	Atrašanās vieta	Piezīmes	
Rotācijas paraboloids	76 m \varnothing	Džodrelbenkā, Anglijā	
	65 m \varnothing	Parksā (netālu no Sidnejas), Austrālijā	Būvdarbus beigs 1961. gadā
	42 m \varnothing	Grīnbenkā, Rietumvirdžīnijā, ASV	Būvdarbus beigs 1961. gadā
	25 m \varnothing	Bonnā, VFR	
	25 m \varnothing	Dvingelo, Holandē	
	25 m \varnothing	Vašingtonā, ASV	
" " " "	22 m \varnothing	Serpuhovā, PSRS	
Cilindriskais paraboloids	3×120 m	Pulkovā, PSRS	
Radiointerferometrs ar divām antenām — rotācijas paraboloidiem	27 m \varnothing	Ouensvelijā, ASV	
Krustveida radiointerferometrs ar cilindriskā paraboloida antenām	2 antenas 18×108 m un 5 antenas 15×54 m	Birakanā, PSRS (Armēnijas PSR)	
Krustveida radiointerferometrs ar divām 40×1000 m cilindriskā paraboloida antenām		Serpuhovā, PSRS	Notiek būvdarbi



KAS JAUNS ASTRONOMIJĀ

ATBALSS NO SAULES

Astronomijā līdz pat pēdējam laikam izdarīja tikai pasīvus debess ķermeņu novērojumus. Tā nevarēja atkārtot novēroto parādību nedz arī nodibināt tiešu kontaktu ar pētāmajiem objektiem, jo tie atrodas pārāk tālu no Zemes. Mūsu dienās astronomi jau gūst iespēju vārda tiešā nozīmē «pataustīt» debess ķermeņus — uz Mēnesi lido kosmiskās raķetes, pavadoņi tieši mērī starpplanētu vides temperatūru un blīvumu, un drīz to varēs izdarīt pats cilvēks. Taču astronomiem tagad ir arī vēl cits paņēmieni, kā «pataustīt» debess ķermeņus, — to var izdarīt ar radioviļņu palīdzību. Noraidot no Zemes radioviļņu kūli, astronomi iegūst radioatbalsis no meteoru pēdām, no Mēness, pat no Venēras un Marsa. Šis paņēmieni ir līdzīgs parastajai radiolokācijai, kad ar atstaroto radiosignālu palīdzību nosaka lidmašīnu, kuģu un krastu atrašanās vietas un attālumus.

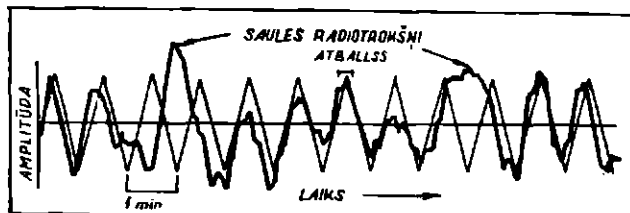
Jau sen astronomus nodarbināja jautājums, vai nebūtu iespējams izdarīt arī Saules radiolokāciju. Šī problēma nav nemaz tik viegla, jo Saule atrodas gandrīz 150 miljonu kilometru attālumā no mums. Tomēr šis uzdevums ir arī ļoti vilinošs, jo

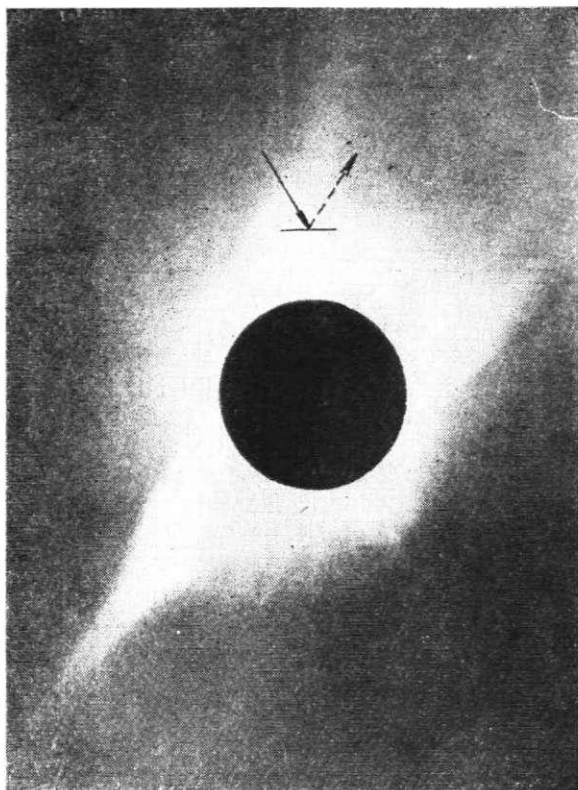
uz Saules nekad nevarēs nokļūt cilvēks — tā ir pārāk karsta, lai tai varētu tuvoties.

Turpretī radiovilnīm karstums nekaitē, tas var nodibināt kontaktu ar Sauli un pēc tam atgriezties uz Zemi un paziņot par Saules virsmas īpašībām.

Saules radiolokāciju nesen idevās veikt amerikāņu zinātniekiem. 1959. gada aprīlī Stenfordas universitātes zinātniskās radiolaboratorijas līdzstrādnieki nosūtīja radiosignālus uz Sauli un pēc 17 min saņēma atbalsi. Šim darbam viņi izmantoja radoraidītāju ar 40 000 vatu jaudu, kas darbojās uz 11,7 m gara viļņa. Signālus noraidīja un pēc tam uztvēra rombiska antena, ko veidoja apmēram pushektāra platībā izvilktas stieples. 15 min laikā noraidīja veselu sēriju 30 sek ilgu impulsu. Pēc tam raidītāju izslēdza un gaidīja signālus atgriežamies. Atstarotie

19. att. Saules atstarotā signāla grafisks attēlojums: vāja līnija apzīmē signāla ideālu gadījumu, kāds būtu bijis bez Saules radiotrokšņu traucējumiem. Treknā līkne attēlo reālo signālu kopā ar trokšņiem.





20. att. Saules vainags. Aptuveni norādīta vieta, līdz kurai nonaca 11,7 m radiovilnis.

signāli bija tā sajukuši ar Saules vainaga paša izstarotajiem radio-
trokšņiem, ka pareizās atbalss noteikšanai nācās izdarīt rūpīgu analīzi. Tam nolūkam vajadzēja izdarīt simtiem miljonu aprēķinu, ko veica ar elektronu skaitļojamām mašīnām. Šai darbā pagāja gandrīz vesels gads. Kā rāda aprēķini, nosūtītie impulsi Saules vainagā atstarojās 483 tūkst. km augstumā no Saules

redzamās virsmas — fotosfēras. Tas tā arī bija sagaidāms, jo Saules vainags attiecībā pret radioviļņiem ir daļēji necaurlaidīgs, pie kam jo garāks radiovilnis, jo grūtāk tam piekļūt Saulei. Minētajā darbā lietotais vilnis ir samērā garš un, kā redzams, varēja nokļūt tikai 0,7 Saules rādiusu attālumā.

Veiktais eksperiments atklāj jaunu laikmetu Saules pētīšanā. Palielinot radiolokatora jaudu, pastiprināsies arī iegūtā atbalss. Bez tam, lietojot īsākus radioviļņus, varēs piekļūt arī dziļākiem Saules atmosfēras slāņiem. Domājams, ka ar radiolokācijas metodi varēs pētīt pat Saules vainaga struktūru, kā arī uzliesmojumus uz tās.

N. Cimahoviča

ZEMES VAINAGS

Kaut gan astronomi jau ir ieskatījušies pasakaini tālu pasaules telpā, tomēr savu tuvāko apkaimi — telpu ap Zemes lodi — cilvēki līdz pat pēdējam laikam pazina ļoti maz. Mākslīgie Zemes pavadoņi un kosmiskās raķetes jau ir devušas vairākus jaunus atklājumus. Mūsdienās interese par starpplanētu vidi ir ar praktisku nozīmi, jo nākošajiem ceļotājiem, kas dosies kosmosā, jāzina, ar ko viņiem ceļā būs jāstopas.

Līdz šim pastāvēja uzskats, ka starpplanētu telpā ir sīki putekļi un stipri retināta gāze. Šie putekļi izkliedē Saules gaismu, un tā rodas t. s. zodiaka gaismas, ko rītos un vakaros novēro dienviņu platumos. Nesen vācu astronomi novēroja, ka zo-

diaka gaisma ir stipri polarizēta. No tā viņi secināja, ka gāze starplanētu telpā ir jonizēta. Sai hipotezei par labu runāja vēl daži citi apstākļi. Piemēram, negaisa laikā bija konstatēts, ka zemfrekvences radio impulsi, kas rodas no zibeņiem, izplatās tā, it kā tie ļoti augstu virs Zemes sastaptu jonizētus slāņus. 1957. gadā amerikāņu zinātnieki, ar raķetēm pētīdami naktis debess spīdēšanu, konstatēja spektra ultravioletajā daļā ļoti spožu ūdeņraža līniju, t. s. Laimena α līniju. Pēc viņu domām, to izstaroja neitrālais starplanētu ūdeņradis. Bez neitrālā ūdeņraža starplanētu gāzei jāsaturs arī ūdeņraža joni un elektroni.

Citi zinātnieki turpretī domāja, ka minēto parādību cēlonis nav starplanētu gāze, bet ļoti augsti Zemes atmosfēras slāņi. Vācu astrofizikis Birmans apšaubīja, vai starplanētu telpā vispār var pastāvēt gāze.

Šī svarīgā jautājuma noskaidrošanai visos trijos padomju pavadoņos bija iekārtas starplanētu gāzes pētīšanai. Arī padomju kosmiskās raķetes sniedza milzīgu novērojumu materiālu. Pēc materiālu apstrādāšanas tagad iespējami jau daži secinājumi.

Ir noskaidrots, ka Zemes atmosfēra sniedzas ļoti tālu — līdz 22 tūkst. km augstumam. Profesors I. Šklovskis augsto, stipri retināto slāni nosauc par Zemes vainagu jeb ģeokoronu. Tās sastāvā ietilps pozitīvie joni un elektroni. Pozitīvo jonu koncentrācija vainagā ir daži simti daļiņu kubikcentimetrā. Salīdzinājumam atzīmēsim, ka 300 km augstumā jonu koncentrācija ir 1—2 milj. daļiņu

kubikcentimetrā. Novērojot, kā līdz ar augstumu izmainās koncentrācija, var secināt, ka tie ir ūdeņraža joni. Vairāk nekā 22 tūkst. km attālumā no Zemes jonizētā gāze nav konstatēta. Ievērojot mērījumu precizitāti, jāsecina, ka starplanētu telpā vai nu vispār nav jonizētas gāzes, vai arī tās koncentrācija ir mazāka par dažiem desmitiem jonu kubikcentimetrā.

Pēc I. Šklovskas domām, stacionāras starplanētu gāzes nav. Zodiaka gaismas polarizācija un pārējās minētās parādības rodas Zemes vainagā. Nestacionāra starplanētu gāze var uz laiku rasties Saules aktivitātes ietekmē.

Par vainaga rašanos vēl nav galīgi izstrādātas teorijas, bet pastāv šāda hipoteze. Zemes atmosfērā ir daudz ūdens tvaiku. Augstāk par 100 km Saules stari saskaldā ūdens molekulas, un tā rodas brīvs ūdeņradis un skābeklis. Līdz 140—160 km augstumam Zemes atmosfēra ir homogēna, bet lielākos augstumos palielinās vieglā ūdeņraža koncentrācija. Apmēram 1500—2000 km attālumā no Zemes ūdeņradis jau kļūst galvenais elements. Vieglie ūdeņraža atomi kustas samērā lielā ātrumā, kas daļai atomu pārsniedz pirmo kosmisko ātrumu. Šie atomi aizkļūst no Zemes atmosfēras un veido vainagu. Ūdeņraža daudzums atmosfērā tomēr neizmainās, jo to vienmēr papildina okeānu tvaiki. Aprēķini rāda, ka šī iemesla dēļ okeānu līmenis visā Zemes ģeoloģiskajā pastāvēšanas laikā būs pazeminājies par dažiem metriem.

M. Zepe

**SAULES APTUMSUMS 1961. GADA
15. FEBRUĀRĪ**

Saules aptumsums notiek tad, kad Mēness nonāk tieši starp Zemi un Sauli un tā tad aizsedz Sauli. Aptumsums var būt daļējs vai pilns atkarībā no tā, vai Mēness aizsedz Sauli pa daļai vai pilnīgi. Pilns aptumsums ir arvien novērojams tikai samērā šaurā joslā, turpretim ievērojami plašākā apgabalā tas redzams kā daļējs.

1961. gada 15. februārī pilnā aptumsuma josla sasniegs 264 km platumu. Tā ies caur Franciju, Itāliju, Dienvidslāviju, Rumāniju un Padomju Savienību. Padomju Savienības teritoriju šī josla sasniegs pie Melnās jūras dienvidos no Odesas. Tālāk tā virzīsies caur Krimu, Rostovu, Staļingradu, Kuibiševu un Ufu un izbeigsies netālu no Jeņisejas grīvas. Visā pārējā Eiropā, kā arī ievērojamā Āzijas daļā un Āfrikas ziemeļu daļā 15. februāra aptumsums būs novērojams kā daļējs.

Daļēja aptumsuma lielumu raksturo ar t. s. fazi. Faze ir skaitlis, kas rāda, kāda daļa no Saules redzamā diametra ir aptumšota. Ir aprēķināts, ka Rīgā 15. februāra aptumsuma maksimālā faze būs 0,864; tas notiks pl. 11st 09^m 44^s. Daļējā aptumsuma sākums (pirmais kontakts) Rīgā — 10st 02^m 37^s, aptumsuma beigas (pēdējais kontakts) — 12st 20^m 04^s.

Aptumsumu novērošanai ir liela zinātniska nozīme. Tā vienīgi aptumsuma laikā iespējams nofotografēt Saules atmosfēras pašu ārējo kārtu, t. s. Saules ārējo vainagu. Sevišķi svarīgi ir iegūt vainaga spektru. Bez tam Saules aptumsumu novērojumi

ļauj precizēt Mēness kustības aprēķinus un noteikt Zemes rotācijas nevienmērības. Aptumsuma laikā vēl ir iespējams nofotografēt zvaigznes Saules tuvumā un līdz ar to pārbaudīt t. s. Einšteina efektu — gaismas staru noliekšanos spēcīgajā Saules gravitācijas laukā.

Seit minēto un vēl citu novērojumu veikšanai astronomi organizē speciālas ekspedīcijas uz tiem rajoniem, kurus šķērso pilnā aptumsuma josla. To dara tādēļ, ka katrā vietā pilnais Saules aptumsums ir ļoti reta parādība, bet pa visu Zemes lodi caurmērā ik gadus notiek 2—3 pilni Saules aptumsumi. Ekspedīciju uz Staļingradas apkārtni paredz rīkot arī Vissavienības Astronomijas un Ģeodēzijas biedrības Rīgas nodaļa. Ekspedīcijas programā ietilpst Saules vainaga fotografēšana, fotometrija un kontaktu momentu noteikšana.

M. Dirikšis

ŪDENS TVAIKI VENĒRAS ATMOSFĒRĀ

Noskaidrot kādas planētas atmosfēras sastāvu ir svarīgs, bet reizē arī grūts astronomijas uzdevums. Svarīgs tas ir tāpēc, ka, spriežot par dzīvības iespējām uz planētām, mums vispirms jāzina, vai tur ir dzīviem organismiem nepieciešamais skābeklis un ūdens. Bet šī jautājuma pētīšanu apgrūtina tas apstāklis, ka pati Zemes atmosfēra satur skābekli un ir bagāta ūdens tvaikiem. Tāpēc vēl līdz šim nebija zināms, vai Venēras atmosfērā ir ūdens tvaiki, kaut gan Venēra ir mums vistuvākā planēta.

Par kāda ķīmiskā elementa vai savienojuma klātbūtni debess ķer-

meņos spriež, analizējot šo ķermeņu gaismas spektrus. Katrai vielai ir sava raksturīga spektrālo līniju un joslu sistēma. Tāda ir arī ūdenim. Pēc līniju un joslu intensitātes var noteikt šīs vielas daudzumu. Ja mēs kādas planētas spektrā arī saskatām ūdens joslas, tad tas vēl nedod iemeslu nekādiem drošiem secinājumiem par to, vai ūdens šīs planētas atmosfērā ir un kāda varētu būt tā koncentrācija, jo mūsu atmosfēras ūdens tvaikiem ir tādas pašas joslas. Tāpēc svarīgi instrumentus pacelt tādā augstumā, lai Zemes atmosfēras ietekme būtu niecīga.

Tāpēc 1959. gada 29. novembrī ASV 24 tūkst. m augstumā pacēla balonu, kurā bija divi cilvēki — novērotājs un pilots — un vajadzīgie instrumenti. Novērotājam bija uzdevums spektroskopiski pētīt Venēras atmosfēru. Šādā augstumā ūdens tvaiku daudzums Zemes atmosfēras slānī, kas atradās virs gondolas, ir ļoti mazs.

Pēc novērojumu apstrādāšanas J. Strong (Strong) ir publicējis rezultātus. Tie rāda, ka ūdens tvaiku daudzums Venēras atmosfērā virs mākoņu līmeņa 4 reizes pārsniedz ūdens tvaiku daudzumu Zemes stratosfērā 15 tūkst. m augstumā virs Britu salām un ir apmēram tāds pats kā virs Zemes augsto mākoņu līmeņa.

J. Strong domā, ka Venēras atmosfērā zem mākoņu līmeņa jābūt daudz vairāk ūdens tvaiku.

Tādā kārtā pētījumi par mūsu Saules sistēmas planētām ir papildināti ar jaunu svarīgu atklājumu.

M. Zepe

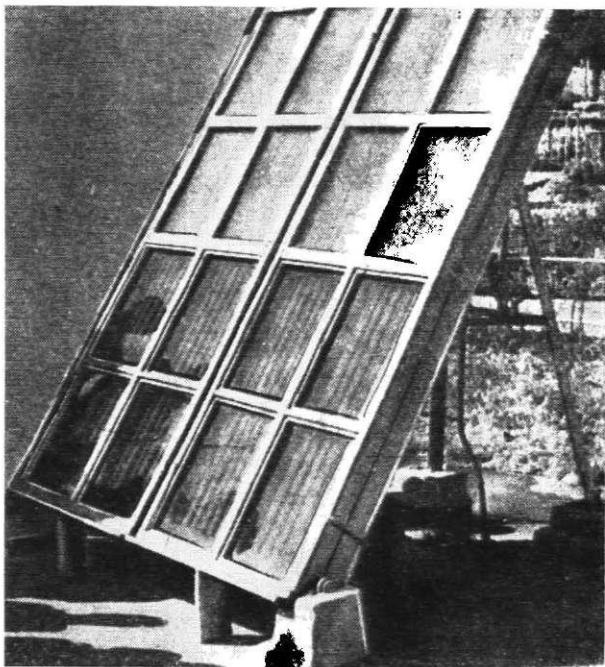
SAULES ENERĢIJAS IZMANTOŠANA

Saules stari ir neizsmeļams enerģijas avots. Zeme gada laikā saņem ap $60 \cdot 10^{16}$ kw/st Saules starojuma enerģijas, kas vairāk nekā 20 tūkstoš reižu pārsniedz visas cilvēces elektroenerģijas patēriņu gadā.

Viena no visvienkāršākajām Saules iekārtām ir «karstā kaste». Tā ir parasta koka vai betona kaste ar biežām sienām, labi izolētu dibenu un hermētiski noslēgta ar vairākām logu stikla kārtām. Iekšējās sienas nokrāsotas melnas, lai tās labāk absorbētu siltumu. Šādās kastēs var sakarsēt ūdeni līdz 50—80°C un lietot to telpu apsildīšanai. Šādā kastē var iegūt arī karstu gaisu, ko izmanto augļu žāvēšanai. Tā žāvējot augļus, tie mazāk zaudē cukuru un vitamīnus un ir pasargāti no putekļiem.

«Karstajā kastē» no sāļa ūdens, to iztvaicējot, iegūst destilētu ūdeni.

21. att. «Karstā kaste» Maskavas planētārijā.



Sadas saldūdens iekārtas ir uzstādītas PSRS dienvidos. Katrs kvadrātmētrs kastes sildvirsmas dienakti dod 4—5 l destilēta ūdens. Vislielākā Saules saldūdens iekārta uzstādīta 1872. gadā Cilē (Dienvidamerikā). 4800 m² liela iekārta platība dienakti deva 22 t destilēta ūdens. Nelielas līdzīgas konstrukcijas iekārta otrajā pasaules karā izmantoja ASV izpletņu lēcēji, kas nokļuva jūrā; tādā veidā viņi ieguva dzeramo ūdeni.

Tajos apvidos, kur daudz saulainu dienu, «karstās kastes» ieteicams saistīt ar centrālas apkures sistēmu, kas dotu lielu kurināmā materiāla ietaupījumu. Šāda telpu apsildīšanas sistēma iekārtota Vladivostokas astronomiskajā observatorijā.

Ir Saules iekārtas, ar kurām var iegūt ļoti augstas temperatūras. Šīm iekārtām izmanto dažādas formas spoguļus — koncentratorus. Lietojot koncentratoru, var iekārtot Saules patvāri, kurā, uzvārot ūdeni, iegūst karstu tvaiku. Šo tvaiku var izmantot ēdienu pagatavošanai. Tā gatavojot ēdiens ir ļoti garšīgs un nezaude vitamīnus. Patvārus var izgatavot nelielus, viegli pārnesamus, un tie ļoti praktiski tūristiem. Stacionāros patvārus, kur iegūst līdz 400 l vārītā ūdens stundā, var lietot ednīcas, kolhozu fermās, graudu kaltēs, veļas mazgātavās u. c.

Kalifornijā, Vilsona kalnā, Saules observatorijā tika uzcelta Saules virtuve. Saules virtuvei ir sarežģītāka konstrukcija, salīdzinot ar «karsto kasti». Tur var iegūt temperatūru līdz 150°C, un tai ir cepeškrāsns,

kur var labi cept maizi un izgatavot dažādus ēdienus. Bez tam tā katrā stundā dod spaini vārīta ūdens. PSRS jau apmēram pirms 20 gadiem Saules virtuvi uzbūvēja V Buhmans Zaisanā (Rietumsibirijā).

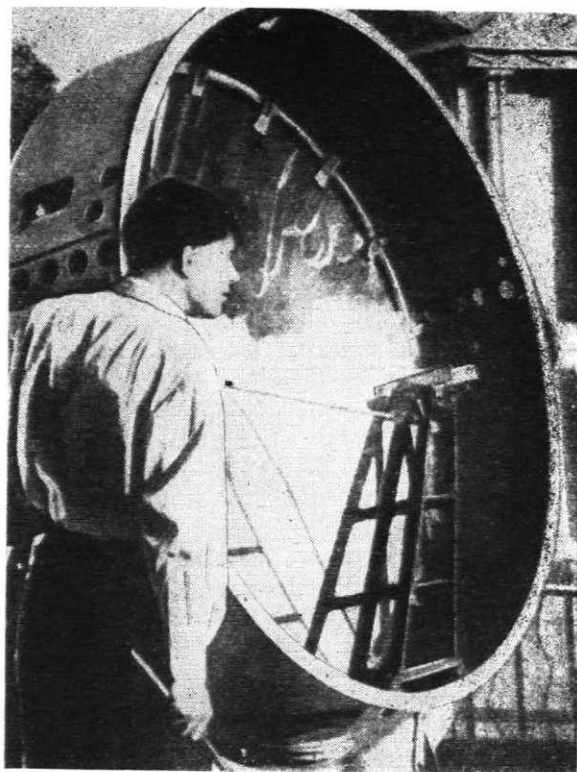
Saules virtuvēs var pagatavot dažādus ēdienus, sasildīt gludekli, iegūt destilētu ūdeni. Saules virtuves ir pārbaudītas ekspedīcijā Karakuma tuksnesī. Indijā nelielas Saules virtuves ražo sērījveidīgi un pārdo iedzīvotājiem.

Daudz lielākas iekārtas ir heliokatli, kuros lielos daudzumos var iegūt karstu ūdeni. Tā 1932. gadā pie Taškentas ģeofiziskās observatorijas uzcēla eksperimentālu Saules pirti, kas jau apkalpojusi tūkstošiem cilvēku, neizlietojot nevienu kilogramu kurināmā. 1936. gadā Uzbekijas PSR tika uzstādīti Saules katli ar 3000 m² lielu kopplatību. Lielāko Saules iekārta ar parabolisku spoguļi 10 m diametrā uzstādīja 1946. gadā Taškentā. Spogulis fokusē Saules starus uz heliokatlu, un tā iegūst tvaiku (200°C temperatūra un 5—6 atmosfēru spiediens), ko izmanto ražošanas iekārtās. Ar šādu heliokatlu destilētu ūdeni varētu iegūt lielos daudzumos.

Dažos Karakuma rajonos ir ļoti labas ganības. Tur varētu audzēt karakula aitas, bet nav atrisināts jautājums, kā iegūt dzeramo ūdeni aitām. Šeit varbūt tiešām būtu noderīgi heliokatli, kuros destilētu ūdeni aitu dzirdināšanai varētu iegūt pietiekamā daudzumā.

Saules enerģiju izmanto arī ledus ražošanai saldētavās. Taškentā ir uzcelta amonjaka absorbcijas sal-

22. att. Saules krāsns Maskavas planetārija.



detava, kura darbojas ar tvaiku, kas nāk no heliokatla. Ar heliokatlu, kura spoguļa virsmas laukums ir 78 m^2 , iegūst līdz 300 kg ledus dienā.

Sevišķi ievērojamas ir Saules krāsnis, kurās var iegūt ļoti augstas temperatūras $3000\text{--}4000^\circ\text{C}$. Saules krāsnis lieto metālu kausēšanai. Lielākā Saules krāsns pasaulē uzcelta Mon-Lui, Pireneju kalnos, kur paraboliska atstarotāja virsmas platība sasniedz 90 m^2 . Šinī iekārtā var kausēt alumīnija oksīdu, kvarcu, litānu u. c. materiālus ar augstu kušanas temperatūru.

Vēl lielākas iekārtas ir Saules

stacijas, kuras labi izmantot dienvidu rajonos, jo tur pusdienas laikā 1 m^2 liels laukums, kas vērstš perpendikulāri Saules stariem, stundā saņem 700 kkal , t. i., ap $0,8 \text{ kw}$.

1946. gadā N. Liņickis ieteica Saules stacijas shēmu. Saules starus no vairākiem atstarotājiem fokusē uz katlu, kas uzstādīts augstā tornī, tā iegūstot tvaiku. Griezot turbīnu, tvaiks dos elektroenerģiju, bez tam šo tvaiku tālāk varēs izmantot augļu žāvēšanai, vasarā saldētavās un ziemā telpu apsildīšanai.

Ar termoelementu un fotoelementu Saules enerģiju var tieši pārvērst elektriskajā enerģijā. Vairākus

termoelementus apvienojot baterijās, iegūst termogeneratoru. ASV dažādu fotoelementu baterijas izlieto akumulatoru uzlādēšanai telefonu tīklā lauku rajonos. Līdzīgu iekārtu varētu izmantot apgaismošanai. Fotoelementus izlieto arī ZMP Saules baterijās. Tās darbina raidītājus, kas noraida signālus uz Zemi.

Helioiekārtām paveras arvien plašākas perspektīvas un tām būs liela nozīme nākotnē.

B. Sala, L. Kondraševa

DAŽOS VĀRDOS

Veģetācija uz Marsa. Marsa lielās opozīcijas laikā 1956. gadā Harvards observatorijā (ASV) izdevās uzņemt Marsa spektru, kura infrasarkanajā daļā (viļņu garums $\lambda = 3,4\mu$) bija saskatāma intensīva absorbcijas josla. Tā atbilst oglekļa—ūdeņraža savienojumiem, kas sastopami visās Zemes organiskajās molekulās. 1958. gada Marsa opozīcijas laikā tādi paši uzņēmumi bija iegūti Palomara kalna observatorijā ar 5 m spoguļa teleskopu. Ar to varēja atsevišķi izpētīt Marsa tumšos un gaišos apgabalus, pie kam tika konstatēts, ka minētā absorbcijas josla parādās tikai tumšajos apgabalos. Zemes apstākļos ļoti līdzīgu spektru dod samērā sausas lapas, sūnas un ķerpiņi.

*

Pirmā padomju mākslīgā planēta ap Sauli riņķo kopš 1959. gada 3. janvāra. Šī gada aprīlī, t. i., ap-

mēram pēc 15 mēnešiem, planēta veica pirmo apgriezieni, sasniedzot atkal to vietu, kurā tā iegāja orbitā. Zemes un mākslīgās planētas apgriešanās periodi ap Sauli ir dažādi, tāpēc mākslīgā planēta vistuvāk Zemei nonāk samērā reti. Nākošās «tuvošanās» notiks 1975., 2028. un 2044. gadā. Taču arī tad mākslīgā planēta atradīsies pāris simt miljonu kilometru attālumā no Zemes.

Magnētiskās zvaigznes. Pēdējos gados astronomi atklājuši gandrīz 100 zvaigžņu, ap kurām pastāv ievērojams magnētiskais lauks. Sīkāki pētījumi rāda, ka vairākām šādām zvaigznēm magnētiskais lauks periodiski mainās, pie kam ar tādu pašu periodu mainās arī zvaigznes spožums. Pastāv uzskats, ka magnētiskā lauka un spožuma maiņai ir viens kopējs cēlonis — svārstības, kas periodiski norisinās zvaigznes iekšienē.

I. Daube

KAS NOTIKS TURPMĀK AR STARPTAUTISKAJĀ ĢEOFIZISKAJĀ GADĀ (SGG) IEGŪTO NOVEROJUMU MATERIĀLU?

Milzu zaudējumus zinātnei var nodarīt trūkumi starptautiskajā zinātniskajā informācijā un darba koordinācijā, no jauna radot jau izveidotas teorijas, atkārtojot svešas kļūdas. Nezinot citu tautu zinātnieku darbu un tā rezultātus, samazinās zinātnes attīstības temps. Nepietie-

kamas starptautiskas informācijas dēļ ģeofizikā, astronomijā un citās zinātnes nozarēs trūkst vienveidīgu novērojumu un mērījumu par attiecīgo objektu.

Līdz SĢG, tā laikā un pēc tā darbojas vairākas starptautiskas zinātniskas organizācijas (piem., Starptautiskā astronomijas savienība (IAU), dibināta 1919. g., Starptautiskā ģeodēzijas un ģeofizikas savienība (IUGG), dibināta 1919. g., u. c.).

SĢG ir visplašākais starptautiskais pasākums zinātnisko darbu koordinēšanā. Saprotais, tik plašu darbu var vadīt tikai viena organizācija. To veica SĢG Speciālā komiteja. SĢG pirmais posms ietvēra programmas izstrādāšanu, kā arī staciju, observatoriju un ekspedīciju sagatavošanu saskaņotiem novērojumiem. Bez šī posma 1957. gada 1. jūlijā nevarētu sākt gigantisko kopīgo pasākumu. Otrais posms aptvēra 30 novērošanas mēnešus un iepriekšēju datu apstrādi. Tad arī iegūtos rezultātus iesniedza attiecīgajos pasaules centros.

SĢG ir pierādījis, ka, apvienojot dažādu zemju spēkus, zinātnes iespējas strauji pieaug. SĢG idejas ieguvušas plašu popularitāti un tagad ir dažādu tādu starptautisku vienošanos pamatā, kam nav sakara ar ģeofiziku (piem., starptautiskais

medicīnas gads). SĢG sāk jau nest augļus — katru mēnesi un gadu parādās jauni atklājumi ģeofizikā un tai radniecīgajās zinātnēs. Sabiedrību interesē šī lielā pasākuma tālākais liktenis.

SĢG trešais posms ietver datu publikāciju, atsevišķu zinātnisku sacerējumu iespiešanu un publicēšanu. Šajā posmā sevišķi svarīgi, lai darbu koordinētu viena organizācija. To veica SĢG Speciālā komiteja, kuras sastāvā bija pārstāvji no visām ieinteresētajām organizācijām.

Komitejai darbs bija jāturpina vismaz līdz 1962. gadam, bet to likvidēja jau 1959. gada vidū dažādu motivētu un nemotivētu iemeslu dēļ. Sakarā ar to 1959. gada rudenī nodibinājās komiteja pie Starptautiskās ģeodēzijas un ģeofizikas savienības, kas uzņemās visas saistības, lai normāli funkcionētu pasaules centri, lai paātrinātu datu ātrāku un efektīvāku zinātnisku izmantošanu, publicētu datus u. c. kā arī izstrādātu plānus starptautiskas sadarbības koordinēšanā ģeofizikā un ar to saistītās zinātnēs SĢG iegūtās pieredzes gaismā. Šis komitejas prezidents ir PSRS ZA korespondētājloceklis V Belousovs.

E. Kaupuša

OBSERVATORIJAS UN ASTRONOMI

N. CIMAHoviČA

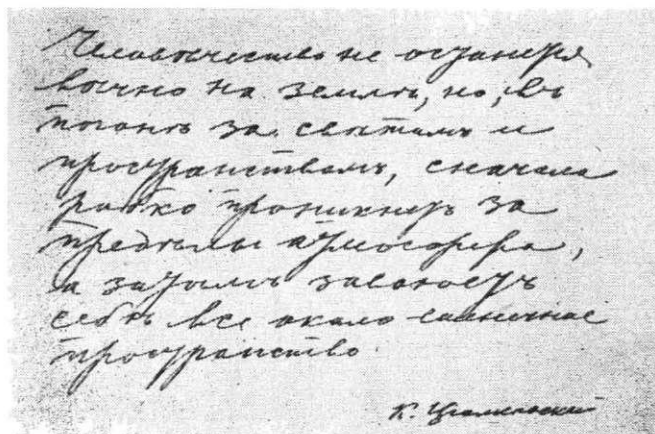
KOSMONAUTIKAS PAMATLICĒJS

19. septembrī pāiet 25 gadi, kopš miris kosmonautikas pamatlicējs K. Ciolkovskis. Visu savu mūžu viņš veltīja kosmisko ceļojumu problēmām, izstrādādams gan raķešu dzineju teorijas pamatus, gan izdarīdams daudzus eksperimentus ar raķetēm un citiem lidaparātiem. Ciolkovskis izstrādāja arī sīku kosmiskās telpas apgūšanas programmu, kurā pirmām kārtām paredzēja lielu Zemes mākslīgo pavadoņu būvi. Ciolkovskis nešaubīgi ticēja cilvēka prāta varenībai. 1911. gadā viņš teica: «Cilvēce nepaliks mūžīgi uz Zemes, bet, dzenoties pēc gaismas un telpas, vispirms kautrīgi izkļūs ārpus atmosfēras robežām, bet pēc tam iekaros sev visu Saules apkārtni.»

K. Ciolkovskis dzimis 1857. gadā mežsarga ģimenē. 10 gadu vecumā pēc slimības viņš gandrīz pilnīgi zaudēja dzirdi, tādēļ nepiedalījās savu biedru rotaļās, bet nodarbojās, taisīdams dažādas mehāniskas rotaļlietas. 16 gadu vecumā Ciolkovskis devās uz Maskavu, kur pašmācības ceļā apguva vidusskolas un augstskolas kursu fizikas un matemātikas zinātnēs. Savus nelielos līdzekļus viņš izlietoja dažādiem eksperimentiem. Vēlāk Ciolkovskis nolika eksterna eksāmenus skolotāja tiesību iegūšanai un sāka strādāt par skolotāju Kalugas guberņā. Vienlaikus viņš arī pievērsās nopietnam zinātniskam darbam. Ciolkovska pirmais darbs bija par gāzu kinētisko teoriju. Diemžēl, dzīvodams provincē, viņš nezināja, ka šī teorija ir jau izstrādāta. Pēc tam viņš uzrakstīja darbu par dzīva organisma mehāniku. Šis darbs guva labvēlīgu ievērojama zinātnieka Sečenova atsaucsmi, un Ciolkovskis tika uzņemts par biedru Krievijas fizikas—ķīmijas biedrībā.

Ciolkovska intereses jau kopš jaunības bija pievērstas cilvēces nākotnes perspektīvām. Tāpēc viņš izstrādāja kosmonautikas teoriju un veica šai nozarei arī daudzus eksperimentus. Vēl viņu nodarbināja problēma par cilvēka izmantojamiem enerģijas avotiem. Degvielu resursi uz Zemes ir ierobežoti, un cilvēku darbības rezultātā Zemes enerģijas krājumi tiek pamazām izsēti pasaules telpā. Ciolkovskis bija pārliecināts, ka Visumā

23. att. K. Ciolkovskis 1910. gadā.

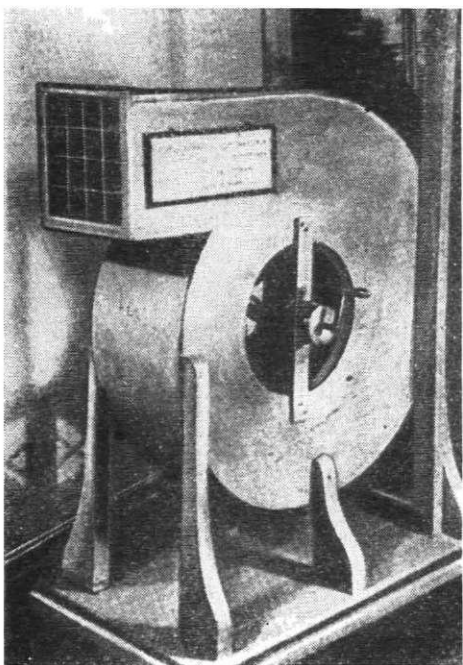


24. att. K. Ciolkovska rokraksts.

ir arī tādas vietas, kur enerģija atkal koncentrējas. Tāpēc nepareizas ir teorijas par siltuma nāvi Visumā un cilvēces bojā eju. Ciolkovskis uzskatīja, ka dabā notiek ne vien vielas, bet arī enerģijas riņķojums un nemitīga atjaunošanās. Ar šo problēmu Ciolkovskis nodarbojās visu mūžu, taču paspēja izstrādāt tikai sava uzskata pamatprincipus.

80. gadu sākumā Ciolkovskis pievērsās konkrētām aerodinamikas un raķešu kustības problēmām. 1887. gadā viņš publicēja darbu «Aerostata teorija un eksperimenti», kurā zinātniski pamatoja konstrukciju gaisa kuģim ar metala apvalku, klāt pievienojot arī tehniskus zīmējumus. Ciolkovska izstrādātais gaisa kuģa projekts bija daudz labāks par citiem tā laika projektiem. Viņš bija arī pirmais, kas matemātiski aprēķināja gaisa kuģa ģeometrisko formu un tā plānā apvalka stiprību. Tomēr šie darbi cariskās Krievijas apstākļos neguva atzišanu. Viņam nedeja pat naudu gaisa kuģa modeļa būvei; tāpat kā agrāk, visus savus eksperimentus viņam vajadzēja izdarīt par saviem līdzekļiem. 1892. gadā Ciolkovskis pārcēlās uz Kalugas pilsētu, kur sāka strādāt par fizikas un matemātikas skolotāju ģimnāzijā un sieviešu garīgajā skolā. Kalugā viņš sāka nodarboties ar lidaparātiem, kas smagāki par gaisu. Viņš izstrādāja konstrukciju aeroplānam, kura forma līdzīga putna ķermenim. Šāda profila lidmašīnas parādījās tikai pēc 15 gadiem.

Ciolkovskis ir arī eksperimentālās aerodinamikas pamatlicējs. Viņš uzbūvēja Krievijā pirmo aerodinamisko cauruli, kurā noteica dažādas formas ķermeņu gaisa pretestību. Šim darbam viņš saņēma nelielu Zinātņu akadēmijas subsīdiju — 470 rubļus. Tā bija vienīgā palīdzība, ko zinātnieks saņēma no cariskās valdības. Pat savus zinātniskos darbus publicēt viņam nācās par saviem līdzekļiem. Līdz Oktobra revolūcijai Ciolkovskim izdevās iespiest mazāk par 50 no saviem darbiem, bet 80 darbi bija pa-



25. att. K. Ciolkovska uzbūvētā aerodinamiskā caurule.

26. att. K. Ciolkovskis atpūtas brīdī.



likušī rokkrakstā. Viņa darbus Krievijā neviens neievēroja, bet ārzemnieki noklusēja. Zinātnieks tomēr nepagura. Sevišķi smagos apstākļos, cīnīdamies ar trūkumu, viņš turpināja meklēt jaunus ceļus aeronautikā. Savu pētījumu rezultātā viņš nonāca pie atziņas, ka Zemes gravitācijas spēku var pārvarēt vienīgi ar raķešu dzinēja palīdzību. Šim Ciolkovska darbam ir kardināla nozīme mūsdienu kosmonautikā — pasaules telpas apgūšanai tagad lieto tikai raķetes. Savas pamatidejas šai nozarē viņš publicēja rakstā «Pasaules telpas izpētīšana ar reaktīvajām ierīcēm», kas tika iespiests 1903. gadā žurnālā «Научное обозрение». Šai darbā Ciolkovskis deva raķetes lidojuma teoriju ar klasisko raķetes kustības formulu un pamatoja iespēju lietot reaktīvos lidaparātus starpplanētu satiksmei. Minētajā rakstā izvirzītās idejas Ciolkovskis vēlāk jo plaši attīstīja savos turpmākajos darbos. Ciolkovskis ar saviem darbiem šai nozarē nodibināja pilnīgi jaunu teorētiskās mehānikas nozari.

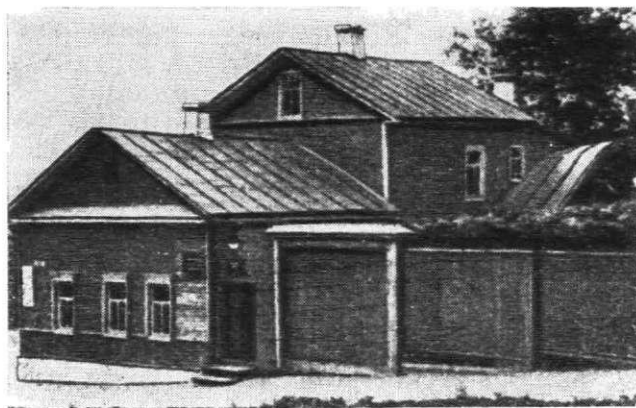
Ciolkovskis arī sīki izstrādāja kosmosa apgūšanas programmu. Jau 1895. gadā viņš savā darbā «Сapņи пар Zemi un debesīm» norādīja, ka

pirmais solis kosmosā būs Zemes mākslīgie pavadoņi. Ciolkovskim arī pieder ideja par vairākpakāpju raķetēm. Lielo zinātnieku viņa laikabiedri uzskatīja par fantastu, kas nodarbojas ar nereālām lietām. Bet Ciolkovskis bija stingri pārliecināts par savu ideju pareizību. Viņš turpināja neatlaidīgi strādāt un centās arī popularizēt savus darbus. Ciolkovskis ir uzrakstījis vairākus interesantus un saistošus zinātniski fantastiskus stāstus, kuros apraksta lidojumu uz Mēnesi, apstākļus, kādi valda starplanētu kuģī, un dzīves apstākļus uz Mēness un citām planētām.

Krass pagrieziens Ciolkovska dzīvē notika pēc Lielās Oktobra sociālistiskās revolūcijas. Padomju valdība pareizi novērtēja sirmā zinātnieka darbu svarīgumu. Viņam tika sagādāti normāli darba apstākļi, kā arī piešķirti līdzekļi eksperimentēšanai. Ciolkovskim radās daudz sekotāju un skolnieku. Šie bija zinātnieka ražīgākie dzīves gadi: ik gadus viņš sarakstīja vairāk nekā 20 darbu. Lai pagūtu izdarīt pēc iespējas daudz, viņš ievēroja ļoti stingru dzīves režīmu un centās veltīgi netērēt nevienu minūti. Pat nopietni saslimis, viņš centās to slēpt un neatrāvās no sava darba.

Nedēļu pirms savas nāves Ciolkovskis uzrakstīja vēstuli Partijas Centrālajai Komitejai, kurā novēlēja visus savus darbus Komunistiskajai partijai un Padomju valdībai.

Sodien viena pēc otras piepildās visas Ciolkovska idejas. Ap Zemi riņķo mākslīgie pavadoņi, uz Mēnesi dodas kosmiskās raķetes, tuvojas brīdis, kad kosmosā dosies pats cilvēks. Un prioritāte pasaules telpas apgūšanā pieder Ciolkovska dzimtenei.



27. att. K. Ciolkovska māja-muzejs Kalugā.

Šī gada 19. septembrī paiet 250 gadu kopš izcilā dāņu astronoma Oles Rēmera (Roemer) nāves. Šai dienā O. Rēmeru atceras visa zinātniskā pasaule, jo ar viņa vārdu 17. gs. beigās un 18. gs. sākumā saistās daudz ievērojamu atklājumu.

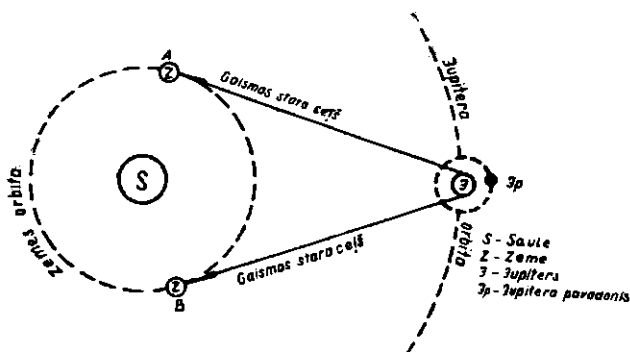
O. Rēmers dzimis 1644. gada 25. februārī. Jau skolas gados viņš interesējās par astronomiju, taču, kad iestājās Kopenhāģenas universitātē, studēja galvenokārt fiziku pie tajā laikā ievērojamā fiziķa Erazma Bartolini, jo Dānijā toreiz nebija kur nodarboties ar astronomiju. Slavenā Tiho Brahes observatorija Uraniborga Gvenas salā jau sen gulēja drupās, bet citu observatoriju Dānijā nebija.

O. Rēmera dzīvē ļoti nozīmīga bija iepazīšanās ar franču zinātnieku J. Pikaru (Picard), kas bija kļuvis slavens ar saviem darbiem Zemes izmēru noteikšanā. 1671. gadā Pikars ieradās Dānijā, lai izpētītu Uraniborgas drupas un savāktu visu vērtīgo, kas būtu saglabājies. O. Rēmers viņam šai darbā palīdzēja. Pikars iedraudzējās ar zinātkāro un apdāvināto jaunekli un pierunāja viņu braukt līdz uz Parīzi. Tajā pašā gadā O. Rēmers aizbrauca Pikaram līdz un kļuva par asistentu jaundibinātajā Parīzes observatorijā. Parīzes observatoriju tajā laikā vadīja viens no pazīstamākajiem 17. gs. astronomiem-novērotājiem — D. Kasini (Cassini). O. Rēmers daudz ko mācījās un aizguva no D. Kasini kā novērotāja. Taču pretstatā D. Kasini, kas bija fanātisks katolis un ar atpalikušiem uzskatiem zinātnē (viņš, piem., noliedza pat I. Ņūtona atklātā vispasaules gravitācijas likuma esamību), O. Rēmeram bija daudz progresīvāki uzskati, un tas drīz vien palīdzēja viņam izdarīt vienu no saviem izcilākajiem atklājumiem. Runa ir par gaismas izplatīšanās ātruma noteikšanu.

O. Rēmers kopā ar D. Kasini novēroja Jupitera pirmā pavadoņa aptumsumus un atklāja, ka tie neatkārtojas stingri periodiski. Pētot šo savādo parādību, O. Rēmers noskaidroja, ka vienā Zemes pusgadā laika periodi starp diviem sekojošiem aptumsumiem ir īsāki, bet nākošajā pusgadā garāki. O. Rēmers pareizi secināja, ka šī parādība izskaidrojama nevis ar Jupitera pavadoņa kustības neregularitāti, bet tās cēloņi ir gaismas izplatīšanās ar galīgu ātrumu. Jāpiezīmē, ka līdz tam valdīja uzskats, ka gaisma izplatās acumirkli, t. i., tās ātrums ir bezgalīgi liels.

Tiesām, ja gaismas izplatīšanās ātrums ir galīgs, tad (Zemei kustoties pa savu orbītu projām no Jupitera) gaismas staram, kas nāk no Jupitera, Zeme punktā *A* ir jāpanāk (skat. 28. att.). Līdz ar to laika intervāls starp diviem sekojošiem pavadoņa aptumsumiem (apzīmēsim to ar T') būs lielāks nekā patiesais aptumsuma periods T_0 par laika intervālu t , t. i.,

$$T' = T_0 + t,$$



28. att. Gaismas izplatīšanās ātruma noteikšana pēc O. Rēmera metodes.

kur t ir laiks, kāds nepieciešams gaismai, lai noskrietu ceļu, kuru Zeme nogājusi pa savu orbītu laikā T_0 . Ja Zemes kustības ātrums ir v un gaismas izplatīšanās ātrums c , tad

$$t \cdot c = v \cdot T_0 \text{ un}$$

$$t = \frac{v}{c} T_0.$$

Ja Zeme atrodas savas orbītas punktā B un kustas Jupitera virzienā, tad, līdzīgi spriežot, atradīsim, ka pavadoņa aptumsuma periods samazināties un

$$T'' = T_0 - t = T_0 - \frac{v}{c} T_0.$$

No abiem novērojumiem arī var konstatēt, ka

$$c = \frac{T' + T''}{T' - T''} \cdot v.$$

Tātad, zinot maksimālo un minimālo aptumsuma periodu T' , T'' un Zemes kustības ātrumu v , varam aprēķināt gaismas izplatīšanās ātrumu c .

Tādā veidā O. Rēmers aprēķināja, ka $c = 215\,000$ km/sek. Mūsu dienās astronomiskās gaismas izplatīšanās ātruma c mērīšanas metodes dod $c \approx 300\,000$ km/sek (piem., zvaigžņu aberācijas mērījumi)

Atšķirība starp O. Rēmera iegūto c un mūsu dienās iegūtajām c vērtībām izskaidrojama ar nepietiekami precīzām laika intervālu T' un T'' mērīšanas metodēm, kā arī ar ne visai precīzo v vērtību, kuru O. Rēmers izmantojis savos aprēķinos.

Pirmo reizi par savu atklājumu O. Remers ziņoja Parīzes Zinātņu akadēmijas sēdē 1675. gada 22. novembrī. Bez tam šim jautājumam viņš veltīja vairākas publikācijas, kas iespiestas «Parīzes Zinātņu akadēmijas vecos memuāros» 1. un 10. daļā.

Gaismas izplatīšanās ātruma noteikšanai bija liela nozīme, jo tā neapgājami pierādīja, ka gaismas izplatīšanās ātrums, lai gan ir ļoti liels, tomēr ir galīgs. Tas satricēja minēto uzskatu, ka gaisma izplatās momentāni. Būtu pieticis tikai šī atklājuma, lai O. Rēmera vārds uz mūsu paliktu izcilāko astronomu sarakstā, taču ar to vien O. Rēmera darbība neaprobežojās.

O. Rēmers daudz nodarbojās arī ar mehānikas problēmām, sevišķi ar mašīnu un mehānismu teoriju. Viņš, piemēram, pētīja tādas zobratu sistēmas, kas darbotos ar vismazāko berzi. 1676. gadā O. Rēmeram izdevās pierādīt, ka vismazāko berzi zobratos rada epīcikloidiskie zobi. Sakarā ar šiem O. Rēmera atklājumiem viņu 1677. gadā ievēlēja par Parīzes Zinātņu akadēmijas īsteno locekli.

1681. gadā O. Rēmers atgriezās Dānijā un kļuva par matemātikas profesoru Kopenhāgenas universitātē. O. Rēmers daudz darījis, lai veicinātu astronomijas attīstību Dānijā. Viņš nodibināja Kopenhāgenas observatoriju, būdams tās direktors līdz pat sava mūža beigām. Pateicoties O. Rēmera pūlēm, Kopenhāgenas observatorija drīz vien kļuva par ievērojamu astronomijas attīstības centru. Sajā laikā viņš lielu vērību veltīja astronomiskās novērošanas tehnikas uzlabošanai, galvenokārt instrumentu konstrukcijai. Instrumentu konstruēšanā O. Rēmers parādīja lielu talantu. Viņš izgudroja pasāžinstrumentu (astronomiskais instruments, ko lieto precīzai laika noteikšanai pēc zvaigžņu kulminācijām), meridiānriņķi (astronomisks instruments, ko lieto precīzai zvaigžņu koordinātu noteikšanai), uzlaboja mikrometru, kā arī izgudroja vēl citus instrumentus, kuri toreiz ļoti atvieglāja un padarīja precīzāku astronomu-novērotāju darbu, bet mūsu dienās jau zaudējuši savu nozīmi.

O. Rēmers ar savu instrumentu palīdzību noteica koordinātes apmēram 1000 zvaigznēm. O. Rēmers centās noteikt arī zvaigžņu paralakses, taču šie mēģinājumi nebija sekmīgi, galvenokārt neprecīzās mērīšanas tehnikas dēļ. Par nožēlošanu, lielākā daļa O. Rēmera koordinātu novērojumu pēc viņa nāves gāja bojā ugunsgrēkā 1728. gadā. Atlikušo daļu astronoms T. Maiers vēlāk izmantoja dažu zvaigžņu īpatnējo kustību noteikšanai.

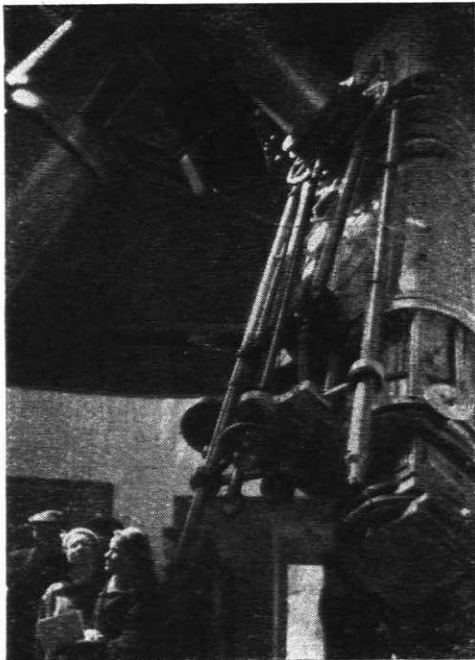
Jāatzīmē, ka O. Rēmers bija arī ievērojams sabiedriska darbinieks. 1705. gadā O. Rēmeru ievēlēja par Kopenhāgenas birģermeistaru. Būdams birģermeistara amatā, O. Rēmers daudz pūļu veltīja, lai dzimtā pilsēta Kopenhāgena kļūtu vēl krāšņāka, tās ekonomiskā dzīve vēl pilnīgāka. Birģermeistara amatā O. Rēmers palika līdz pat savai nāvei — 1710. gada 19. septembrī.

UKRAINAS LIELĀKAJĀ ASTRONOMISKAJĀ OBSERVATORIJĀ

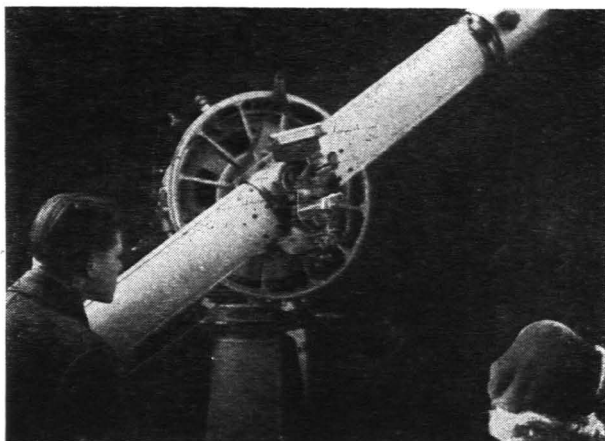
Kijevas pievārtē, ap 17 km uz dienvidaustrumiem no Ukrainas galvaspilsētas, atrodas Ukrainas Zinātņu akadēmijas Galvenā astronomiskā observatorija. Šī gada pavasarī Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības 3. kongresa dalībniekiem bija izdevība apskatīties svarīgākos šīs observatorijas astronomiskos instrumentus.

Observatorijas būvei paredzētajā laukumā — Golosejevas meža vidū — pirmie instrumenti novietoti un novērojumi sākti jau 1949. gadā. Kopš šī laika Ukrainas Zinātņu akadēmijas astronomu instrumentālā bāze ir lēni, bet noteikti augusi un mūsu apmeklējuma laikā tā jau bija kļuvusi par nozīmīgu observatoriju visas Padomju Savienības mērogā.

Lielākais no instrumentiem, kas iekļauti ikdienas novērojumu darba ritmā, ir t. s. lielais astrografs (29. att.). Tas ir samērā vecs Tepfera un Steinheila firmu izgatavots teleskops, kas agrāk atradies Berlīnes Bābelsbergas observatorijā. Astrografs sastāv no trim stobriem, ko



29. att. Lielais astrografs.

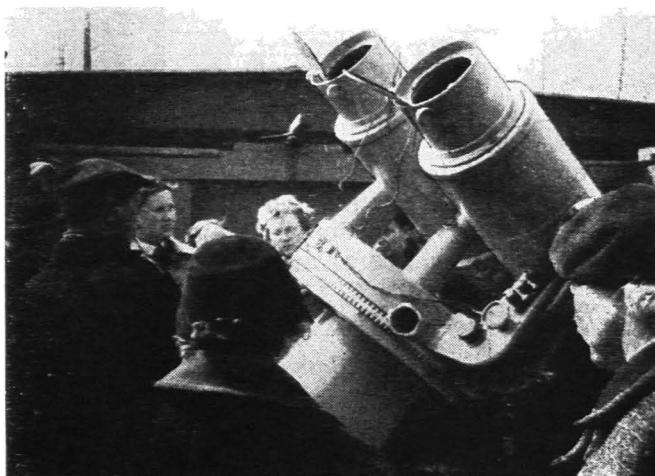


30. att. Lielais vertikālriņķis.

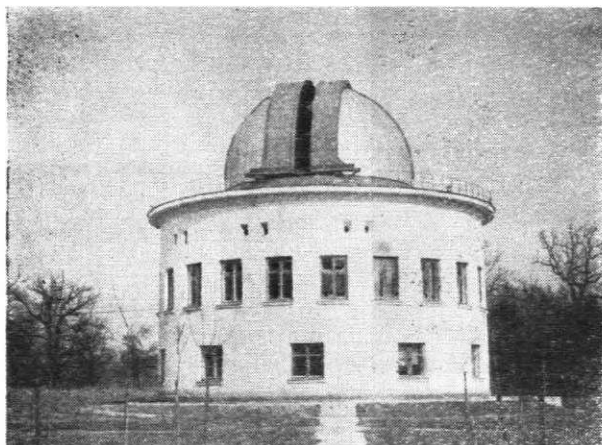
aptver viena kopēja čaula. Vienā stobrā ir Šteinheila fotografiskais objektīvs ar diametru 400 mm, bet otrā — vizuāls 300 mm gida objektīvs. Trešais stobrs nekad nav bijis izmantots. Tajā objektīva nav. Abu minēto objektīvu fokusu attālums ir 5,5 m. Ar lielo astrografu regulāri fotografē Mēnesi, kā arī 10 spožākās mazās planētas.

Lielais vertikālriņķis (30. att.) ir lielākais šāda tipa astronomiskais instruments Padomju Savienībā. To izgatavojusi Vanšafa firma Berlīnē 1914. gadā. Pavisam pasaulē ir trīs šādi instrumenti. Teleskopa fokusa garums ir 2,5 m, objektīva diametrs — 190 mm. Ar šo instrumentu nosaka precīzus zvaigžņu stāvokļus, ko izmanto t. s. fundamentālajos zvaigžņu katalogos, kā arī pēti ģeogrāfiskā platuma izmaiņas.

Divkameru astrografu (31. att.) konstruējis N. Ponomorevs. Tas izgatavots Padomju Savienības rūpnīcās un observatorijā uzstādīts 1950. gadā. Kamerām ir vienādi «Industar-21» tipa objektīvi ar 120 mm

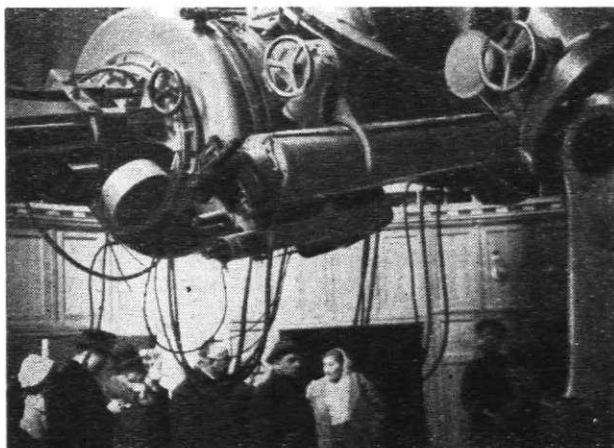


31. att. Divkameru astrografs.



32. att. Eka, kurā atrodas
reflektora tālskatis.

33. att. Ekskursantu
grupa pie reflektora tāl-
skata.



diametru un 700 mm fokusa attālumu. Kameras ir grozāmas ap deklināciju asi, tādēļ ar tām var fotografēt vai nu vienlaicīgi divus dažādus apgabalus, vai arī ar abām kamerām vienu debess apgabalu. Ar šo instrumentu veic masveidīgus zvaigžņu spožumu un krāsu mērījumus.

Hromosfēras un fotosfēras teleskops sācis darboties pēc Starptautiskā ģeofiziskā gada Saules novērojumu programmas. Šī teleskopa

īpatnība ir kinokamera, kas automātiski ik pēc dažām sekundēm izdara Saules atmosfēras ārējo slāņu fotouzņēmumus. Ar instrumentu tāād nepārtraukti seko procesiem Saules atmosfērā.

Trīskameru astrografs tagad gan patiesībā būtu saucams par pieckameru astrografu, jo te uz viena statīva samontēti pavisam pieci teleskopu stobri. Tas konstruēts pašā observatorijā un sākotnēji bijis domāts 1954. gada 30. jūnija pilnā Saules aptumsuma novērošanai. Ar šī instrumenta kamerām tagad veic zvaigžņu fotografēšanu, lai precīzi noteiktu to spožumu un krāsu. Ar šo instrumentu izdarīti arī Marsa novērojumi lielās opozīcijas laikā.

Lielā cilindriskā celtnē ar sudrabotu kupolu (32. att.) atrodas modernākais un grandiozākais Golosejevas observatorijas teleskops. Tas ir pašu zemē ražotais un tikko šogad uzstādītais reflektora tālskats, kura galvenā paraboliskā spoguļa diametrs ir 70 cm (33. att.). Šis ir universāls instruments, ar kuru var strādāt dažādās optiskās sistēmās. Ar to Ukrainas astronomi gatavojas veikt svarīgus pētījumus astrofizikas laukā. Novēlēsīm viņiem labus panākumus senajā, bet tagad no jauna atdzimušajā kosmosa pētišanas darbā.



AMATIERU NODAĻA

Z. KAULIŅA

NOVĒROSIM METEORUS!

Mūsu dienās tehnika sasniegusi augstu attīstības līmeni. Astronomiskajos novērojumos izmanto arvien spēcīgākus optiskos instrumentus, tāpat arī radiolokācijas metodes rod jo dienas, jo plašāku pielietojumu. Nav tālu tā diena, kad varēs veikt sistemātiskus novērojumus virs Zemes atmosfēras blīvajiem slāņiem. Neraugoties uz to, sistemātiski un rūpīgi veikti novērojumi ar neapbruņotu aci var dot vērtīgu ieguldījumu dažādu astronomisku problēmu risināšanā.

Liela nozīme ir meteoru plūsmu novērošanai ar neapbruņotu aci. Kā zināms, komētas, riņķojot ap Sauli, pamazām sairst. Zeme, šķērsojot šādas komētas orbītu, iziet cauri sīko daļiņu spietam. Šīs daļiņas, iedrāžoties lielā skaitā un ar lielu ātrumu Zemes atmosfērā, rada mums pazīstamo zvaigžņu lietus parādību.

Meteoru uzskaitē plūsmas laikā dod iespēju noteikt plūsmas blīvumu, meteora ķermeņa ātrumu, radiantu un plūsmas orbītu. Ielidojot atmosfērā, meteoru ķermeņi jonizē tās augšējos slāņus. Noskaidrojot plūsmas intensitāti, var iegūt ziņas par to, kāda loma atmosfēras jonizācijā ir meteoru ķermeņiem, salīdzinot ar Saules starojuma iedarbību.

Nosakot meteoru augstumu un novērojot to spožumu, var iegūt ziņas par atmosfēras augstumu un blīvumu meteoru uzliesmošanas zonā.

Vizuāliem meteoru novērojumiem rūpīgi jāsaprotas. Iepriekš jāpamācās noteikt meteoru spožumus pēc zināmo zvaigžņu spožuma. To var veikt, sākumā vingrinoties noteikt spožumu tām zvaigznēm, kurām novērotājs spožumu nezina. Tāpat pirms novērojumu sākšanas nepieciešams pamācīties novērtēt meteora lidojuma ilgumu sekunžu daļās. Iepriekš jāsaprot arī laukums vai platforma novērojumiem, ja tie notiek, piemēram, uz skolas vai dzīvojamās mājas jumta. Novērošanas vieta jāizvēlas tā, lai debesis būtu pilnīgi atsegtas un novērotāju netraucētu mākslīgs apgaismojums. Lai novērotājs koncentrētu uzmanību vienā noteiktā rajonā, ieteicams uzstādīt riņķveidīgu rāmi 4—5 m augstumā ar 4,5 m lielu rādiusu. Šim rāmim

jāietver rajons, kurā atrodas plūsmas radiants. Nav nozīmes izdarīt novērojumus zemāk par 30° virs horizonta. Vēlams, lai norobežotā redzes lauka centrā atrastos radiantom tuvu esoša spoža zvaigzne. Īpaši labus rezultātus var iegūt, ja vienu un to pašu rajonu novēro viens no otra neatkarīgi vairāki novērotāji. Tādā gadījumā katram novērotājam vajadzīgs savs rāmis. Novērojumus ieteicams izdarīt tuvu plūsmas radianta kulminācijas brīdīm. Tie jāturpina vismaz 2 stundas ar 10 minūšu pārtraukumu ik pēc stundas vai katrām 45 min. Novērojumi jāveic skaidrās bezmēness naktīs vai bezmēness stundās. Pirms novērošanas jānosaka pulksteņa korekcija ar precizitāti līdz 1 min. Tāpat jā sagatavojas pierakstišanai tumsā, ja nav īpaša palīga, kas veic sekretāra pienākumus. Pieraksta lapiņu sagatavo, salokot to vienā virzienā pierakstam nepieciešamā platumā, lai uz katra locījuma pierakstītu šādas nepieciešamas ziņas:

- 1) meteora uzliesmošanas momentu ar precizitāti līdz 1 min;
- 2) meteora spožumu, kas izteikts zvaigžņu lieluma klasēs ar precizitāti līdz 0,5 zv. liel.;
- 3) meteora ceļa garumu grados (leņķisko attālumu no sākuma momenta līdz beigu momentam);
- 4) lidojuma ilgumu;
- 5) kvadrantu un virzienu;
- 6) meteora ceļu starp zvaigznēm;
- 7) piederību plūsmai.

Jāparedz vieta arī piezīmēm.

Meteora lidojuma virziena atzīmēšanai ieteicams domās novietot pulksteņa ciparnīcu norobežotā redzes laukā tā, lai tās centrs sakristu ar novērojamā apgabala centrālo zvaigzni, tad meteora ceļš izsakāms ar stundu skaitļu apzīmējumiem. Piemēram, 5 nozīmētu to, ka meteora ceļa virziens bijis gandrīz no augšas uz leju. Atzīmējot meteora kustības ceļu, kvadrantu apzīmējumos arī visu redzes lauku domās salīdzina ar pulksteņa ciparnīcu. Tad I kvadrants atbilst no 12 līdz 3; II — no 3 līdz 6; III — no 6 līdz 9; IV — no 9 līdz 12. 6. ailē jāatzīmē, kā meteors kustējies attiecībā pret redzes lauku, lietojot šādus apzīmējumus:

- 1) uzliesmojums sākās un beidzās norobežotā apgabalā ++;
- 2) uzliesmojums sākās norobežotā apgabalā, beidzās ārpus tā +—;
- 3) iedrās norobežotā apgabalā —+;
- 4) iezīmēts meteors, kura ceļš šķērsoja visu redzes lauku — —.

Pēdējais attieksies uz meteoriem, kuru lidojuma ilgums sasniedz dažas sekundes. 7 ailē jāatzīmē, vai meteors pieder pie pētījamās plūsmas vai nē. Piezīmju daļā atzīmē sevišķas parādības, piemēram, spoža meteora pēdas dreifis, ja tas pamanīts. Nepieciešami arī atzīmēt laika apstākļu maiņas. Augšā norādītās ziņas tūlī pēc novērojuma beigšanas no lapiņām, ko izmantoja nakts pierakstā, jāpārraksta speciālā žurnālā.

Žurnāls meteoru novērošanai

Novērošanas vieta

Organizācija

Novērotājs .

Datums

Nr. p. k.	Pasaules laiks		Zvaigžņu redzamais lielums klasēs	Ceļa garums grados	Lidojuma ilgums	Kvadrants un virziens	Stāvoklis	Piederība plūsmai	Piezīmes
	stundas	minūtes							
11	3	14	4,5	13	0 ^s ,3	II 10	++	plūsmai	

Redzams, ka, lai veiktu šādus novērojumus, nepieciešama vienīgi laba griba un nedaudz uzņēmības. Tādā derīgā pasākumā Vissavienības Astroņomijas un ģeodēzijas biedrības Rīgas nodaļa aicina iesaistīties visus interesentus.

Novērojumu rezultāti jānosūta VAĢB Rīgas nodaļai Rīgā, Turgeņeva ielā 19, 1505. ist. Ziņojumā jānorāda redzes lauka apjoms, centrs un tā augstums virs horizonta.

Sīkākas ziņas var iegūt, izlasot šādas brošūras:

1. Куликовский П. Г. Справочник астронома-любителя. М. 1953.
2. Наблюдения метеоров. Инструкция. Международный геофизический год. М. 1957.
3. Дагаев М. М. и Федынский В. В. Инструкция для наблюдения метеоров. Всесоюзное астрономо-геодезическое общество при Академии наук СССР. М.—Л. 1949.



H RONIKA

FIZIKAS UN MATEMĀTIKAS ZINĀTŅU VĒSTURNIEKU KONFERENCE

Laikā no 1960. gada 25. maija līdz 2. jūnijam Maskavā notika fizikas un matemātikas zinātņu vēstures pasniedzēju un pētnieku konference, ko sasauca Maskavas Universitātes Dabas zinību zinātniskās padomes Dabzinātņu vēstures sekcija. Tās darba kārtībā bija paredzēts pārrunāt vispārējo stāvokli zinātņu vēstures pasniegšanā un pētniecībā, apspriest matemātikas, fizikas, mehānikas un astronomijas vēstures kursu programmu projektus, ko sastādīja Maskavas Universitātes mācību spēki, kā arī noklausīties ziņojumus par konferences dalībnieku zinātniskajiem pētījumiem. Konferencē piedalījās ap 250 augstskolu un zinātnisko iestāžu pārstāvji.

Konferences plenārsēžu darbs sākās ar prof. K. Ribņikova (orgkomitejas priekšsēdētāja) ziņojumu par stāvokli fizikas un matemātikas zinātņu vēstures pasniegšanā un pētniecībā PSRS augstskolās un par attiecīgā darba uzlabošanas pasākumiem. Referents raksturoja pašreizējo stāvokli kā neapmierinošu, pat kritisku, Universitātes zinātņu vēstures pasniegšana gandrīz pilnīgi pārtraukta. Vecie pasniedzēju kadri dilst, bet jauni netiek gatavoti. — augstskolu zinātniskās padomes ļoti nelabprāt pieņem aizstāvēšanai disertācijas par zinātniski vēsturiskiem tematiem. Lielas grūtības jāpārvar zinātniski vēsturisku pētījumu publicēšanā. Konferences dalībnieku uzdevums bija apspriest pasākumus šāda stāvokļa uzlabošanai.

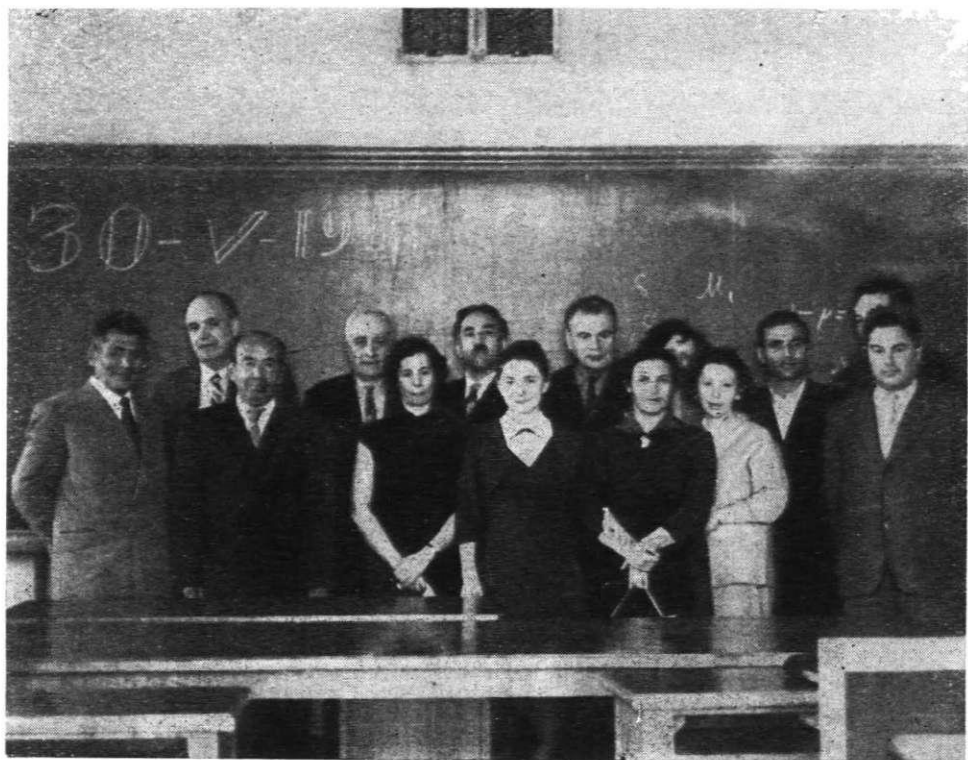
Diemžēl, referents nav norādījis uz apstākļiem un iemesliem, kas izsauca tik kritisku stāvokli zinātņu vēstures pasniegšanā un pētniecībā.

Diskusija par programmu saturu tad turpinājās konferences sekcijās — matemātikas, fizikas, mehānikas un astronomijas vēstures sekcijās.

Astronomijas vēstures kursa programmas projektu sastādīja pazīstamais astronoms B. Kukarkins. Astronomijas sekcijas vadītājs P. Kulikovskis paskaidroja sekcijas dalībniekiem, ka profesors Kukarkins pašlaik raksta astronomijas vēstures mācības grāmatu. Programā (arī m nētajā mācības grāmatā) paredzētas šādas daļas: ievads, kurā tiek paskaidroti metodoloģiski pamatprincipi; 1. daļa — astronomijas veidošanās un attīstība pirmatnējās kopienas iekārtā; 2. daļa — astronomijas attīstība vergturu un feodāli dzimtbūtnieciskajā iekārtā; 3. daļa — revolucionāro pārmaiņu laikmets dabzinātnēs; 4. daļa — astronomija kapitālisma dzimšanas un attīstības periodā; 5. daļa — dabzinību krīze kapitalistiskajās valstīs un socialistiskās zinātnes attīstības periods PSRS un tautas demokrātijas valstīs.

Diskusijā par programmas projekta saturu tika kritizēta kā programmas materiāla izvēle. tā arī autora metodoloģiskā nostāja. Daži runātāji aizrādīja, ka B. Kukarkina pieeja astronomijas vēstures notikumiem robežojas ar dogmatismu, kas traucē pareizi novērtēt faktu savstarpēju sakarību un atsevišķu notikumu un zinātnisku sasniegumu svarīgumu. Baltijas republiku pārstāvjiem iznāca arī norādīt, ka programmas projektā atstāti bez ievēribas Igaunijas, Latvijas un Lietuvas pagājušā gadsimta zinātnieku sasniegumi.

Astronomijas vēstures sekcijā tika noklausīti un apspriesti ziņojumi par seno laiku kalendāra vēsturi, astronomiju Padomju Savienības augstskolās un mūsdienu astronomiju. Sevišķu klausītāju interesi



34. att. Fizikas un matemātikas zinātņu vēstures pasniedzēju un pētnieku konferences astronomijas sekcijas dalībnieku grupa. Otrā rindā vidū — Astronomijas vēstures komisijas priekšsēdētājs P. Kuļikovskis.



35. att. L. Maistrovs (Maskava) izskaidro rūnu kalendāra principus.

izraisīja I. Veselovska (Maskava) referāts «Zvaigžņu astronomija Babilonā un Ēģiptē», Maistrova (Maskava) referāts «Rūnu kalendārs», P. Gorškova (Ļeņingrada) referāts «Astronomija un ģeodēzija Pēterburgas—Ļeņingradas universitātē laikā no 1819. līdz 1959. gadam», tāpat arī I. Rabinoviča un J. Stradiņa (Rīga) referāts «Academia Petrina — astronomijas un matemātikas centrs 18. gs. beigās un 19. gs. pirmajā pusē Baltijas dienvidrietumos» un P. Slavena (Viļņa) referāts «Kopernika mācības un astronomiskās izglītības attīstība Lietuvā».

So ziņojumu tezes ar nedaudziem izņēmumiem, tāpat arī citu sekciju ziņojumu tezes publicētas Maskavas Universitātes izdevumā (Тезисы докладов и сообщений на межвузовской конференции по истории физико-математических наук. М. 1960). Interesenti var izlasīt šo izdevumu kurā katrā lielākā bibliotēkā.

Konferences noslēguma plenārsēdē sanāksmes dalībnieki noklausījās A. Aleksandrova (Ļeņingradas universitātes rektors) referātu: «Filozofijas problēmas fizikas un matemātikas zinātnē pašreizējā attīstības stadijā». Sajā referātā A. Aleksandrovš parādīja, cik liela nozīme pētnieciskajam darbam zinātņu vēstures jautājumos ir no materiālistiski dialektiskā pasaules uzskata izkopšanas viedokļa. Referents norādīja uz bieži sastopamiem gadījumiem, kad dogmatiski vērsās pret dažiem modernās zinātnes atzinumiem šķietami marksisma-ļeņinisma garā, bet pēc būtības paužot viedokli, kuram ar marksismu-ļeņinismu nav nekā kopēja. Tāda izturēšanās atnesa daudz ļauna padomju zinātnei, tā bremzēja pētniecības darbu attīstību. Kā piemēru A. Aleksandrovš atzīmēja dažu filozofu izturēšanos pret astronomu N. Kozireva teoriju par sakaru starp Visuma enerģiju un laika plūsmu. Šī teorija ir diezgan neskaidra, varbūt pat apšaubāma; Kozireva pieņēmumi stipri atšķiras no mums ierastajiem priekšstatiem, taču tas vēl nav pietiekams pamats, lai raksturotu viņu par «ideālistu», kā to dara viens otrs no mūsu filozofiem.

A. Aleksandrova referātā netieši izpaužas viens no varbūtējiem krīzes iemesliem zinātņu vēstures pētniecībā un pasniegšanā, proti — kā pētniecības, tā arī mācību darbs

nevar sekmīgi attīstīties, ja jārespektē dogmatiku aizspriedumi.

Konferences beigās tika pieņemts lēmums, kurā augstākās izglītības vadošās iestādes tiek aicinātas uzlabot stāvokli fizikas un matemātikas zinātņu vēstures pasniegšanā.

I. Rabinovičs

SAULES KOMISIJAS PĒNĒMUMS

No 30. maija līdz 4. jūnijam Kijevā notika PSRS ZA Astronomijas padomes Saules komisijas plēnums, kurā apsprieda Saules pētījumu pašreizējo stāvokli Padomju Savienībā. Plēnumā piedalījās gandrīz simts astronomu no visām Padomju Savienības observatorijām. Plēnuma dalībnieki noklausījās un apsprieda 56 referātus par Saules spektroskopiju, koronas un hromosfēras novērojumiem, par Saules radiostarojumu un korpuskulu plūsmām no Saules.

Profesors V. Krats ziņoja par saviem Saules hromosfēras pētījumiem. Viņš novērojis, ka spikulās, kas pārklāj visu hromosfēru, viela pārvietojas nevis no apakšas uz augšu, kā tika uzskatīts līdz šim, bet gan no augšas uz apakšu.

PSRS ZA korespondētājloceklis A. Severnijs ziņoja par kosmisko staru rašanos hromosfēras uzliesmojumos. A. Severnijs pēti Saules magnētisko lauku izmaiņu iespaidu uz hromosfēras uzliesmojumiem un daļiņu plūsmām no Saules. Izdarījis daudzus Saules magnētisko lauku novērojumus, viņš ir ieguvis atziņu, ka uzliesmojumi vienmēr saistīti ar magnētisko lauku struktūras izmaiņām. Tāpēc A. Severnijs uzskata, ka daļiņas paātrinās, tām vairākkārt atstarojoties no magnētiskajiem laukiem, kas tuvojas viens otram, izveidojot šauru spraugu. Laukiem sabrūkot, daļiņas atbrivojas un ar lielu ātrumu tiek izsviestas pasaules telpā.

Saules magnētisko lauku struktūras pētījumiem vēl bija vēltiti vairāki referāti. Tas atspoguļo to lielo uzmanību, ko mūsdienā astrofizikā velta debess ķermeņu magnētiskajiem laukiem.

Atsevišķa sēde iztirzāja Saules radioviļņu novērojumus. Īpašu interesi izraisīja A. Solomonoviča ziņojums par Saules aktīvo apgabalu starojumu milimetru viļņos.

Līdz šim uzskatīja, ka Saules aktivitāte atspoguļojas tikai metru radioviļņos, bet jaunākie pētījumi ar PSRS ZA Fizikas institūta 22 m parabolisku antenu rāda, ka arī milimetru viļņos notiek vairākkārtēja radiostarojuma intensitātes palielināšanās, kas saistīta ar aktīviem veidojumiem uz Saules.

Ļoti karsta diskusija izraisījās jautājumā par korpuskulu plūsmu no Saules. Daudzas parādības, kā, piemēram, polārblāzmas, magnētiskās vētras un pastiprinātas kosmisko staru plūsmas, liecina, ka Saule dažkārt izstaro ļoti intensīvas daļiņu plūsmas. Tomēr nav skaidrs, no kuriem aktīvās Saules veidojumiem tās izplūst. PSRS ZA korespondētājoceklis E. Mustels uzskata, ka daļiņas nāk no tiem Saules apgabaliem, kur ap plankumiem izveidojies daudz fokulu. Savukārt profesors S. Vsehsvjatskis apgalvo, ka daļiņu plūsmas redzamas kā Saules vainaga stari.

Profesors I. Sklovskis ar saviem līdzstrādniekiem V. Morozu un V. Kurtu ir izpētījis Zemes magnētiskā lauka un Saules korpuskulu plūsmu mijiedarbību un ieguvis atziņu, ka Saule izstaro korpuskulas ne vien pastāvot uz tās aktīvajiem veidojumiem, bet arī pārējā laikā, tikai daudz mazākā mērā. Šis pastāvīgi plūstošās daļiņas mijiedarbībā ar Zemes magnētisko lauku tad arī veido Zemes radiācijas joslas.

Plēnumā apsprieda arī organizatoriskas dabas jautājumus: 1961. gada 15. februāra pilnā Saules aptumsuma novērošanas ekspedīciju organizēšanu, turpmāko Astronomiskās padomes plēnumu rīkošanu un Saules dienesta darbu.

N. Cimhoviča

APSPRIEDE TALLINĀ 1960. GADA 24.—26. MARTĀ PAR ZEMES GAROZAS KUSTĪBU PĒTĪŠANAS JAUTĀJUMIEM BALTIJĀ

Zemes virsmas kustību pētījumiem ir liela zinātniska un praktiska nozīme. Tie palīdz ģeologiem un ģeofizikiem risināt Zemes garozas uzbūves un attīstības problēmas. Tie interesē arī astronomus, jo, vertikālajām deformācijām uzkrājoties, tas var ietekmēt

Zemes kā planētas dzīvi, un, beidzot, šie pētījumi ir viens no ģeodēzijas galvenajiem zinātniskajiem uzdevumiem. Katrā pieminētajā zinātnē ir izveidojušās īpatnējas metodes Zemes garozas kustību kvalitatīvai un kvantitatīvai noteikšanai. Viena no precīzākām ir ģeodēziskā metode — ar atkārtotas nivelēšanas palīdzību, izmantojot arī ilggadīgus okeanografiskos līmeņu novērojumus un nivelēšanas rezultātu ģeoloģisko interpretāciju.

Pēc šīs metodes Ģeodēzijas, kartografijas un aerouzņēmēšanas centrālais zinātniski pētnieciskais institūts sadarbībā ar PSRS ZA Ģeografijas institūtu no 1947. līdz 1958. gadam ir veicis plašu kolektīvu pētījumu par Zemes garozas mūsdienu vertikālajām kustībām PSRS teritorijas Eiropas daļas rietumu pusē, ietverot Baltijas rajonu. Tomēr šajā darbā izmantotie atkārtotās nivelēšanas tīkli ir samērā reti, vietām pārtraukti un daļēji ar zemu noteiktību, tādēļ pētījumi turpinās. VAĢB Centrālās padomes Rīgas plēnuma ģeodēzijas sekcija 1959. gada oktobrī pieņēma saskaņotu programmu šim darbam un aicinājumu visām VAĢB nodaļām aktīvi iesaistīties šā darba organizēšanā un veikšanā. Viens solis šī aicinājuma realizēšanas virzienā bija apspriede Tallinā 1960. gada 24.—26. martā par zemes garozas jaunāko un mūsdienu (neotektonisko) kustību pētīšanas jautājumiem Baltijā.

Apspriedē sasauca Igaunijas Zinātņu akadēmijas (IZA) Ģeoloģijas institūts, IZA Fizikas un astronomijas institūts un VAĢB Igaunijas nodaļa. Apspriedes darbā piedalījās Baltijas republiku ģeoloģisko un ģeodēzisko iestāžu pārstāvji, kā arī speciālisti no Maskavas, Ļeņingradas, Kazanas un Kijevas. Apspriede veica lielu un auglīgu darbu, noklausījās 15 referātus un ziņojumus, kā arī sastādīja turpmākā darba plānu.

Apspriedē ar gandarijumu atzīmēja, ka triju Baltijas republiku dažādu organizāciju un resoru interese par neotektonisko kustību problēmu ir pieaugusi un darbi par šo tematu padziļinājušies un paplašinājušies. Lielu darbu jaunāko kustību pētīšanas laukā savu republiku teritorijās veic republiku zinātņu akadēmiju ģeoloģijas institūti, diemžēl — bez vajadzīgās koordinācijas ar

ģeodēziskām iestādēm un savā starpā. Par vērtīgu atzina Igaunijas ZA Fizikas un astronomijas institūta un Kauņas Politehniskā institūta veikto darbu, atkārtot precīzo nivelēšanu. Igaunijas PSR izveidots atkārtotas nivelēšanas tīkls 1400 km kopgarumā.

Apspriede nolēma, ka jautājumā par šīs problēmas pētījumu nostādni un realizēšanu jānodibina cieši sakari starp ģeoloģiskām un ģeodēziskām iestādēm kā republiku ietvaros, tā arī starprepublikāniskā mērogā. Nolemts tuvākajos gados izstrādāt saskaņotu augstas precizitātes nivelēšanas atbalsttīklu izveidošanas darbu programmu

Baltijas republiku un Ļeņingradas apgabala robežās.

Apspriede atzina par vēlamu arī Latvijā attīstīt Zemes garozas kustību pētījumus ar atkārtotas nivelēšanas metodi, kā arī turpināt šos darbus Igaunijā un Lietuvā.

Tallinas apspriedē nolasītie referāti un pieņemtie lēmumi tiks iespiesti un iznāks jau š. g. beigās.

1960. gadā Helsinkos notika Ģeodēzijas un ģeofizikas starptautiskās ūnijas XII Ģenerālā asambleja, kurā arī apsprieda Zemes garozas kustību pētīšanas jautājumus.

L. Ozols



M DIRIĶIS

ASTRONOMISKĀS PARĀDĪBAS 1960. GADA RUDENĪ

RUDENS

1960. gada rudens sākas 23. septembrī pl. 4st 00^m, beidzas 21. decembrī pl. 23st 27^m. Par rudens sākumu skaita to momentu, kad Saule atrodas rudens punktā (ϖ). Tas ir viens no ekliptikas un ekvatora krustošanās punktiem. Šinī momentā Saule pāriet dienvidu puslodē. Dienas garums strauji samazinās. Sākot ar 25. septembri naktis kļūst garākas par dienām. Visīsākās dienas ir, rudenim beidzoties, ziemai sākoties. Tā Rīgā no 19. līdz 23. decembrim dienas garums ir tikai 6st 42^m.

Neskatoties uz to, ka naktis kļūst arvien garākas, parasti rudens mēneši pie mums ir visneizdevīgākie astronomiskiem novērojumiem, jo nereti nedēļām un pat mēnešiem ilgi no vietas ir apmācies.

ZVAIGZŅOTĀ DEBESS

Rudens vakaros *Lielie Greizie Rati* atrodas zemu pie apvāršņa ziemeļu pusē. Tieši virs tiem saskatāmi *Mazie Greizie Rati* ar *Polārzvaigzni*. Vēl augstāk — gandrīz zenītā — viegli atrodams *Kasiopejas* zvaigznājs, kuru viegli pazīt pēc tā izskata, kas atgādina burtu W. Turpat netālu redzams *Cefeju* zvaigznājs.

Debess dienvidu pusē atrodams lielais *Pegaza* kvadrāts. Šo kvadrātu izveido 3 *Pegaza* un viena *Andromedas* zvaigznāja zvaigzne. Kas šo kvadrātu vēl nepazīst, tiem, to meklējot, jāievēro, ka tas ir samērā liels. Katra kvadrāta mala ir apmēram 15° gara, t. i. trīsreiz lielāka par leņķisko attālumu starp *Lielo Greizo Ratu* α un β .

Pārējās spožākās zvaigznes *Andromedas* zvaigznājā veido veselu virkni pa kreisi uz augšu no *Pegaza* kvadrāta. Pēdējā zvaigzne šajā virknē ir viena no visskaistākajām dubultzvaigznēm. Ja šo šķietami vienu zvaigzni apskata teleskopā, tad vienas zvaigznes vietā redz divas, no kurām spožākai dzeltena, bet vājākai — zila krāsa. Atstatums starp abām ir 10", tā kā, lai tās skaidri redzētu katru atsevišķi, nepieciešams objektīvs, kura diametrs ir vismaz 3—4 cm un palielinājums ap 60—80.

Zem Andromedas atrodas *Auna* un *Trijstūra* zvaigznāji, bet vēl zemāk — *Valzius* zvaigznājs. Uz austrumiem no Andromedas atrodas *Persejs*. Šī zvaigznāja spožākās zvaigznes veido izliektu virkni, kas sākas pie Kasiopejas un izbeidzas pie Sietiņa. Atsevišķi no šīs virknes slāv interesantā maiņzvaigzne Algols jeb Perseja β , par kuras spožuma maiņu sīkāki dati sniegti tālāk 61. lpp. Algols maina spožumu tādēļ, ka ap to riņķo tumšāks pavadonis, kas periodiski aizsedz mūsu skatam daļu no spožākās zvaigznes. Apgriešanās periods vienai zvaigznei ap otru ir $2^d 20^{st} 49^m$.

Jau minētais Sietiņš pieder pie *Vērša* zvaigznāja. Vērsis, tāpat arī Auns, ir *zodiaka* zvaigznāji. Tā sauc tos zvaigznājus, caur kuriem iet Saules šķietamais ceļš — ekliptika. Rudenī vēl var redzēt *Ūdensvīru*, *Zivis*, bet tālāk austrumu pusē — *Dvīņus*. Vēlāk, sevišķi uz rudens beigām, rīta pusē novērojami arī *Vēzis* un *Lauva*.

Dienvidrietumos redzams mūsu vasaras debesīm raksturīgais trijstūris, ko veido trīs spožas zvaigznes — *Vega* (*Liras* α), *Denebs* (*Gulbja* α) un *Altairs* (*Ērgļa* α). Šie zvaigznāji labi novērojami vēl rudens beigās, tikai tad tie redzami arvien agrāk un agrāk vakaros, bet arī tumšāks tad paliek ar katru dienu ātrāk.

Nakts otrajā pusē un no rītiem rudenī jau var vērot tos zvaigznājus, kas raksturīgi ziemas debesīm — kas ziemā būs redzami vakara laikā. Tā rudens rītos var redzēt *Orionu*, *Lielo* un *Mazo Suni* utt. Zvaigžņotās debess izskats rudens rītos parādīts 2. zvaigžņu kartē.

PLANĒTAS

Merkurs nav redzams, izņemot dažas dienas ap 24. novembri, kad tas ir vislielākajā rietumu elongācijā — 20° no Saules. Tas mazliet saskatāms pirms Saules lēkta Svaru zvaigznājā.

7. novembrī *Merkurs* kustas tieši starp Zemi un Sauli un būs redzama reta parādība — *Merkura* pāriešana Saules diskam. Pie mums tā nav novērojama, jo iekrit laikā, kad mūsu puslodē ir nakts.

Venēra rudens sākumā nav redzama; pēdējos mēnešos, sevišķi decembrī, to var saskatīt kā vakara zvaigzni Strēlnieka, bet pēc 9. decembra — Mežāža zvaigznājā. Tā atrodas ļoti zemu un ātri noriet.

Marss atrodas *Dvīņu* zvaigznājā. Visu laiku tas ir labi redzams, sevišķi decembrī. 30. decembrī *Marss* atrodas opozīcijā. Tas tomēr nepienāk tik tuvu Zemei kā abās iepriekšējās opozīcijās (1956. g. bija 56,5, 1958. g. 73, bet 1960. g. — 91 milj. km).

Jupiters rudens sākumā vēl mazliet saskatāms rietumos Strēlnieka zvaigznājā, bet rudens beigās tas vairs nav redzams.

Saturns saskatāms nedaudz labāk par *Jupiteru* Strēlnieka zvaigznājā. Decembrī arī *Saturns* pazūd mūsu skatam, jo riet pārāk ātri pēc Saules rieta.

MĒNESS UN APTUMSUMI

Mēness fazes rudenī:

☉ (jauns Mēness)

21. septembrī	pl.	2 st 12 ^m
20. oktobrī		15 02
19. novembrī		2 46
18. decembrī		13 46

☾ (pēdējais ceturksnis)

12. oktobrī	pl.	20 st 25 ^m
11. novembrī		16 47
11. decembrī		12 38

☾ (pirmais ceturksnis)

28. septembrī	pl.	4 st 12 ^m
27. oktobrī		10 33
25. novembrī		18 41
25. decembrī		5 29

Mēness perigejā (vistuvāk Zemei) atrodas:

30. septembrī	pl.	1 st
24. oktobrī		23
21. novembrī		7
19. decembrī		14

☉ (pilns Mēness)

5. oktobrī	pl.	1 st 16 ^m
3. novembrī		14 56
3. decembrī		7 24

Mēness apogejā (vistālāk no Zemes) atrodas:

12. oktobrī	pl.	16 st
9. novembrī		12
7. decembrī		6

Zvaigžņu aizklāšanas. Mēness aizklāj šādas zvaigznes:

Datums	Zvaigzne	Spožuma klase	Parādība	Mēness vecums	Laiks T_0	a	b	P
9. okt.	Vērša γ	3,9	Aiz	18,41	4 st 01, m1	+ 1,3	+ 1,6	80°
			At	"	5 19, 4	+ 1,3	0,0	256
15. nov.	Jaunavas η	4,0	Aiz	25, 7	6 21, 7	+ 0,8	+ 2,1	75
			At	"	7 15, 4	+ 0,6	- 0,5	329
3. dec.	Vērša α	1,1	Aiz	14, 1	4 24, 8	+ 0,9	- 0,5	59
			At	"	5 26, 8	+ 0,4	- 2,2	290
30. dec.	Vērša γ	3,9	Aiz	11, 5	2 54, 1	+ 0,6	- 2,0	103

Tabulā lietoti šādi apzīmējumi:

Aiz — aizklāšana, At — atklāšana, P — pozīcijas leņķis (skaitīts no Mēness ziemeļu punkta austrumu virzienā, t. i., pretēji pulksteņa rādītāja griešanās virzienam), T_0 — paredzamais laiks Rīgā. Lielumi a un b ļauj aprēķināt paredzamo parādības laiku T kaut kurai citai vietai pēc formulas:

$$T = T_0 + a\Delta\lambda + b\Delta\varphi,$$

kur $\Delta\lambda$ un $\Delta\varphi$ ir novērošanas vietas un Rīgas ģeografisko garumu un ģeografisko platumu starpības:

$$\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0; \quad \Delta\varphi = \varphi - \varphi_0.$$

Sīs starpības jāizsaka grados un to daļās.

ALGOLA MINIMUMI

1. oktobrī	pl.	8 st 27 ^m	19. novembrī	pl.	2 st 20 ^m
4.		5 17	21.		23 08
7.		2 05	24.	”	19 58
9.		22 54	3. decembrī	pl.	10 st 25 ^m
12.		19 44	6.		7 13
24.		6 59	9.		4 02
27.		3 48	12.		0 52
30.	”	0 37	14.		21 40
1. novembrī	pl.	21 st 26 ^m	17.		18 30
4.		18 14	26.		8 57
13.		8 41	29.		5 46
16.		5 31			

Ilgperioda maiņzvaigžņu maksimumi:

Kasiopejas R — 1960. g. 30. septembrī,
Gulbja χ 11. novembrī.

METEORI

Intensīvākās meteoru plūsmas rudenī ir šādas:

Drakonidas no 7. līdz 12. oktobrim	(maksimums 9. oktobrī),
Orionidas no 14. līdz 26. oktobrim	(21. ”),
Leonidas no 10. līdz 18. novembrim	(16. novembrī),
Andromedīdas no 15. līdz 27. novembrim	(23. ”),
Geminīdas no 5. līdz 15. decembrim	(12. decembrī),
Ūrsīdas no 19. līdz 26. decembrim	(22. ”).

ZVAIGŽŅU KARTES

Ievietotās zvaigžņu kartes attēlo zvaigžņoto debesi rudenī šādos laikos:

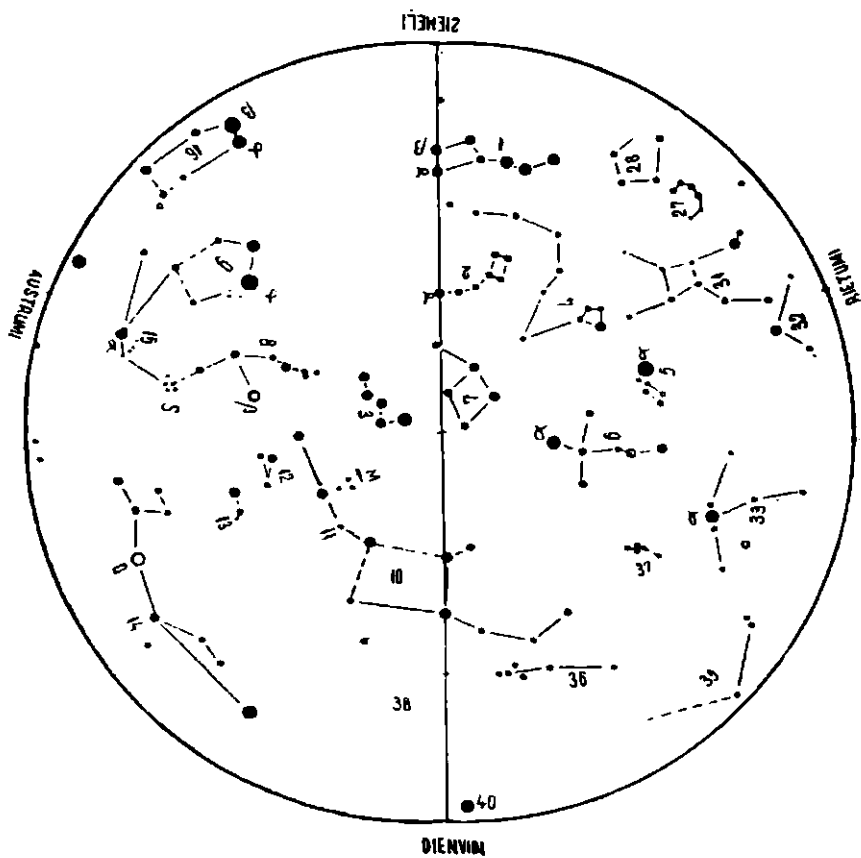
1. oktobrī	1. karte plkst. 0 st ,	2. karte plkst. 6 st ,
15. ”	23,	5,
1. novembrī	22,	4,
15. ”	21,	3,
1. decembrī	20,	2,
15. ”	” ” 19,	” ” 1.

Karti aptverošā līnija attēlo apvārsni. Meklējot zvaigznājus pie debess, karte arvien jāpagriež tā, lai debess puse, uz kuru mēs skatāmies, kartē būtu uz leju. Nekad karte nav jātur virs galvas.

Sīkākus paskaidrojumus par šīm kartēm skat. «Zvaigžņotās debess» 1959. gada rudens izdevumā.

Kartēs iezīmēti šādi zvaigznāji:

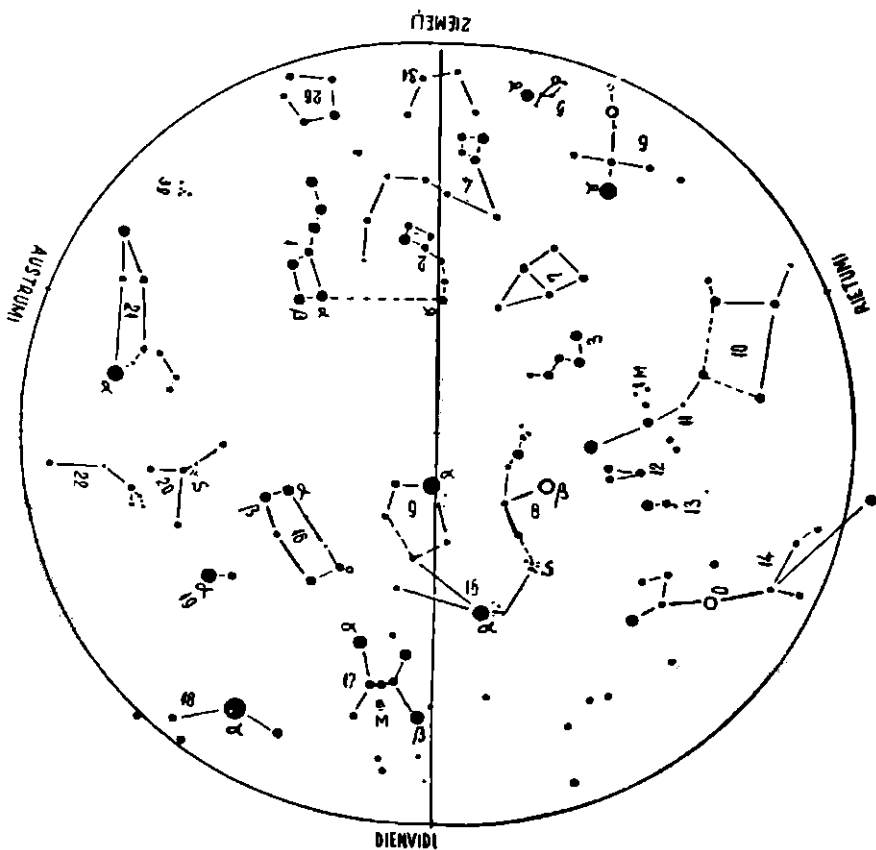
1 — Lielie Greizie Rati, 2 — Mazie Greizie Rati (α — Polārzvaigzne), 3 — Kasiopeja, 4 — Pūķis, 5 — Lira (α — Vega), 6 — Gulbis (α — Denebs), 7 — Cefejs, 8 — Persejs (β — Algols), 9 — Vedējs (α — Kapella), 10 — Pegazs, 11 — Andromeda (M — miglājs), 12 — Trijstūris, 13 — Auns, 14 — Valzivs, (ρ — Mira), 15 — Vērsis (α — Aldebarans, S — Sietiņš), 16 — Dvīņi (α — Kastors, β — Pollukss), 17 — Orions (α — Betelgeize, β — Rigels, M — miglājs), 18 — Lielais Suns (α — Sīriuss), 19 — Mazais Suns (α — Procions), 20 — Vēzis (S — Sile), 21 — Lauva (α — Reguls), 22 — Hidra, 26 — Vēršu Dzinējs, 27 — Ziemeļu Vainags, 31 — Herkules, 32 — Čūsknesis, 33 — Ērglis (α — Altairs), 35 — Mežāzis, 36 — Ūdensvīrs, 37 — Delfīns, 38 — Živis, 40 — Dienvidu Zivs.



1. Zvaigžņu karte

Zvaigžņotā debess	1. oktobrī pl. 0 st ,
	15. oktobrī „ 23
	1. novembrī „ 22
	15. novembrī „ 21
	1. decembrī 20
	15. decembrī 19

Zvaigznāju apzīmējumus skat. tekstā 62. lpp.



2. Zvaigžņu karte

Zvaigžņota debess	1. oktobrī	pl. 6 st ,
	15. oktobrī	5
	1. novembrī	4
	15. novembrī	3
	1. decembrī	2
	15. decembrī	1

Zvaigznāju apzīmējumus skat. tekstā 62. lpp.

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО

OTĀ DEBEŠS

Redaktore *Feldhane*

Nodota saikšanai

labri. Papīra for

4,39 izdevn

LATVIJA

redaktors *D. Rokmani*

LATVIJAS UNIVERSITĀTES BIBLIOTĒKA



redaktore *V. Dreijere*

1969. g. 21. okt.

uzsk. iespiedl

30 kapa.

LIBA

Iespiesta Latvijā I

Paraugtipogrāfija Rīga, Puskina iel. Nr.

0510047030

1,30

no 1961. g. 1. f - 13 kap.

