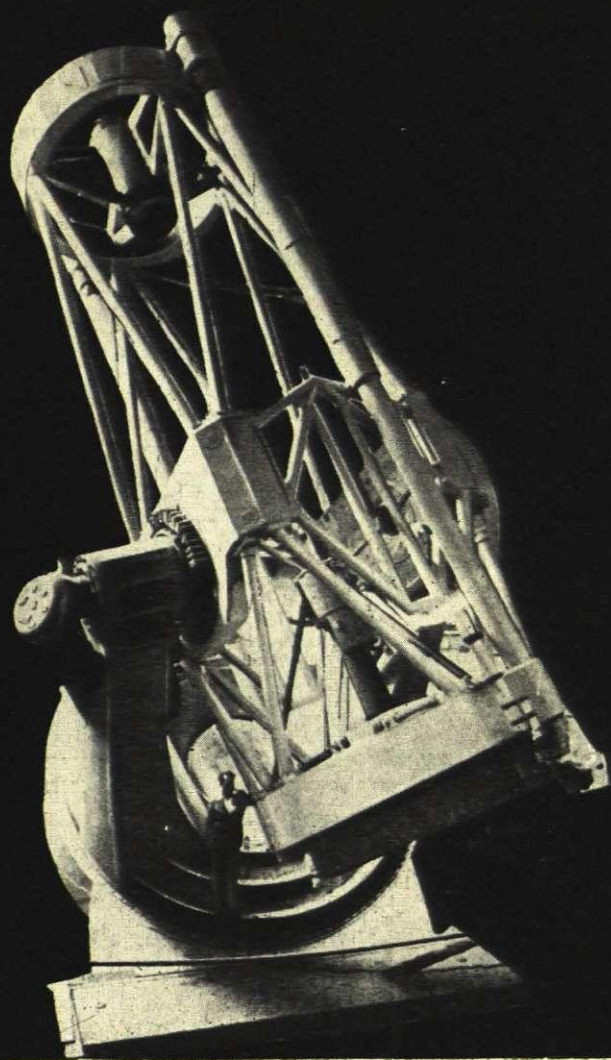


# Zvaigžņota



DEBESS

1961. GADA PAVASARIS

Redakcijas kolēģija:

*A. Alksnis, I. Daube,*  
*J. Ikaunieks* (atb. redaktors),  
*B. Kundziņa, L. Reiziņš.*

Vāka 1. lappusē: Jaunais Krimas observatorijas  
teleskops ar spoguļu diametru 2,6 m.

Vāka 4. lappusē: Krabja miglājs.

ЗВАЙГŽNOTĀ DEBESS  
1961. gada pavaris

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО  
Весна 1961 года

*Ozoliņas*

Redaktore *R. Rozenberga*. Tehn. redaktors *R. Bokmanis*. Korektore *E. Ambaine*.  
Nodota salikšanai 1961. g. 14. februārī. Parakstlīta iespiešanai 1961. g. 15. aprīlī.  
Papīra formāts 70×92 l6. 3.75 fiz. iespiedl.; 4.39 uzsk. iespiedl.; 3.91 izdevn. l.  
Mētiens 2000 eks. JT 11191 Maksā 12 kap. Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas  
izdevniecība Rīga, Smilšu ielā Nr. 1. Iespiesta Latvijas PSR Kultūras ministrijas  
Poligrafiskās rūpniecības pārvaldes Paraugtipogrāfijā Rīgā, Puškina ielā Nr. 12.  
Pasūt. Nr. 27b.

# ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

LATVIJAS PSR ZINĀTŅU AKADĒMIJAS  
ASTROFIZIKAS LABORATORIJAS  
POPULĀRZINĀTNISKS GADALAIKU IZDEVUMS

1961. GADA PAVASARIS

## SATURS

Zvaigznes-viešņas — <i>N. Cimahoviča</i>	2
Laiks un gravitācija — <i>M. Zepe</i>	20
LPSR ZA Astrofizikas laboratorijas radiointerferometra projekts — <i>J. Ikaunieks</i> un <i>G. Petrouš</i>	29
<b>Kas jauns astronomijā</b>	
Venēras rādiuss — <i>Z. Alksne</i>	35
Ultravioletie miglāji — <i>I. Daube</i>	36
Astronomiski aprēķini ar elektronu skaitļojamo mašīnu — <i>Z. Alksne</i> un <i>L. Reiziņš</i>	37
Televīzijas teleskops Pulkovā — <i>A. Kundziņš</i>	39
Trešā radiācijas zona ap Zemi — <i>Dz. Strautmane</i>	39
<b>Observatorijas un astronomi</b>	
Profesora K. Ogorodņikova jubileja — <i>N. Cimahoviča</i>	41
<b>No astronomijas vēstures</b>	
200 gadu, kopš M. Lomonosovs atklājis Venēras atmosfēru — <i>B. Kundziņa</i>	43
Izcilais franču astronoms Leverjē — <i>D. Kondratjeva</i>	46
<b>Astronomijas amatiera lappuse</b>	
Jauno astronomu pulciņš — <i>J. Jastrežemskis</i>	48
<b>Hronika</b>	
Konferences Birakanā un Abastumanā — <i>J. Ikaunieks</i>	51
Astronomijas padomes radioastronomijas komisijas plēnums — <i>G. Ozoliņš</i>	52
PSRS 15. astrometrijas konferencē — <i>L. Roze</i> un <i>M. Diriķis</i>	53
Amatieru teleskopu būvētāju sanāksme — <i>M. Diriķis</i>	54
<b>Jaunas grāmatas</b>	
Astronomiskais kalendārs 1961. gadam — <i>L. Roze</i>	55
Astronomiskās parādības 1961. gada pavasarī — <i>M. Diriķis</i>	56





N CIMAHOVICA

## ZVAIGZNES—VIEŠŅAS

### ZVAIGZNES, KAS PARĀDĀS UN PAZŪD

Senlaiku astronomi bija ļoti rūpīgi debess novērotāji. Viņi pazina spožākās stārvzvaigznes un atšķīra kļīstošās zvaigznes — planētas. Senie astronomi arī uzcītīgi atzīmēja visas neparastās debess parādības; tai skaitā viņu uzmanību saistīja piepeša jaunu, ļoti spožu zvaigžņu parādīšanās. Tās viņi aprakstīja ļoti dzejiski:

«Čzun-Pin perioda otrajā gadā, desmitajā Mēnesī, Kvei-Hae dienā Nan-Mana vidū parādījās zvaigzne-viešņa. Tā bija tik liela kā bambuka paklājs un pakāpeniski rādījās piecās krāsās. Pamazām tā nobālēja un līdz nākamā gada sestajam Mēnesim nodzisa.» Šādu aprakstu atrodam ievērojamā ķīniešu zinātnieka Ma Tuan-lina enciklopēdijā. Ma Tuan-lins dzīvoja 13. gadsimtā un savā enciklopēdijā bija savācis daudz rakstu, kas attēloja tālaika zinātnes stāvokli. Astronomiskās hronikas ietilpa šīs enciklopēdijas 294. sējumā. Minētais citāts ņemts no Agrās Haņ hronikas. Ņemot palīgā senās Ķīnas vēstures hronoloģiskās tabulas, ir izdevies noskaidrot, ka aprakstītā parādība notikusi mūsu ēras 185. gada 7. decembrī. Neparastā zvaigzne bijusi redzama Nan-Manā — tā senie ķīnieši sauca zvaigžņu grupu Centaura zvaigznājā, šī zvaigznāja  $\alpha$  un  $\beta$  zvaigžņu tuvumā. Aprēķini rāda, ka attiecīgais debess apgabals Ķīnā varēja būt redzams tikai ļoti zemu pie apvāršņa, tāpēc atmosfēras refrakcijas dēļ zvaigzne mirgoja vairākās krāsās, līdzīgi lēcošai vai rietošai Saulei. Zvaigzni varēja redzēt turpat astoņus mēnešus.

Ķīniešu grāmatā «Tun-Čži» rakstīts: «Czin dinastijas Tai-He valdīšanas ceturtajā gadā februārī tika novērota zvaigzne-viešņa Czi-Vei rietumu zvaigznājā; līdz jūnijam tā nodzisa.» Šis ieraksts mums stāsta par neparasti spožas zvaigznes parādīšanos Kasiopejas zvaigznājā mūsu ēras 369. gadā. Šis pats notikums aprakstīts arī Ma Tuan-lina enciklopēdijā: «Tai-He perioda ceturtajā gadā otrajā Mēnesī bija redzama neparasta zvaigzne pie Zilās Pils rietumu sienas. Septītajā Mēnesī tā pazuda.» Arī no šī teksta var secināt, ka 369. gada martā pie debesīm Kasiopejas zvaigznājā apvidū ir parādījusies neparasti spoža zvaigzne.

Ma Tuan-lina enciklopēdijas astronomiskajā sējumā sastopams arī sekojošs ieraksts: «Cziņ-De perioda trešajā gadā trešajā Mēnesī, I-sse

dienā parādījās zvaigzne-viešņa dienvidaustrumos.» Sis apraksts attiecas uz 1006. gadu. 1006. gada zvaigzne-viešņa minēta arī citu zemju senās hronikās. Mūks Epidanuss, kas dzīvojis 11. gadsimtā, atzīmēja, ka «... pie dienvidus debesīm 1012. gadā no maija beigām trīs mēnešus ilgi tika novērota neparasta lieluma zvaigzne, kuras spožums apžilbināja acis.» Ir zināms, ka Epidanuss par 6 gadiem kļūdījies. Kādā sīriešu hronikā rakstīts «396. gadā parādījās Venērai līdzīga zvaigzne. Tās stari kustējās, un tā spīdēja kā Mēness. Tā spīdēja četrus mēnešus, pēc tam pazuda.» Vēl senākā arābu hronikā Ibn Al-Atirs raksta, ka «396. gada pirmajā šabanā parādījās liela, neparasta spožuma zvaigzne pa kreisi no Irakas Kiblas. Tā sūtīja uz Zemi starus līdzīgi Mēnesim un tika novērota līdz 15. dsul-kadam, kad nodzisa». Atšifrējot šo tekstu, bija jāievēro, ka musulmaņi skaita gadus no tā laika, kad Muhameds bēdzis no Mekas uz Medinu. Tad iznāk, ka 1006. gadā no maija sākuma līdz augusta pusei Skorpiona zvaigznāja dienvidu daļā bija novērota īpaši spoža zvaigzne.

Ziņas par uzliesmojušām zvaigznēm sastopamas arī japāņu hronikās. Tā samurajs Sadao Fujivara, kas dzīvoja 13. gadsimtā, savāca visas viņa laikā vēl saglabājušās ziņas par jaunajām zvaigznēm un aprakstīja tās savā dienasgrāmatā «Mei-Getcuki». Sevišķi spožas esot bijušas 1006. un 1054. gada zvaigznes. Par pēdējo viņš saka, ka tā ir bijusi tikpat spoža kā Jupiteris. 1054. gada zvaigzne-viešņa ir aprakstīta arī citās senās hronikās.

Senās hronikas sastādīja ļoti rūpīgi, un mums nav nekāda pamata tām neticēt. Kas tad tās īsti bija par zvaigznēm-viešņām, kuras pamanījuši pat seno laiku novērotāji bez jebkādiem teleskopiem? Vai tās nevarētu būt bijušas komētas? Pētījumi tomēr rāda, ka seno laiku astronomi ir atšķīruši komētas no mūsu rakstā aprakstītajām viešņām. Tātad iznāk, ka reiz pa vairākiem simts gadiem pie debesīm parādījušās jaunas, neparastas zvaigznes, un pēc kāda laika atkal pazudušas, pretstatā pastāvīgajām zvaigznēm, kas redzamas vienmēr.

Jaunas zvaigznes ir novērotas arī samērā nesen. 1572. gadā dāņu astronoms Tiho Brahe ieraudzīja jaunu zvaigzni Kasiopejas zvaigznājā. Savu novērojumu rezultātus viņš aprakstīja atsevišķā grāmatā. Šīs zvaigznes spožums sākumā bijis tikpat liels kā Venērai, un tā pazudusi tikai pēc 16 mēnešiem. Tiho Brahe bija pirmais, kurš mēģināja noteikt jaunās zvaigznes attālumu no Zemes. Tas viņam izdevās tikai aptuveni. No saviem pētījumiem Tiho Brahe secināja, ka jaunā zvaigzne atrodas vismaz tik tālu kā Mēness, varbūt pat vēl tālāk. Šis atklājums bija milzu solis uz priekšu, salīdzinot ar senāko laiku uzskatiem, kas zvaigznes-viešņas kopā ar komētām pieskaitīja pie atmosfēras parādībām.

Tiho Brahes darba turpinātājs, ievērojamais vācu astronoms Johans Keplers arī novēroja spožu jaunu zvaigzni, kas parādījās 1604. gadā Cūskneša zvaigznājā. 1885. gadā jauna zvaigzne parādījās Andromēdas miglājā, kas ir tāla zvaigžņu pasaule, līdzīga mūsējai. 1895. gadā uzlies-



*1. att.* Tiho Brahe ierauga pārnovu.

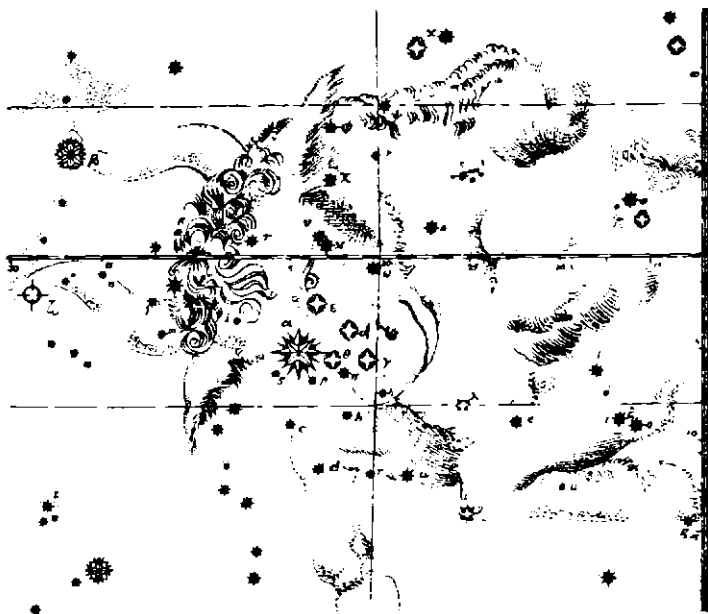
moja jauna zvaigzne galaktikā NGC 5253. Tā zvaigznes-viešņas iegāja mūsdienu astronomijā. Tās nosauca par novām, no latīņu vārda «nova» — jauna. Noskaidrojās, ka visas jaunās zvaigznes atkarībā no spožuma var aptuveni iedalīt divās lielās grupās. Tās zvaigznes, kuru spožums līdzinās

10—100 tūkstošu parastu zvaigžņu kopīgam spožumam, sauc par novām, bet tās, kuras sasniedz vairākus miljardus zvaigžņu spožumu — par pārnovām. Mūsu rakstā minētie notikumi attiecas uz pārnovām, un arī turpmāk apskatīsim tikai tās.

## KRABJA MIGLĀJS

Kāpēc pārnovas redzamas pie debesīm tik īsu laiciņu? Vai tās patiešām ir jauni veidojumi, kas parādās, nodzīvo savu īso, spožo mūžu un tad atkal izirst atomos, vai arī tās tikai īsi uzliesmo, bet pastāv arī pirms un pēc tam? Šī mīkla tika daļēji atrisināta, novērojot to debess apvidu Vērša zvaigznāja, kur 1054. gadā bija uzliesmojusi pārnova. Šī pārnova bija redzama 23 dienas pat Saulei spīdot, bet naktīs tā bija redzama gandrīz divus gadus. Tagad tās vietā ir atrasts īpatnējs miglājs, kas atgādina krabi. Tāpēc to arī nosauca par Krabja miglāju. Tas atrodas nedaudz uz ziemeļrietumiem no zvaigznes  $\zeta$  Tauri, kas kādreiz vainagoja Vērša labo ragu. Kad rūpīgais komētu meklētājs Š. Mesjē sastādīja savu miglāju katalogu, viņš Krabja miglāju atzīmēja ar pirmo numuru — M1. Tagad Krabja miglājam ir numurs NGC 1952. No mūsu Galaktikas pārējiem miglājiem tas atšķiras ar savu īpatnējo gaismu. Krāsainā fotografijā tas redzams kā bālgana masa, ietverta sarkanu dzisliņu tīklā. Sarkanu krāsu dod jonizētā ūdeņraža t. s. H $\alpha$  līnija, kas raksturīga visiem miglājiem. Turpretī nepārtrauktais starojums, kas nāk no miglāja vienkāršus masām, nevienā citā mūsu Galaktikas miglājā nav tik intensīvs. Nepārtrauktais starojums dod 95% Krabja miglāja gaismas.

Kas ir šī spīduma cēlonis? — Miglāja vidū var saskatīt mazu, vāju zvaigznīti, kas pēc aprēķiniem, gan šķiet par vāju, lai noteiktu visa miglāja spīdēšanu. Krabja miglājam raksturīga ir arī ļoti strauja izplešanās. Salīdzinot šī miglāja uzņēmumus, kas izdarīti ar 30 gadu starplaiku, izrādījās,



2. att. Vērša zvaigznāja attēls pēc Baijera atlanta;  $\zeta$  zvaigznes tuvumā ar starainu aplīti aptuveni apzīmēta Krabja miglāja vieta.

ka tas izplešas ar ātrumu apmēram 1000 km sekundē. Tagad tā diametrs ir apmēram 6 gaismas gadi. Aprēķini rāda, ka pirms 800—900 gadiem visa miglāja viela varēja atrasties vienā punktā, no kura sākās izplešanās. Tas pilnīgi sakrīt ar laiku, kad šai apvidū bija pēkšņi parādījušies jaunā, spožā zvaigzne. Tādējādi mūsu gadsimta 40. gados astronomiem jau bija kļuvis skaidrs, ka Krabja miglājs ir 1054. gadā uzliesmojušās pārnovas atlieka.

Ir zināms, ka zvaigznes nevar rasties dažu dienu laikā, tāpēc astronomi izvirzīja teoriju, ka pārnova ir nevis jaunradusies, bet gan nupat kā uzliesmojusi zvaigzne. Pirms uzliesmojuma tā bija maza un neievērojama, tad iekšēju kodolreakciju ietekmē izsvieda telpā daļu savas masas un uzliesmoja. Zvaigznes vielai izkļūstot pasaules telpā, izveidojās miglājs. Miglājam izplēšoties, tā spožums pakāpeniski krīt, tāpēc arī pārnova ir redzama tikai dažus mēnešus, kamēr apvalks vēl nav paspējis izretināties un kļūt caurspīdīgs un blāvs. Atlikusi zvaigznīte kļūst atkal maza un neievērojama un ar grūtībām saskatāma pat teleskopā. Rūpīgi novērojumi pārējo pārnovu uzliesmojumu vietās uzrādīja vāju miglāju vēl Kasiopejas zvaigznājā, 369. gada pārnovas vietā.

#### KĀ MEKLE JAUNAS ZVAIGZNES

Tas apstākļi, ka pārnovas uzliesmo arī citās galaktikās un tas notiek arī mūsdienās, ievērojami sekmēja to pētniecību. Pārnovas konstatē, salīdzinot divus vienas galaktikas uzņēmumus, kas izdarīti ar vairāku dienu starplaiku. Ja starplaikā starp abiem uzņēmumiem galaktikā ir uzliesmojusi kāda pārnova, tad tā būs redzama otrajā uzņēmumā — tai vietā, kur iepriekšējā uzņēmumā nekādas izcilas zvaigznes nebija. Sādu darbu 1936. gada septembrī uzsāka amerikāņu astronoms F. Cviki ar pasaules lielāko Šmidta sistēmas teleskopu. Pusgada laikā viņš ieguva ap 300 fotogrāfiju un izpētīja tuvu pie 10 000 miglāju attēliem. Šis darbs vainagojās panākumiem. 1937. gada 16. februārī viņš konstatēja pārnovu Jaunavas zvaigznāja galaktiku kopas galaktikā NGC 4157. Tā paša gada 13. augustā tika konstatēta pārnova galaktikā IC<sub>11</sub> 4182, kas bija 60 reizes spožāka par visām šī miglāja zvaigznēm kopā resp. 15 miljardus reizes spožāka par mūsu Sauli. 13. septembrī F. Cviki atklāja pārnovu mūsu Galaktikas lidziniekā — Andromēdas miglājā — NGC 1003. Līdz otrajam pasaules karam bija atklātas jau 19 citu galaktiku pārnovas. Darbā piedalījās arī Bernes observatorija Šveicē un Medonas observatorija Francijā. Darbs tika atsākt 1954. gadā. Līdz šim pavisam atrastas 44 pārnovas. No tām 15 konstatētas pašos pēdējos divos gados, kad fotografēšana notiek ar 1,2 metru Šmidta teleskopu.

Izrādās, ka pārnovas visbiežāk uzliesmo vēlo tipu spirāliskās galaktikās, kāda ir arī mūsējā. Tā Hidras zvaigznājā spirāliskā galaktikā M83 kopš



1923. gada atklātas veselas 3 pārnovas. Tāpat galaktikās NGC 3184, 4321, 6946 pēdējos 60 gados uzliesmojušas pa trim pārnovām. Mūsu Galaktikā pēdējos divi tūkstoši gados novērotas sešas pārnovas:

185. gadā	Centauro	zvaigznājā
369.	Kasiopejas	
1006.	Skorpiona	
1054.	Vērša	
1572.	Kasiopejas	
1604.	Cūskneša	

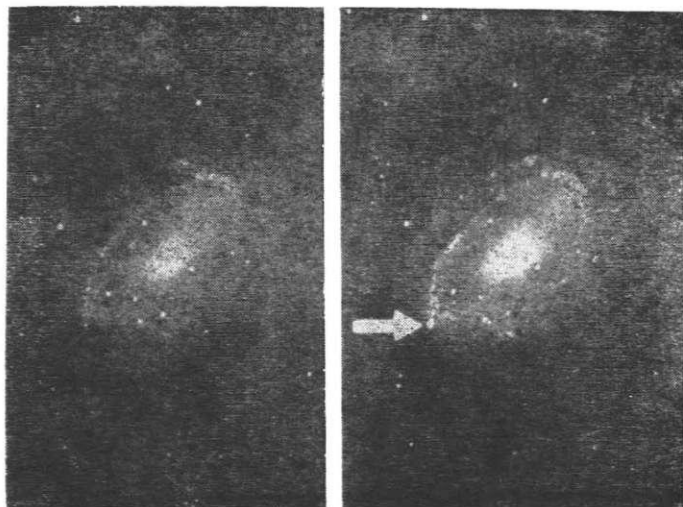
### MILJARDU GADU ENERĢIJA VIENĀ DIENĀ

Iespējams, ka šis saraksts tiks vēl papildināts. Uzskata, ka mūsu Galaktikā ik pa 30—60 gadiem uzliesmo viena pārnova, taču mēs novērojam 10 reizes mazāk. Tam par iemeslu ir tālo pārnovu gaismas absorbcija Galaktikas starpzvaigžņu vielā.

Pārnovu uzliesmojumos izdalās milzīgi enerģijas daudzumi —  $10^{49}$ — $10^{52}$  ergu. Mūsu Saule šādu enerģijas daudzumu izstaro tikai vairākos miljardos gadu, bet pārnova dažās dienās. Kā izskaidrot tik katastrofālu uzliesmojumu?

F Cviki 1939. gadā izteica domu, ka pārnovu izdalītā enerģija rodas zvaigznes atomiem sabirstot neitronos. Zvaigžņu enerģijas avoti ir atomu kodolu reakcijas. Šīs kodolu reakcijas dažādiem zvaigžņu tipiem ir dažādas. Zināmā attīstības pakāpē zvaigznēs notiek ūdeņraža pārvēršanās hēlijā. Kad viss zvaigznes ūdeņradis pārvērties hēlijā, enerģijas plūsma no zvaigznes dzīlēm, kas darbojas preti zvaigznes masu smaguma spēkam, pārtrūkst. Rodas milzīgs spiediens, kas salauž atomu elektronu apvalkus, un zvaigznes viela pārvēršas par tā saucamo deģenerēto gāzi, kas ir elektronu un atomu kodolu maisījums ar milzīgu blīvumu —  $10^8$  g/cm<sup>3</sup>. Taču, ja spiediens ir pārāk liels, nevar pastāvēt pat šāda deģenerēta gāze, jo elektroni tiek iespiesti kodolos, neitralizēdami tur protonus un pārvēr-

3. att. Pārnovas parādīšanās galaktikā NGC 4725; pa kreisi — 1931. gada uzņēmums bez pārnovas, pa labi — 1940. gada uzņēmums ar uzliesmojušu pārnovu.



dami tos par neitroniem. Neitroniem nav elektriska lādiņa, tāpēc tie var tuvoties viens otram daudz ciešāk nekā pozitīvi lādētie kodoli. Rezultātā visas zvaigznes ārkārtīgi sarūk un līdz ar to atbrīvojas milzīgs daudzums gravitācijas enerģijas. Neitronu zvaigzne ir ļoti caurspīdīga, tāpēc visa enerģija izdalās bez traucējuma, vienā paņēmienā un notiek piepešs uzliesmojums, kurā tiek izviesta arī daļa no zvaigznes masas. Pārnovu uzliesmojumos radušies miglāji izplešas ar milzīgu ātrumu, sasniedzot līdz 6 tūkst. km sekundē. Izplešoties tie arī ļoti strauji retinās. Tāpēc, salīdzinot ar citiem kosmiskiem ķermeņiem, pārnovu izsviestie miglāji dzīvo ļoti īsu mūžu — ne vairāk par dažiem desmit tūkstošiem gadu. Pēc tam uzliesmojumā izsviestās masas izkliet pasaules telpā un nav saskatāmas pat vislielākajos teleskopos. Uzliesmojuma atlieka — neitronu kauzīte — nemaz nelidzinās kādreizējai zvaigznei. Tās blīvums tagad ir  $10^{14}$  g/cm<sup>3</sup>, resp. viens uzpirkstenis zvaigznes vielas sver 100 miljonus tonnas. Zvaigznes diametrs samazinās līdz 10 kilometriem.

Kad attīstījās atomu kodolu pētniecība, pārnovu uzliesmojumus sāka izskaidrot ar radioaktīviem procesiem. Līdzīgs novirziens astrofizikā valdīja arī radioaktivitātes atklāšanas pašā sākumā. Tad pastāvēja hipotēze, ka zvaigžņu enerģijas avots ir radioaktīvā sabrukšana. Taču precīzāki aprēķini parādīja, ka neviena no dabā notiekošajām radioaktīvajām pārvērtībām nevar apgādāt zvaigzni ar pietiekamu daudzumu enerģijas. Bez tam izrādījās arī, ka zvaigznes sastāv pa lielākai daļai no ūdeņraža un hēlija, nevis no smagajiem radioaktīvajiem elementiem. Taču tad, kad atomfizikā izdevās mākslīgi sintezēt smagos radioaktīvos elementus, radās doma, ka pārnovu apvalkos, tām uzliesmojot, var notikt vesela rinda atomkodolu reakciju, kuru rezultātā var izveidoties smagie radioaktīvie elementi. Tie nedzīvo ilgi, bet sabrūk un līdz ar to pārnovām novērojams raksturīgs spožuma kritums. Amerikāņu ūdeņraža bumbas izmēģinājumā Bikini atolā 1952. gada novembrī milzīgās neitronu plūsmas ietekmē radās radioaktīvais kalifornija izotops ar masu 254 — Cf<sup>254</sup>. Tā pussabrukšanas periods ir 55 dienas, kas ļoti saskan ar dažu pārnovu spožuma krituma likni. Tāpēc amerikāņu astronomi un fiziķi izvirzīja hipotēzi, ka pārnovu uzliesmojumos rodas kalifornijs. Diemžēl, turpmākie pētījumi parādīja, ka šādas reakcijas nav iespējamas.

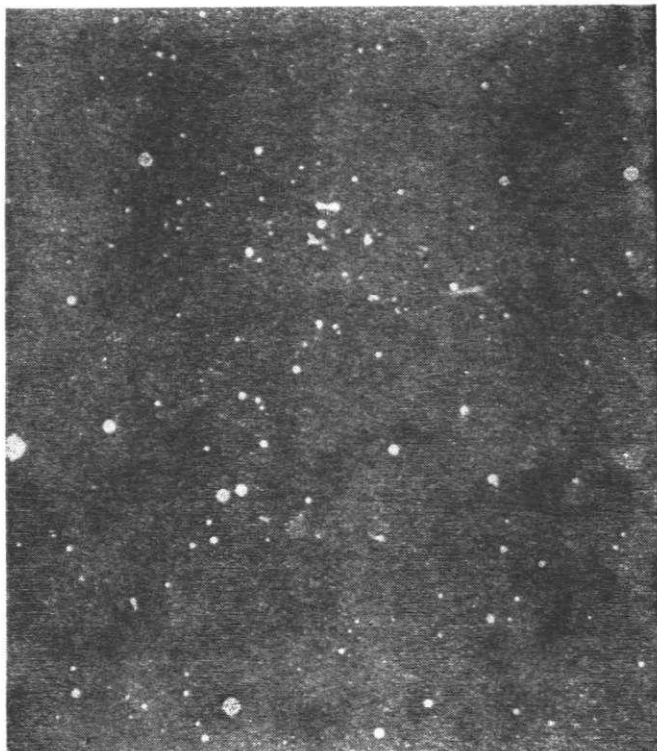
Tas apstākļi, ka neviena no esošajām teorijām pilnīgi neizskaidro pārnovu uzliesmojumu, rāda, ka nepieciešams iegūt vairāk pārnovu pašu liecību resp. novērojumu materiāla. Bet kā to lai izdara, ja nekad nevar iepriekš zināt, kura no daudzajām pie debesīm redzamajām zvaigznēm kļūs par pārnovu? Atliek pētīt pārnovu izsviestos miglājus un pāri palikušās zvaigznītes. Šķīta, ka arī te novērojumu iespējas ir diezgan mazas. Kā jau minējām, izsviestās masas izkliet ļoti ātri. Tā kā uzliesmojumi notiek ļoti reti, tad skaidrs, ka pie debesīm nebūs pārāk daudz ko redzēt. Taču palīgā nāca jaunā zinātnes nozare — radioastronomija.

Radioastronomi, pārlūkojot debesi, jau 1946. gadā bija konstatējuši nezināmas dabas kosmiskus ķermeņus, kas izstaro radioviļņus. «Nezināmas dabas» — nozīmē, ka tais vietās, kur radioteleskopi uzrādīja neliela izmēra radiostarojuma avotu, optiskie teleskopi nerādīja nevienu izcilu zvaigzni. Tāpēc domāja, ka radioviļņus izstaro kādas neredzamas zvaigznes. Šādas, kā tās toreiz nosauca, «radiozvaigznes» tika konstatētas sākumā pa vienai Gulbja, Kasiopejas, Centaura, Vērša un Jaunavas zvaigznājos, bet vēlāk to skaits vairākkārtīgi pieauga. Taču rūpīgi pētījumi, ko veica ar pasaules lielākajiem optiskajiem teleskopiem, parādīja, ka pastāv nevis radiozvaigznes, bet gan radiomiglāji, resp. radioviļņus pastiprināti izstaro kosmiskie miglāji. Izrādījās, ka sevišķi intensīvi radioviļņus izstaro daži īpatnēji

4. att. Radiostarojuma avots Kasiopejas zvaigznājā (atzīmēts aptuveni ar pārtrauktu līniju).



5. att. Miglāja šķiedras 369. gada pārnovas vieta.

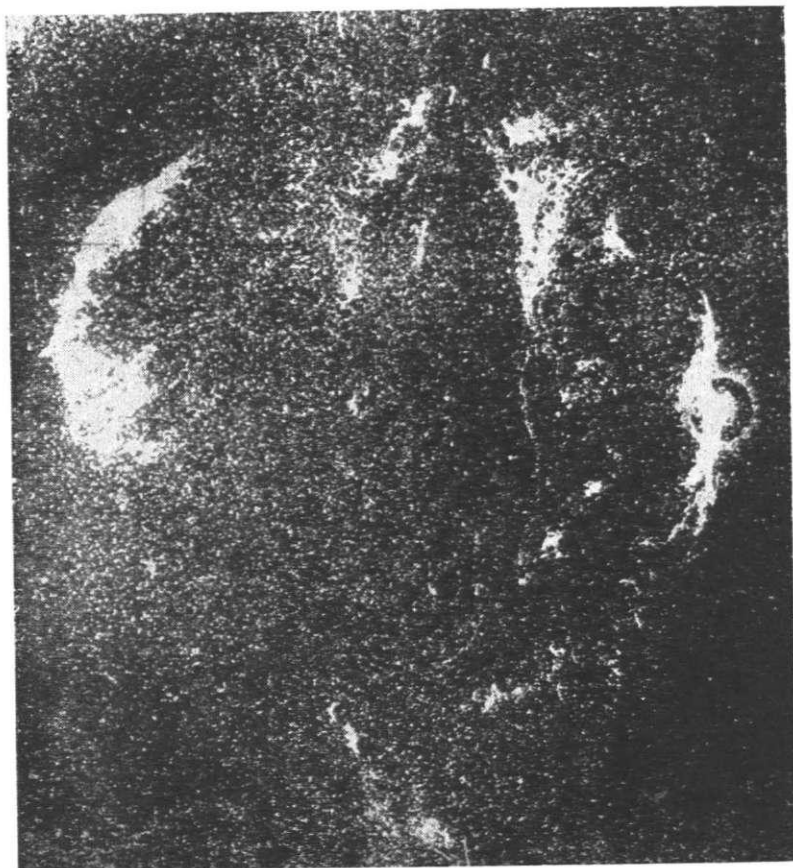


miglāji mūsu Galaktikā un ārpusgalaktiskie miglāji — tālās zvaigžņu pasaules — citas galaktikas. Pirmā radiozvaigzne, kurai izdevās atrast atbilstošo miglāju, bija tieši Krabja miglājs. Tas bija tik svarīgs atklājums, ka visa pārnovu pētniecība nostājās uz jauniem pamatiem. Lai pārbaudītu, vai šim faktam nav gadījuma raksturs, astronomi ļoti rūpīgi pārlūkoja debesis visās tās vietās, kur pēc senām hronikām bija uzliesmojušas pārnovas. Šis darbs liecināja, ka patiešām visās šajās vietās novērojams radiostarojums. Diemžēl, šo seno katastrofu optiskie liecinieki bija pa lielākai daļai jau izklīduši. Labi novērojams bija tikai Krabja miglājs. Bez tam, rūpīgi izpētot debess attiecīgā apvidus fotografijas, tika konstatētas dažas miglāja šķiedras Kasiopējas zvaigznājā 369. gadā uzliesmojušās pārnovas rajonā. Izrādījās, ka tās nestāv uz vietas, bet gan pārvietojas, pie tam tā, it kā tās būtu nākušas no viena centra. Ievērojot vēl to faktu, ka tieši šai vietā radioteleskopi uzrāda visintensīvāko radio-

starojuma avotu, astronomi secināja, ka te patiešām novēro pārnovas atliekas.

Daži radiostarojuma avoti sakrita ar jau agrāk zināmiem miglājiem, kuru daba nebija noskaidrota. Tā slavenais astronoms V Heršelis 1784. gadā atklāja Gulbja zvaigznājā lokveidīgu miglāju, kas sastāv no vairākām šķiedrām. Labu laiku tas nelikās nekas sevišķs — parasts jonizētā ūdeņraža mākonis. Taču pārsteigumu sagādāja 1926. gadā Vilsona kalna observatorijas līdzstrādnieka E. Habla atklājums, ka no divām šī miglāja

6. att. Pārnovas atlieka Gulbja zvaigznājā—miglājs Gulbja Cilpa.



fotografijām, kas izdarītas ar 15 gadu starplaiku, var secināt, ka miglājs izplešas. Savu atklājumu E. Habls vēlreiz apstiprināja 1937. gadā. Šis savādās izplešanās cēloņi palika neskaidri, kamēr pēdējo gadu pētījumi parādīja, ka šis debess apvidus izstaro radioviļņus. Līdz ar to bija pierādīts, ka šis loks ir kādas ļoti senas pārnovas atlieka. Aprēķini rāda, ka šī pārnova uzliesmojusi pirms apmēram 10 000—20 000 gadiem. No tā laika mums nav saglabāties nekādu liecību, tāpēc vēsturisks pierādījums te nav iespējams. Taču zinātniskie argumenti ir pietiekami pārliecinoši un patlaban skaitās vispārācīts, ka jebkurā pārnovas uzliesmojumā rodas miglājs, kas izstaro radioviļņus.

Pārnovu atlieku radionovērojumi sniedza ļoti svarīgas ziņas par izsiesto masu fizikālo stāvokli. No optiskajiem novērojumiem varēja secināt, ka miglājiem Kasiopejas un Vērša zvaigznājā kinētiskā temperatūra, kas raksturo gāzu masu iekšējo kustību, nav lielāka par 1000° K. Turpretī radionovērojumi 3 m viļņu garumā liecināja, ka šais miglājos ir 1000—10 000 reizes lielāka temperatūra. Šie pretrunīgie skaitļi liecināja, ka miglāja starojuma cēlonis nav meklējams parastajā daļiņu siltuma kustībā, kad daļiņas haotiski saduras savā starpā un izstaro dažāda garuma elektromagnētiskus viļņus. Vajadzēja meklēt kādu citu izskaidrojumu. Un zinātnieki pievērsās magnētiskajiem spēkiem.

## ELEKTRONI UN MAGNĒTISKAIS LAUKS

Elektrons izstaro elektromagnētiskus viļņus visos tais gadijumos, kad tas maina savu kustības ātrumu. Kustības ātruma maiņa var notikt, elektronam bremsējoties, piem., elektronu savstarpējās sadursmēs vai arī elektronu sadursmēs ar atomiem vai atomu kodoliem. Elektronu kustības ātrums mainās arī magnētiskā laukā. Magnētiskais lauks iedarbojas uz tajā kustošu elektronu un liek tam vērties ap magnētiskā lauka spēka līnijām. Šai gadījumā notiek elektrona ātruma virziena maiņa un elektrons it kā bremsējas. Šis bremsēšanās rezultātā elektrons izstaro elektromagnētiskus viļņus. Izstaroto viļņu garums ir atkarīgs no elektronu enerģijas. Ja magnētiskajā laukā kustas elektroni ar ļoti lielām enerģijām, t. s. relativistiskie elektroni, kam ātrums tuvs gaismas ātrumam, tad izstarotie elektromagnētiskie viļņi veido nepārtrauktu secību. Elektroni, kuru enerģija ir  $10^{11}$ — $10^{12}$  elektronvoltu liela, izstaro redzamo gaismu, bet elektroni, kuru enerģija ir no  $10^6$  līdz  $10^9$  elektronvoltiem, izstaro radioviļņus. Elektronu īpatnējās kustības dēļ to izstarotie elektromagnētiskie viļņi ir polarizēti, resp. to elektriskais vektors ir vērsts noteiktā virzienā. Šī īpašība piemīt jebkuriem elektronu izstarotajiem elektromagnētiskajiem viļņiem neatkarīgi no to viļņu garuma. Tātad, ja pārnovu atliekās notiek elektronu

bremzēšanās magnētiskajos laukos, tad jābūt polarizētai kā redzamai gaismai, tā radioviļņiem. Novērojumos izdevās konstatēt, ka Krabja miglājs tiešām izstaro polarizētu gaismu un arī polarizētus radioviļņus. Tas liecina, ka Krabja miglājā patiešām pastāv magnētiski lauki, kuros vijas elektroni. Šāds starojums rodas arī modernajos elementārdaļiņu paātrinātājos — sinhrotronos, tāpēc arī saka, ka Krabja miglājs izstaro sinhrotrono starojumu. Līdz ar to tiek pieņemts, ka visi pārnovu izsviestie miglāji izstaro sinhrotrono starojumu.

Rodas vēl divi jautājumi. Pirmkārt, kā radušies pārnovu atlieku magnētiskie lauki, un, otrkārt, kur cēlušies ātrie elektroni? Uz pirmo jautājumu atbildi dod starpzvaigžņu vides magnētiskā hidrodinamika. Novērojumi rāda, ka starpzvaigžņu vidē viscaur sastopami vāji magnētiskie lauki —  $10^{-2}$ — $10^{-3}$  gaušu lieli. Pārnovas uzliesmojumā izsviestās gāzu masas, traucdamās ar lielu ātrumu, iesaista savā kustībā arī apkārtnes starpzvaigžņu vidi līdz ar tajā esošajiem magnētiskajiem laukiem. Visā apvidū, ko aizņem jaunradies miglājs, izveidojas milzīgi gāzes virpuļi. Kosmiskajā gāzē ietvertiem magnētiskajiem laukiem ir tā īpašība, ka šeit spēka līnijas pārvietojas reizē ar vidi. Tāpēc gāzes virpuļos savērpjas arī magnētiskās spēka līnijas. Izveidojas it kā spēka līniju mudžeklis, kurā caur vienu kvadrātcimetru iet vairāk līniju nekā pirms virpuļošanas. Tādā kārtā pārnovu izsviestajā miglājā var izveidoties  $10$ — $100$  reizes stiprāks magnētiskais lauks nekā apkārtnē vidē. Šāds lauks jau var stipri ietekmēt elektronu kustību. Nepieciešams arī, lai elektronu ātrums būtu tuvs gaismas ātrumam, resp., lai miglājā atrastos relativistiskie elektroni.

Kādā veidā tad elektroni miglājā var iegūt vajadzīgo enerģiju?

Visvienkāršākais ir pieņēmums, ka elektroni paātrinās jau zvaigznes uzliesmojuma brīdī. Tad jaunais miglājs izplešas kopā ar tajā ietvertajiem elektroniem, un tikko izveidojas pietiekami stiprs magnētiskais lauks, elektroni sāk izstarot gaismu un radioviļņus. Taču ir grūti iedomāties, kādā veidā šajā uzliesmojuma brīdī varētu rasties šie ātrie elektroni. Tāpēc saskaņā ar citu teoriju relativistiskie elektroni izplūst no zvaigznes vēl labu laiciņu pēc uzliesmojuma un tā papildina miglāja elektronu krājumus. Gluži pretēja ir padomju astrofizika I. Gordona teorija. Viņš uzskata, ka relativistiskie elektroni nevar iziet no pārnovas tās uzliesmojuma brīdī, jo tai pašā magnētiskajā laukā, kas nepieciešams elektronu paātrināšanai, elektroni arī bremzētos, un pie tam tik strauji, ka pazaudētu visu iegūto enerģiju. Vienīgā iespēja tad būtu tā, ka relativistiskie elektroni ir sekundāri. Uzliesmojuma brīdī pārnovas apvalka magnētiskajā laukā paātrinās nevis elektroni, bet gan protoni. Tie daudz vājāk bremzējas magnētiskajā laukā, tāpēc arī mazāk izstaro un patur gandrīz visu iegūto enerģiju. Šie enerģiskie protoni savstarpējās sadursmēs rada t. s. pī-mezonus, kas savukārt sabruk par elektroniem un pozitroniem, kuri tad arī izstaro novēroto gaismu un radioviļņus.

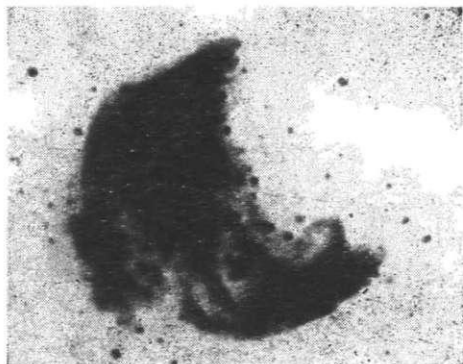
Pārnovu atliekām — miglājiem izklīstot pasaules telpā, vājinās tajos ietvertais magnētiskais lauks, un tas savukārt atvieglo elektronu izspraušanas no miglāja. Līdz ar to samazinās miglāja izstaroto radioviļņu un gaismas plūsma. Ir aprēķināts, ka pārnovu atliekas izstaro radioviļņus ne ilgāk par diviem trim tūkstošiem gadu, bet redzamo gaismu vēl īsāku laiku. Tā, piemēram, 369. gada pārnovas atliekas Kasiopejas zvaigznājā izstaro ļoti spēcīgu radiostarojumu, bet redzamajā gaismā tur vairs tik tikko ir iespējams nofotografēt dažas miglāja šķiedras. Miglāja pastāvēšanas laikā relativistiskie elektroni nepaspēj izstarot visu savu enerģiju. Tāpēc, kad miglājs izklīst, atbrīvojušies elektroni ar milzīgu spēku drāžas uz visām pusēm kosmiskajā telpā. Taču arī te viņus sagaida magnētiskie lauki. Sajos laukos elektroni atkal maina savas kustības virzienu un līdz ar to izstaro elektromagnētiskus viļņus. Starpzvaigžņu telpā relativistisko elektronu koncentrācija ir daudz mazāka nekā pārnovu izvīstajos miglājos, tāpat mazākas ir magnētisko lauku intensitātes. Tāpēc arī radiostarojums no starpzvaigžņu telpas ir daudz vājāks nekā no aprakstītajiem miglājiem. No pārnovu atliekām atbrīvojušies elektroni koncentrējas magnētiskos laukos sfēriskā apgabalā ap Galaktikas centru. Atbilstoši tam šis apgabals izstaro arī kosmiskos radioviļņus.

## KOSMISKO STARU AVOTI

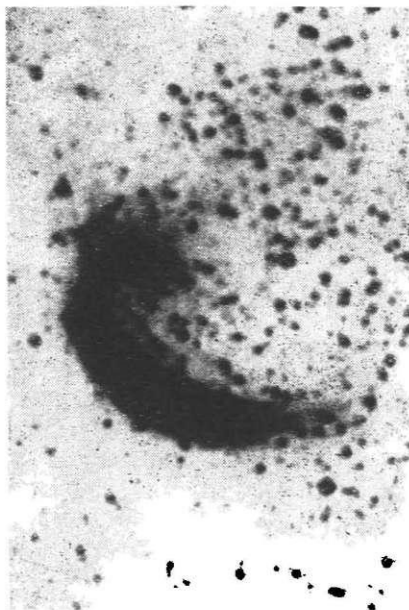
Aprakstītajā ainā tomēr ir viena nepilnība — kur palikuši tie protoni, kuri nesadūrās ar citiem un nepārvērtās par mezoniem un tālāk par elektroniem? Savas lielās masas dēļ protoni bremzējas lēnāk un izstaro mazāk enerģijas nekā elektroni. Tāpēc, miglājam izklīstot, Galaktikas plašumos nonāk diezgan daudz enerģisku protonu. Pretstatā elektroniem, tie nesaipinās magnētiskajos laukos, bet izklīst stipri tālu. Tie ir tie paši protoni, kurus pazīstam kā kosmiskos starus. Ietriekdamies Zemes atmosfērā, tie saduras ar atmosfēras atomiem un saskaldā tos sīkās drusciņās, radīdami veselu plejādi dažādu elementārdaļiņu. Pēdējās tāpēc arī sauc par sekundāriem kosmiskiem stariem, bet kosmiskos protonus — par primāriem. Tāpat pārnovu atliekas ir tās vietas, kur rodas kosmiskie starī — tas noslēpumainais starojums, kas vairākus gadu desmitus sagādāja zinātniekiem lielas raizes. Radioastronomija ir devusi iespēju novērot kosmiskos starus tieši to dzimšanas vietās — Krabja miglājā, Kasiopejas zvaigznājā, Gulbja Cilpā un citur.

Pārnovu atlieku meklējumi turpinās. Pētījumi, ko veicis padomju profesors B. Voroncovs-Veljaminovs, rāda, ka daži miglāji, ko agrāk uzskatīja par t. s. planetāriem miglājiem, īstenībā ir ļoti sen eksplodējušu pārnovu atliekas. Tādi miglāji ir Medūza, Pusmēness un Puselipse. Medūza atrodas Dvīņu zvaigznājā dienvidu daļā. Senie ķīniešu astronomi te uzrāda divas pārnovas — 829. gadā pārnovu zvaigznājā «Ūdens vieta» un 1430. gadā



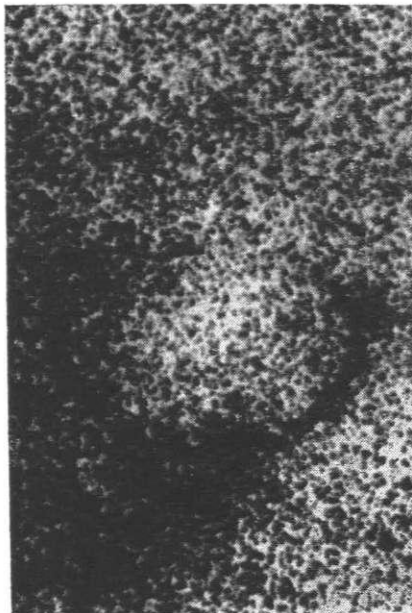


att. Miglājs Medūza.



8. att. Miglājs Pasmēness.

pārnovu zvaigznājā «Dienvidus upe». Pagaidām šī miglāja izcelšanas vēl nav droši noteikta. Pasmēness miglājs atrodas Kasiopejas zvaigznājā. Arī par šī miglāja rašanos var būt divēji uzskati, jo japāņu hronikās teikts, ka te 722. gadā uzliesmojusi spoža zvaigzne, ko varēja redzēt 5 dienas, bet ķīniešu hronikās rakstīts, ka te 902. gadā parādījusies zvaigzne-viešņa tik liela kā persiks.



9. att. Miglājs Puselipse.

Visneskaidrākais jautājums ir ar Puselipses miglāju. Tas atrodas Kasiopejas zvaigznājā, kur ir vairāki radiostarojuma avoti un saskaņā ar seno hroniku ziņām uzliesmojušas arī vairākas pārnovas. Tāpēc īstās miglāja «priekšteces» atrašana ir ļoti complicēta. B. Voroncovs-Veljaminovs uzskata Puselipsi par 369. gada pārnovas atliekām, pretēji līdzšinējam uzskatam, ka šīs pārnovas atliekas ir 6. attēlā redzamās miglāja šķiedras, par kurām norādijām raksta sākumā. Senie astronomi ir atstājuši mums ļoti neprecīzas zvaigžņu-viešņu koordinātas, tāpēc ir pilnīgi iespējams, ka nemaz neizdosies noteikt, kurai zvaigznei šie miglāji galu galā atbilst. Tomēr nav nekādu šaubu, ka vispār tās ir pārnovu uzliesmojuma sekas. Par to liecina radiostarojums, ko novērojam visu triju minēto miglāju vietās.

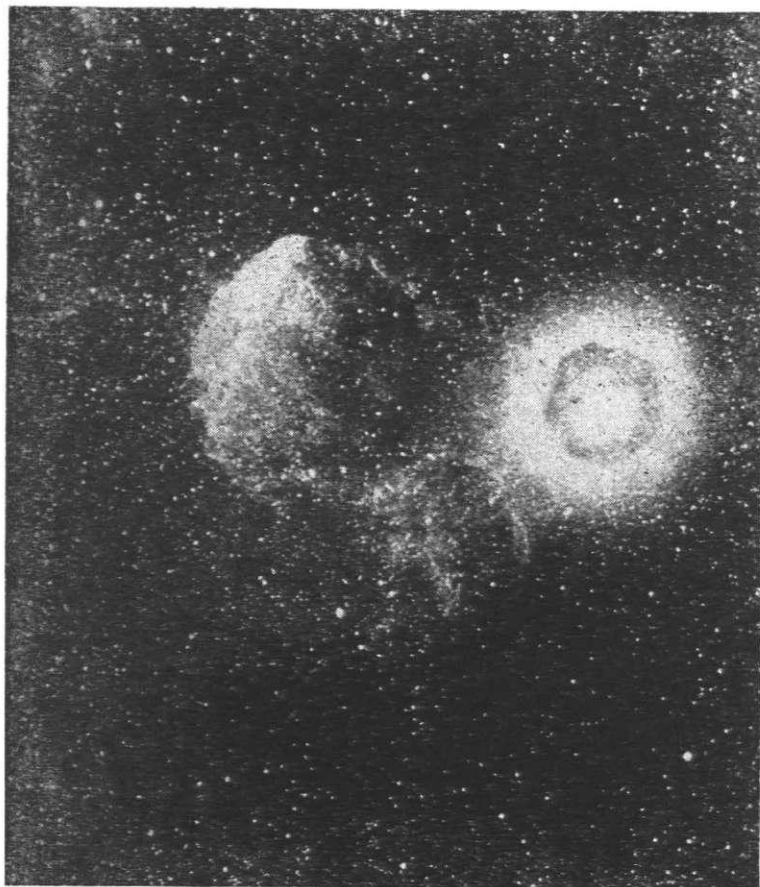
Ir pilnīgi iespējams, ka vēl vairāki no pagaidām nenoskaidrotiem radiostarojuma avotiem izrādīsies pārnovu atliekas. Bez tam jāievēro, ka laba tiesa ir arī tādu uzliesmojumu atlieku, kas jau izkļīdušas pavisam, neatstādamas ne redzamās, ne «radiopēdas». Padomju astrofizikis J. Sklovskis ir aprēķinājis kopīgo relativistisko protonu daudzumu, kāds patlaban klīst Galaktikā, ja pieņem, ka šādi protoni radās katrā pārnovas uzliesmojumā. Šis daudzums izrādās tieši tik liels, cik ir vajadzīgs, lai izskaidrotu nove-

roto kosmisko staru intensitāti. Tā mūsdienu fizika sadarbojas ar astronomiju, un abām zinātnēm tas ir liels ieguvums. Sai simbiozē rodas arī jauns novirziens, ko varētu nosaukt par kosmisko bioloģiju.

#### ZEMES IEMITNIEKI PĀRNOVU IETEKME

Pēdējos gados arvien vairāk nostiprinās uzskats, ka Zemes iemitnieki ir pakļauti ne vien Saules, bet arī pārējo kosmisko ķermeņu ietekmei. Jau minējām, ka mūsu Galaktikā pārnovu uzliesmojumi ir bieža parādība. Pēdējos 1000 gados vien bija redzamas veselas sešas pārnovas un pie tam ļoti spožas, tātad — ļoti tuvas. Statistiskie aprēķini rāda, ka mūsu Zemes pastāvēšanas laikā Saules tuvumā ir uzliesmojušas kādas 10 pārnovas. Katrā uzliesmojumā izdalijās ļoti daudz relativistisko elektronu. Tā Krabja miglāja tuvumā enerģisko daļiņu koncentrācija ir apmēram 20 reizes lielāka par primāro kosmisko staru koncentrāciju Zemes tuvumā, bet miglāja IC 443 tuvumā — pat 50—100 reizes lielāka. Ja kādreiz kāda pārnova

10. att. Radiomiglājs IC 443+S 40, kuru uzskata par ļoti senu pārnovas atlieku. Pa labi redzams oreols no zvaigznes Dviņu η.



uzliesmoja pavisam tuvu Saulei, tad Zeme vairākus simts vai pat tūkstošus gadu atradās 10—100-kārtīgā kosmiskā starojuma laukā. Ja ievērojam, ka evolūciju nosaka dabiskā izlase visas apkārtējās vides ietekmē, tad rodas jautājums, vai šis starojums nevar būt ietekmējis Zemes faunas un floras attīstību? Pēdējo desmit gadu pētījumi bioloģijā rāda, ka intensīvs starojums var ietekmēt dzīvu organismu likteni, it sevišķi to pēcnācējus. Starojuma ietekmē pieaug mutāciju resp. pēcnācēju dažādību skaits. Mutāciju pieaugums var radikāli grozīt dabiskās izlases rezultātus, it sevišķi pie dzīvniekiem. Augiem, lai iegūtu divkārtēju mutācijas biežuma pieaugumu, vajadzīgs 100—1000 reizes augstāks starojuma līmenis, bet dzīvniekiem pietiek ar 3—10-kārtīgu. Atkarībā no dažādiem faktoriem mutāciju biežuma maiņa var novest kā pie jaunu sugu veidošanās, tā arī pie veco sugu izmiršanas. Tāpēc nav izslēgts, ka kādas pārnovas uzliesmojums var būt ietekmējis mūsu Zemes organismu attīstību. Tas varētu būt noticis krīta laikmeta beigās — apmēram pirms 70 miljoniem gadu. Ģeoloģiskie dati liecina, ka tad uz Zemes ir notikušas lielas pārmaiņas. Poļu zinātnieks J. Levinskis par šo laikmetu raksta: « patiešām, krīta laikmeta beigas ir tas laiks, kad izmira vēl citas dzīvnieku valsts grupas. Uz sauszemes tai laikā izmirst pēdējie mezozoiskās ēras rāpuļi — dinosauro un spārnainie pterosauro, jūrā bez amonītiem izmirst arī belemnīti, kuriem krīta laikmetā bija izveidojušās galvenokārt lāpstveidīgi izplētusās formas, tāpat visi jūras rāpuļi — ihtiozauro, plezjozauro un milzīgie mozozauro. Šī vienlaicīgā dažādu dzīvnieku sugu izmiršana, kas dzīvoja gluži dažādos apstākļos, kā, piem., sauszemes un jūras rāpuļi, ir līdz šim laikam viena no lielākajām Zemes notikumu miklām. Pašreiz nevar iedomāties nevienu kopīgu iemeslu no fiziskās ģeografijas jomas: krīta laikmeta beigās nav notikusi nekāda piepeša klimata vai atmosfēras sastāva maiņa; par to liecina vienmērīgā, netraucētā augu valsts attīstība »<sup>1</sup> Iespējams, ka ārkārtīgi straujā augu valsts attīstība akmeņogļu laikmetā ir paaugstinātas radiācijas sekas. Varbūt pat kosmiskā radiācija savā laikā ir ietekmējusi sarežģītu savienojumu rašanos no vienkāršākiem, tā dodot sākumu dzīvu organismu pastāvēšanai uz Zemes

Taču zinātnieku galvenais darbs ir un paliek ļoti rūpīga debess objektu novērošana ar visiem iespējamiem līdzekļiem, jo tikai bagātīgs fakto materiāls dod iespēju izstrādāt nopietnas teorijas, kas pareizi atspoguļo dabas notikumus. Tāpat tas ir arī pārnovu jautājumā. Tā kā pārnovas parasti uzliesmo negaidīti, nav iespējams pētīt tās pirms uzliesmojuma. Toties daudz pētī izsviesto miglāju gaismas un radiostarojuma spektrus, to izstaroto enerģiju un izsviestās masas daudzumu. Ir izdevies noskaidrot, ka pārnovu atlieku radiostarojuma intensitāte ir proporcionāla uzliesmojušās zvaigznes spožumam, bet nav nekādā sakarā ar jaunā miglāja spožumu.

<sup>1</sup> Jan Lewiński, Historia Ziemi, Warszawa, 1956., 208. lpp.

Raksturīgs piemērs te ir Krabja miglājs, kas ir visspožākais no pārnovu izsviestajiem miglājiem, bet kura radiostarojums ir vājāks par Kasiopejas zvaigznāja radiostarojuma avotu, lai gan pēdējā vietā redzamas tikai dažas šķiedras.

## EKSPLODE PIRMSZVAIGZŅU MATERIJA

Atkarībā no spožuma uzliesmojuma brīdī un izsviestā miglāja masas visas pārnovas iedala divās lielās grupās. I tipa pārnovas ir ļoti spožas, bet to izsviestā masa ir maza — kāda simtdaļa no Saules masas. Izdalītā kinētiskā enerģija ir ap  $10^{46}$  ergu. Novērotā optiskā un radiostarojuma plūsma ir izskaidrojama tikai tad, ja pieņem, ka te notiek elektronu sinhrotrona paātrināšana. Turpretī II tipa pārnovām, kam izsviestā masa ir milzīga — pāris desmiti Saules masas, bet spožums mazāks, starojums var rasties tāpat kā parastos spīdošos miglājos elektronu un protonu satursmēs. II tipa pārnovu izstarotā kinētiskā enerģija ir milzīga —  $10^{52}$  ergu. Tas norāda uz kardinālām pārvērtībām zvaigznes dzīlēs. Iespējams, ka te notiek pilnīga zvaigznes atomu saspiešana, kā to kādreiz domāja F. Cviki. Padomju astrofiziķis V. Ambarcumjans tomēr izsaka gluži pretējas domas. Viņš uzskata, ka pārnovu gadījumā novērojam ārkārtīgi blīvas pirmszvaigžņu matērijas eksploziju. Kad no tādas matērijas izveidojas zvaigzne, tad tās dzīlēs var vēl saglabāties pirmszvaigžņu matērija. Ar laiku tā porcijām izdalās uz āru, kur strauji izplešas līdz parastam vielas blīvumam. Rezultātā zvaigzne uzliesmo kā pārnova, un izsviestā viela izveido miglāju. J. Šklovskis domā, ka II tipa pārnovas ir bijušās O un B zvaigznes, kas uzliesmodamas pārvēršas vai nu par baltajiem punduriem, vai arī par neitronu zvaigznēm. Savu domu viņš pamato ar pārnovu telpisko sadalījumu. Mūsu Galaktikā pārnovas koncentrējas galvenokārt Galaktikas plaknes tuvumā, spirāļu zaros; tāpat koncentrējas arī O un B zvaigznes. Par pārnovām kļūst 10—20% O zvaigžņu, bet pa lielākai daļai šai varenai katastrofai ir pakļautas B zvaigznes. Savas domas apstiprinājumam J. Šklovskis norāda uz Buru zvaigznāju, kur konstatēti 3 tuvi radiostarojuma avoti tieši tai apgabalā, kur ir daudz O un B zvaigžņu. Iespējams, ka radiostarojuma cēlonis te ir kādreiz sen uzliesmojušu pārnovu neredzamās atliekas.

Vienā ziņā tomēr visi zinātnieki ir vienisprātis — pārnovas ir noteiktu spektra klašu zvaigznes un pilnīgi aplams ir šī gadsimta sākumā valdošais uzskats, ka jebkura zvaigzne var uzliesmot kā pārnova. Tāpēc arī nav nekāda pamata bažām, ka mūsu Saule varētu kādā jaukā dienā spoži uzliesmot un sadedzināt visu savu dzīvo radību. Saule ir gluži citas spektra klases — G klases zvaigzne, kas nepieder ne pie pārnovām, ne pat pie novām. Saules dzīlēs notiekošie procesi ir pakļauti gluži citādām likumbām, un tās piepeša eksplozija nav gaidāma.



M. ZEPE

## LAIKS UN GRAVITĀCIJA

Relativitātes teorija ir dziļi ietekmējusi visu mūsu gadsimta fiziku. Tā kļuvusi nepieciešama kā atomu kodolu un elementārdaļiņu izpratnei, tā arī zvaigžņotā Visuma pētījumiem. Relativitātes teorija ir izmainījusi arī mūsdienu cilvēka zinātnisko pasaules uzskatu, tāpēc tās ietekme sniedzas pāri šauram speciālistu lokam un skar plašās inteliģences masas. Šodien fiziķi vairs nemulst, domādami par to, ka ķermeņu izmēri un masa, tāpat arī laika sprīži starp dažādiem notikumiem nav absolūti, paši par sevi noteikti lielumi, bet mainās atkarībā no tā, no kāda novērošanas punkta tos mēri. Laiks un telpa kā matērijas eksistences formas izrādās atkarīgi no matērijas izvietojuma un kustības, tāpēc laika ritms un telpas ģeometriskā struktūra dažādās vietās ir dažādi.

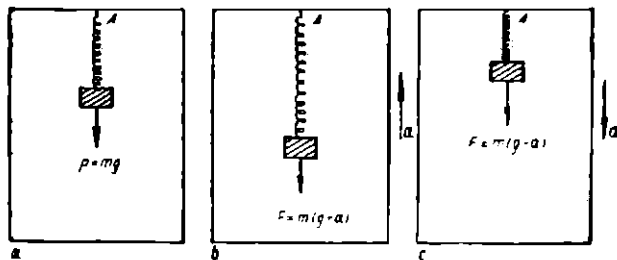
Kaut arī relativitātes teorijas panākumi ir lieli, tās pamata postulāti un secinājumi vēl arvien gaida jaunu eksperimentālu pārbaudi. Atskatoties fizikas vēsturē, mēs redzam, ka katrai teorijai ir savs pielietojuma lauks, — tā der zināmās robežās, bet ārpus tām atsakās kalpot. Bez tam eksperimentu precizitāte strauji progresē, un šodien mēs jau varam noskaidrot tādus jautājumus, kuri pirms gadiem desmit likās neatrisināmi.

«Zvaigžņotās debess» 1960. gada rudens izdevumā bija ievietots U. Dzērvīša raksts «Jaunas atziņas par gravitāciju», kurā bija skarta arī vispārīgā relativitātes teorija, ko citiem vārdiem var saukt arī par Einšteina gravitācijas teoriju. Tur bija apskatīts viens no šīs teorijas pamata postulātiem, tā saucamais ekvivalences princips. To varam izteikt tā: ja dabas procesus pētīsim laboratorijās, kas atrodas gravitācijas laukā, tad atklāsim tos pašus likumus, ko atklājam, strādājot laboratorijā, kas kustas ar attiecīgu paātrinājumu. Pie ekvivalences principa pakavēsimies tuvāk, jo šis raksts veltīts jauniem eksperimentiem, kas kalpo šī principa pārbaudei.

### NOVĒROJUMI LIFTĀ

Iedomāsimies, ka atrodamies mierā stāvošā liftā, kur pie griestiem atsperes svaros esam piekāruši kādu ķermeni. Atsperes izstiepums rāda šī ķermeņa svaru. Bet kāpēc ķermenim ir svars? Parastā atbilde ir šāda:

11. att. Ķermeņa svara izmaiņa atkarībā no lifta kustības: *a* — liftam mierā stāvot, svars  $p=mg$ ; *b* — liftam paceļoties ar paātrinājumu  $a$ ,  $F=m(g+a)$ ; *c* — liftam nolaižoties ar paātrinājumu  $a$ ,  $F_1=m(g-a)$ .



ap Zemi ir gravitācijas lauks, kas it kā izstaro uz visām pusēm un, attālinoties no Zemes, kļūst arvien vājāks un vājāks. Uz katru ķermeni, kas atrodas šai laukā, darbojas spēks, ko saucam par Zemes pievilkšanas spēku. Ja ķermenis atrodas uz kāda atbalsta, tad šī spēka darbību konstatējam kā šī ķermeņa svaru. Ja ķermenis nav nostiprināts, tad tas paātrināti krīt, pie kam bezgaisa telpā paātrinājums visiem ķermeņiem vienāds; Zemes tuvumā tas ir  $g = 981 \text{ cm/sek}^2$ .

Sāksim tagad dažus eksperimentus. Vispirms liksim liftam paātrināti celties augšup. Mēs sajūtīsim, ka tiekam ciešāk piespiesti pie grīdas, it kā mūsu svars būtu pieaudzis, un ievērosim arī, ka svaru atsperē ir vairāk izstiepta nekā sākumā, tātad arī ķermenis ir kļuvis «smagāks».

Liftam paātrināti slidot lejup, mēs novērotu svara samazināšanos. Ja lifts brīvi kristu, ķermeņi tur atrastos bezsvara stāvoklī.

Mēs varētu novērot arī citas parādības. Piemēram, ļausim kādai lodītei brīvi krist. Tad redzēsīm, ka, liftam ceļoties augšup, lodīte ar lielāku paātrinājumu tuvojas lifta grīdai nekā mierā stāvošā liftā. Ja turpretī lifts slīdētu lejup, lodīte kristu lēnāk. Liftam brīvi krītot, lodīte paliktu «karājamies gaisā», proti, tās attālums no grīdas visu krišanas laiku paliktu nemainīgs.

Tā esam pārliecinājušies, ka lifta paātrinājums var gravitācijas lauka darbību pastiprināt, pavājināt vai pat pilnīgi neitralizēt. Šādi novērojumi pazīstami jau klasiskajā mehānikā, un tur tos izskaidro ar inerces spēkiem, kas sāk darboties uz ķermeni, kad lifts kustas paātrināti.

Ja ķermeņa masa ir  $m$ , tad mierā stāvošā liftā spēks, kas ķermeni velk lejup, ir tā svars  $p$ , ko matemātiski varam izteikt šādi:

$$p = mg.$$

Kad lifts paceļas ar paātrinājumu  $a$ , tad ar tādu pašu paātrinājumu ceļas arī atsperes piestiprināšanas punkts *A* (11. att.), bet ķermenis inerces dēļ cenšas paturēt savu iepriekšējo stāvokli. Šī iemesla dēļ atsperes izstiepums palielinās tieši tik daudz, it kā uz ķermeni darbotos lejup vērsts papildu spēks  $f$ , kas izsakāms tā:

$$f = ma.$$

Spēku  $f$  sauc par inerces spēku. Tātad ķermeni velk uz leju divi spēki: tā svars  $p$  un inerces spēks  $f$ . Tos apvienojot, dabūjam kopīgo spēku

$$F = p + f = m(g + a).$$

Tāpēc atspere ir vairāk izstiepta, bet brīvi palaists ķermenis tagad krīt ar paātrinājumu  $g + a$ .

Ja turpreti lifts slid lejup ar paātrinājumu  $a$ , tad punkts  $A$  tuvojas ķermenim, kas inerces dēļ cenšas palikt savā iepriekšējā vietā, un atsperes izstiepums samazinās. Rezultāts ir tāds, it kā ķermenim būtu pielikts augšup vērsts inerces spēks  $f$ , kas samazina smaguma spēka ietekmi. Atsperes izstiepumu tad nosaka spēks

$$F_1 = p - f = m(g - a).$$

Brīvi palaists ķermenis kritis ar paātrinājumu  $g - a$ .

Pievērsīsim tagad uzmanību lielumam  $m$ , ko mēs nosaucām par ķermeņa masu. Vienu reizi mēs to lietojām formulā, kas definē ķermeņa svaru  $p$ , otrreiz tas nosaka inerces spēku  $f$ . Pirmajā gadījumā tā ir īpašība, kas nosaka ķermeņu savstarpējo pievilkšanos, un to saucam par gravitācijas masu jeb smago masu. Otrajā gadījumā tā raksturo inerci — ķermeņa spēju saglabāt savu iepriekšējo stāvokli, pretojoties ārējā spēka darbībai, — tāpēc to sauc par inerto masu. Abus šos masas jēdzienus mehānikā lieto kopš Ņūtona laika. Līdz pat 20. gadsimta sākumam nebija skaidrs, vai šīs masas ir identiskas vai ne. Eksperimenti rādīja, ka tās vienmēr proporcionālas un var izvēlēties tādas mērvienības, ka tās skaitliski sakrīt. Arī mūsu apskatītajā piemērā abas masas ir vienādas. Tieši šis apstāklis ir par cēloni parādībām, ko novērojam liftā.

Klasiskās mehānikas ietvaros šo masu vienādība palika neizskaidrojams fakts. A. Einšteīnam izdevās parādīt, ka smagā masa un inertā masa būtībā ir viena un tā pati ķermeņa īpašība, tikai skatīta katrreiz no sava viedokļa. Vienreiz pieņemam Zemi par mierā stāvošu un krītošo ķermeni par kustīgu, tad sastopamies ar smago masu, otrreiz lifts kustas paātrināti attiecībā pret ķermeni, tad runājam par inerto masu.

Sakarā ar smagās un inertās masas identitāti rodas svarīga problēma. Zemes virsū, kur mēs «jūtamies kā mājās», mēs protam atšķirt gravitācijas lauka darbību no paātrinājuma ietekmes. Bet vai vienmēr tas izdosies?

Iedomāsimies, ka slēgtā kabīnē bez logiem dodamies tālu prom no savas dzimtās planētas. Pa ceļam vērojam, ka mūsu kabīnē visi priekšmeti laiku pa laiku kļūst gan smagāki, gan vieglāki, tiek vilkti gan vienā, gan otrā virzienā. Dabiski rodas jautājums, kāpēc? Mūsu novērojumi liftā rāda, ka te iespējamas divas atbildes: vai nu mēs ceļojam ar mainīgu ātrumu, vai arī nokļūstam mainīgos gravitācijas laukos. Kura no šīm



atbildēm pareiza, mēs nevaram pateikt, jo gravitācijas lauks un paātrinājums uz mūsu mērinstrumentiem iedarbojas vienādi.

No šādiem apsvērumiem A. Einšteins secināja, ka paātrināta kustība ir ekvivalenta gravitācijas laukam, jo izvēloties attiecīgi paātrinātu sistēmu, iespējams gan kompensēt gravitācijas lauka ietekmi, gan arī radīt apstākļus, kas līdzīgi apstākļiem gravitācijas laukā.

Šeit jāpiezīmē, ka minēto novērojumu vien vēl nepietiek, lai formulētu ekvivalences principu vispārīgā veidā. Mēs apskatījām tikai mehānikas eksperimentus. Tāpēc pagaidām varam apgalvot vienīgi to, ka mehāniskos procesus gravitācijas lauks un paātrinājums ietekmē vienādi. Bet varbūt citas parādības, piemēram, elektromagnētiskās, ļauj secināt, kad atrodamies gravitācijas laukā un kad kustamies paātrināti?

Pagaidām atstāsim šo jautājumu neatbildētu, bet pakavēsimies vēl brīdi mehānikas laukā un apskatīsim kādu savdabīgu secinājumu, kas izriet no ekvivalences principa.

### PULKSTEŅI GRAVITĀCIJAS LAUKĀ

Relativitātes teorija pierāda, ka pulksteņu gaita ir atkarīga no kustības. Ja salīdzinātu divus identiskus pulksteņus, no kuriem viens atrodas istabā uz galda, bet otrs ir pasažierim ejošā automašīnā, tad izrādītos, ka tie rāda dažādu laiku. Šādu salīdzināšanu varētu izdarīt ar gaismas vai radio signālu palīdzību. Tikai šīnī gadījumā starpība būtu tik niecīga, ka parastie pulksteņi ir par neprecīziem, lai to konstatētu. Automobilim vajadzētu ļoņot ar ātrumu, kas tuvs gaismas ātrumam (300 000 km/sek), tikai tad mūsu eksperimentā būtu sagaidāms pozitīvs rezultāts. Tāpēc ikdienas dzīvē relativitātes teorija nekādas izmaiņas neienes, un tās atzinumi liekas visai dīvaini.

Ja mums no vienas puses zināms, ka kustība ietekmē laika ritmu ķermeņos, bet no otras puses pārliccinājāmajies, ka paātrināta kustība ir līdzvērtīga gravitācijas laukam, tad jāsecina, ka pulksteņi, kas atrodas dažādos gravitācijas laukos, arī rāda dažādu laiku. Piemēram, ja divus vienādus pulksteņus novietotu vienu uz Zemes, otru uz Saules, tad aprēķini rāda, ka otrais pulkstenis atpaliktu, salīdzinot ar pirmo. Mēs zinām, ka, attālinoties no Zemes, tās gravitācijas lauks pavājinās. Tāpēc sagaidāms, ka lidmašīnā, kas pacēlusies dažu kilometru augstumā, ir cits laiks nekā aerodromā.

Šie secinājumi rāda vienu ceļu, kā eksperimentāli pārbaudīt ekvivalences principu. Kaut arī ideja vienkārša — jānolasa divi pulksteņi dažādos gravitācijas laukos — tomēr praktiskais izpildījums ir ļoti grūts. Novietot pulksteņus uz dažādiem debess ķermeņiem nav iespējams. Bet pulksteņu gaitas izmaiņai dažādos augstumos jābūt tik niecīgai, ka mūsu rīcībā nav tik precīzu pulksteņu, lai to varētu konstatēt.

## PULKSTENI KĻOST NEPARASTI

Bet kas tad ir pulkstenis? Tā ir ierīce laika mērīšanai. Svarīgi tur nav rādītāji un ritenīši, bet periodiskā kustība. Mēs pazīstam kosmiskos pulksteņus — debess ķermeņus, pēc kuru periodiskās kustības mēram laiku dienās, gados un mēnešos. Mūsdienās lieto arī atomu pulksteņus, kuros norit periodiska elektronu kustība. Šīs kustības rezultātā atoms izstaro gaismu ar noteiktiem viļņa garumiem, kas atkarīgi no tā, kādas vielas atomus esam izvēlējušies. Viļņa garuma vietā var runāt par frekvenci — svārstību skaitu vienā sekundē. Kā viļņa garums, tā frekvence ir periodiski lielumi, kas var kalpot laika mērīšanai un līdz ar to ekvivalences principa pārbaudei.

Iedomāsim divus ūdeņraža atomus — vienu uz Saules, otru uz Zemes. Ja laika ritms uz Saules ir cits nekā uz Zemes, tad šo atomu izstarotām gaismas frekvencēm jābūt atšķirīgām. Aprēķini rāda, ka atoms uz Saules izstaro drusku mazāku frekvenci (drusku garāku viļni) nekā atoms uz Zemes. Tāpēc Saules ūdeņraža spektrā visām līnijām vajadzētu būt pārbīdītām uz spektra sarkano galu, salīdzinot ar Zemes ūdeņraža spektru. Šo parādību sauc par sarkano novirzi gravitācijas laukā. Relativitātes teorijas aprēķini dod šīs novirzes skaitlisko vērtību.

Bet vai šāda novirze tiešām pastāv?

Ir pētīti ļoti daudzi Saules un citu zvaigžņu, īpaši tā saucamo balto punduru spektri. Sarkanā novirze ir konstatēta, bet tās skaitlisko vērtību pārbaudīt ir grūti, jo traucē dažādi blakus apstākļi, piemēram, pētāmās gaismas frekvence izmainās arī Zemes un zvaigznes savstarpējās kustības dēļ (Doplera efekts).

Vai nevarētu šādus atomu pulksteņus izmantot, lai noskaidrotu līnijas novirzi dažādos attālumos no Zemes. Doplera efekta ietekme un daži citi traucējumi tad būtu novērsti. Citiem vārdiem, vai nevarētu pacelt kādu gaismas avotu zināmā augstumā virs Zemes un pārliecināties, vai līnijas spektrā pārbīdās vai ne. (Šai gadījumā sagaidāma violetā novirze: līnijām jāpārvietojas uz īso viļņu galu, tāpēc ka starojošie atomi atrodas vājākā gravitācijas laukā nekā virs Zemes.) Aprēķini rāda, ka sagaidāmā viļņa garuma izmaiņa būs viena miljonmiljardā daļa ( $\frac{1}{10^{15}}$ ) no paša viļņa garuma. Tas nozīmē, ka, lai šo novirzi varētu konstatēt, izstarotajai frekvencei jābūt ļoti stabilai, t. i., spektra līnijai ļoti asai. Neviena no līnijām, ko tagad izmanto atomu pulksteņos, šīs prasības neapmierina.

## SĀK DARBOTIES KODOLU PULKSTENIS

1958. gadā vācu fiziķis R. Mesbauers (R. L. Mössbauer) publicēja darbu par  $\gamma$  staru absorbciju. Par starotāju viņš izmantoja radioaktīvā iridija ( $\text{Ir}^{191}$ ) kodolus. Izrādījās, ka izstaroto  $\gamma$  staru frekvence ir vairāk nekā

simtkārtīgi stabilāka par visām pazīstamajām frekvencēm, ko izmanto atomu pulksteņos. Eksperimentu pārbaudīja citās laboratorijās Anglijā un ASV ar radioaktīvo dzelzs izotopu  $Fe^{57}$  un arī konstatēja ārkārtīgi stabilu frekvenci. Tā bija atklāts tik lielisks pulkstenis, ka ekvivalences principa pārbaudei vairs nebija vajadzīga kosmiskā telpa, bet to varēja izdarīt laboratorijā. Pie darba ķērās grupa fizikū T. Krenšova (T. E. Cranshaw) vadībā Harvellā (Anglijā) un R. Paunds (R. V. Pound) un G. Rebka (G. A. Rebka) Harvardā (ASV). 1959. gadā parādījās publikācijas ar pozitīviem rezultātiem.

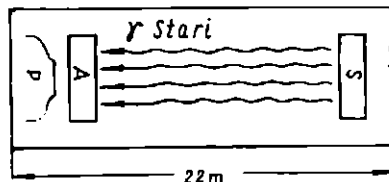
Kā var noteikt sarkano vai violeto novirzi  $\gamma$  stariem, ja parastie spektrografi, ar kuriem nosaka redzamās gaismas līniju novirzi, šeit nav lietojami?

$\gamma$  starus izstaro atomu kodoli, ja tie atrodas ierosinātā stāvoklī, t. i., ja to enerģija lielāka par normālo. Izstarojot  $\gamma$  kvantu, kodols atbrivojas no liekās enerģijas un pāriet pamatstāvoklī. Viena elementa atomu kodoli izstaro starus ar noteiktu frekvenci, piemēram,  $Fe^{57}$  frekvence ir  $3 \cdot 10^{18}$  svārstību sekundē (uz Zemes). Ja šie  $\gamma$  stari krīt uz kādu dzelzs gabalu, kas satur  $Fe^{57}$  kodolus pamatstāvoklī, tad šā izotopa kodoli absorbēs krītošos  $\gamma$  starus un pāries ierosinātā stāvoklī. Ja turpretī uz  $Fe^{57}$  kritīs  $\gamma$  stari ar citu, kaut nedaudz atšķirīgu frekvenci, tad absorbcija nenotiks.

Iedomāsim tagad augstu torni, kura augšā atrodas metala gabals, kas satur  $Fe^{57}$  ierosinātā stāvoklī. To sauksim par starotāju S (12. attēls). Torņa apakšā ir absorbētājs A, kas satur  $Fe^{57}$  pamatstāvoklī. Zem absorbētāja novietots  $\gamma$  staru skaitītājs P, kas sāk tikšķēt, ja tajā nonāk  $\gamma$  stari.

Ja torņa augšā  $Fe^{57}$  izstarotu to pašu frekvenci kā Zemes virsū, tad  $\gamma$  stari iestrēgtu absorbētāja un skaitītājs klusētu. Ja turpretī S izstarotā frekvence būs izmainījusies, tad stari ies absorbētājam cauri, un skaitītājs sāks darboties. Tādā kārtā, ja skaitītājs strādā, secinām, ka līnijas novirze pastāv.

12. att. Eksperimenta iekārtas shēma. Torņa augšā atrodas  $\gamma$  staru starotājs S, apakšā absorbētājs A, zem tā —  $\gamma$  staru skaitītājs P.



Bet kā izmērīt novirzes lielumu? Mums taču jāpārlicinās, vai aprēķinātā novirze saskan ar novēroto.

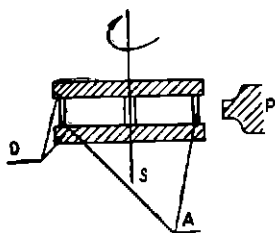
Jau minējām, ka Doplera efekts traucēja sarkanās novirzes novērtēšanu zvaigžņu spektros. Šoreiz turpretī tas izrādās noderīgs. Par Doplera

efektu sauc frekvences novirzi, kas rodas, ja starotājs kustas attiecībā pret novērotāju: ja tie attālinās viens no otra, rodas sarkanā novirze, ja tuvojas — violetā novirze. Novirzes lielums atkarīgs no kustības ātruma.

Ja, gravitācijas laukam pavājinoties, starojumam torņa augšā būtu radusies violetā novirze, tad, attālinot absorbētāju no starotāja, varētu pielaikt tādu ātrumu, lai Doplera efekta radītā sarkanā novirze pilnīgi kompensētu violeto novirzi un frekvence atgūtu savu neizmainīto vērtību. Tad stari absorbētos, un skaitītājs apklustu. Izmērot kustības ātrumu, var aprēķināt novirzes lielumu. Tādā veidā to arī izdarīja.

Torņa augstums Harvellā bija 12,5 m, Harvardā 22 m. Eksperimentus atkārtoja, pilnveidojot iekārtas. Noskaidrojās, ka efektu ļoti ietekmē temperatūra: ja starotāja un absorbētāja temperatūra atšķirtos par  $1^{\circ}\text{C}$ , tad meklējamo novirzi vairs nevarētu konstatēt. Labākajos eksperimentos iegūtās novirzes attiecība pret aprēķināto ir  $1,05 \pm 0,10$ . Tātad frekvences novirze gravitācijas laukā ir eksperimentāli konstatēta.

Lai pārliecinātos, vai tiešām gravitācija ir ekvivalenta paātrinājumam, Harvellas fiziķi izmantoja kodolu pulksteni vēl citā eksperimentā. Iekārta bija šāda: uz dzelzs cilindra ar 0,8 cm diametru novietoja kā starotāju radioaktīvo  $\text{Fe}^{57}$  Cilindru iestiprināja starp divām duralumīnija plātēm. Šīs plātes saturēja arī otru koncentrisku dobjū cilindru ar 13,28 cm diametru, kura sienas kalpoja kā absorbētājs. Blakus bija novietots skaitītājs  $P$  (13. attēls). Kad ripa bija miera stāvoklī, skaitītājs klusēja, jo starus absorbēja ārējais cilindrs. Kad ripu grieza ar ātrumu 500 apgriezienu sekundē, skaitītājs strādāja, jo absorbcija nenotika. Frekvences novirzes te radās rotācijas dēļ, kas ir paātrinātas kustības speciāls gadījums.



13. att. Rotējošā iekārta. Starp plātēm  $D$  nostiprināts centrālais cilindrs  $S$ , kas izstaro starus, un ārējais cilindrs  $A$ , kas tos absorbē.  $P$  — skaitītājs.

Tādējādi eksperimentāli ir pierādīts, ka laika ritms ķermeņos ir atkarīgs no to kustības un gravitācijas lauka. Tā kā šeit lietots nevis mehāniskais, bet elektromagnētiskais pulkstenis, tad reizē ir arī pārbaudīts, ka arī elektromagnētiskajiem procesiem ekvivalences princips ir spēkā.

Jau A. Einšteins norādīja, ka ekvivalences principam ir ierobežojums: tas der tikai mazu izmēru gravitācijas laukos. Sākumā apskatītajā pie-

mērā mēs varējām nelielā apgabalā Zemes gravitācijas lauku kompensēt ar brīvi krītošu liftu, bet nav iespējams konstruēt tādu liftu, kas kompensētu visu gravitācijas lauku. To pašu varam paskaidrot vēl ar šādu piemēru. No ābeles krit ābols. Mēs esam paraduši domāt tā: Zeme «stāv uz vietas» un pievelk ābolu, tāpēc tas paātrināti tuvojas Zemei. Bet varētu spriest arī citādi, proti, ka ābols «stāv uz vietas», bet kāds demons stumj Zemi ābolam pretī. Novērotā ābola kustība attiecībā pret Zemi būtu abos gadījumos vienāda. Bet ja nu domāsim, ka Zemes lodes otrā pusē arī ir ābele, no kuras krit ābols tajā pašā brīdī, kad no mūsu ābeles, tad demonam vajadzētu Zemes lodi bidīt vienlaicīgi divos tieši pretējos virzienos, kas nav iespējams. Gravitācijas laukā turpretī iespējama vienlaicīga ābolu krišana visdažādākajās vietās.

Rotējošā sistēmā centrālās spēku lauks pirmā acu uzmetienā it kā atgādina mākslīgi radītu gravitācijas lauku. Tomēr, tuvāk paskatoties, pārliecināmies, ka arī tas nebūt nav identisks «īstajiem» gravitācijas laukiem. Gravitācijas lauks vienmēr vērsts uz masas centru, un tā intensitāte samazinās pretēji proporcionāli attāluma kvadrātam. Centrbēdzes spēks vērsts prom no rotācijas centra, un tas pieaug proporcionāli attālumam no centra.

Ekvivalences principam ir vēl arī cits ierobežojums. Šī gadsimta sākumā, kad A. Einšteins izstrādāja savu teoriju, visas dabas parādības fizikā izskaidroja ar mehāniskajiem un elektromagnētiskajiem procesiem. Mūsdienų fizikā elementārdaļiņu pasaulē ir atklājusi vēl cita tipa procesus. Pētījumi rāda, ka tiem ekvivalences princips vairs nav spēkā. Par to bija runa arī minētajā U. Dzērvīša rakstā.

Daži relativitātes teorijas secinājumi eksperimentāli vēl maz pārbaudīti, jo tie prasa neparastus apstākļus — vai nu ļoti lielus ātrumus un milzīgus telpas apgabalus, vai arī gandrīz fantastisku precizitāti mērinstrumentos. Šāda precizitāte laika mērījumos, kā redzējam, ir sasniegta. Sagaidāms, ka kodolu pulksteņus izmantos arī citos pētījumos.

Piemēram, vēl joprojām norisinās diskusija ap tās saucamo pulksteņu paradoksu. Problēma ir šāda. Iedomāsim diviņu brāļus, no kuriem viens dodas kosmiskajā lidojumā, otrs paliek mājās. Abiem viņiem ir pilnīgi vienādi pulksteņi. Pēc kāda laika atgriezies mājās, ceļotājs konstatē, ka viņa pulkstenis ir atpalicis no brāļa pulksteņa un līdz ar to visi viņu laika rēķini, ieskaitot viņu pašu vecumu, vairs nesaskan: mājās palikušais brālis kļuvis vecāks. Liekas šāds notikums iespējams tikai pasakās, bet tāds secinājums izriet no relativitātes teorijas aprēķiniem. Līdz šim nav bijis iespējams to eksperimentāli pārbaudīt, jo neesam ceļojuši ne tādos attālumos, ne ar tādiem ātrumiem, ka mūsu pulksteņi uzrādītu kādas izmaiņas. Jādāmā, ka, izmantojot kodolu un varbūt arī atomu pulksteņus, šo jautājumu varēs praktiski pārbaudīt.

Jau minēju, ka relativitātes teorija ir lielā mērā noteikusi mūsu uzskatus par laiku, telpu un gravitāciju. Tomēr nav jādombā, ka zinātne pie tiem apstāsies kā pie kāda galīga sasnieguma. Jau šodien fiziķi strādā pie problēmām, kas skaidri rāda, ka relativitātes teorijas ietvari vietām kļuvuši par šauriem, un ir jau sākusies līdzšinējo uzskatu pārvērtēšana un jaunu atziņu meklējumi. Blakus teorētiskajiem pētījumiem te nepieciešami jauni eksperimenti ar lielu precizitāti.



J. IKAUNIEKS un G. PETROVS

## LATVIJAS PSR ZA ASTROFIZIKAS LABORATORIJAS RADIOINTERFEROMETRA PROJEKTS

Astrofizikas laboratorijas kolektīvs pēta aukstas milžu zvaigznes, kuru atmosfēras bagātas ar titanu, oglekli un cirkoniju, lai noteiktu zvaigžņu attīstību un izcelšanos. Zvaigžņu izcelšanās un attīstība cieši saistīta ar starpzvaigžņu vidi. Lai noteiktu zvaigžņu un starpzvaigžņu vides savstarpējos sakarus, radās nepieciešamība uzsākt šis vides pētījumus.

Starpzvaigžņu vide sastāv no gāzes un putekļiem, maz izstaro redzamo gaismu un grūti pētāma ar optiskiem teleskopiem. Toties starpzvaigžņu gāze stipri vien izstaro radioviļņus, un to iespējams pētīt ar radioteleskopiem. Radioastronomiski novērojumi ļauj izpētīt starpzvaigžņu vides temperatūru, blīvumu, kustību, sastāvu utt., pat tad, ja tā redzamo gaismu pavisam neizstaro. Tāds piemērs ir neitrālais ūdeņradis, kas izstaro 21 cm garus radioviļņus. Tāpēc radās doma izstrādāt projektu un pēc tam uzbūvēt šim vajadzībām attiecīgu modernu radioteleskopu.

Radioteleskopa zinātnisko vērtību nosaka uztveramās spektra joslas platums, jutība, izšķiršanas spēja un iespēja sekot izstarojuma avota kustībai pa debess sfēru.

Lai uztvertu pēc iespējas platākā spektra joslā radioizstarojumu, radioteleskopa antenai piešķir rotācijas paraboloida veidu. Paraboloida virsmai jābūt izgatavotai tā, lai tā neatšķirtos no teorētiski aprēķinātās virsmas vairāk par 0,1 no minimālā viļņa garuma, kuru mēs vēl gribam uztvert. Lai uztvertu radioviļņus centimetru diapazonā, nepieciešamā precizitāte ir 1 mm. Protams, šāda veida teleskops ļauj uztvert visus radioviļņus, sākot ar 1 cm līdz 20—30 m. Lielākais šāda veida radioteleskops ir uzbūvēts. Tā antenas diametrs ir 22 m un precizitāte 0,6 mm.

Radioteleskopa jutību nosaka antenas laukums. Jo lielāks laukums, jo vājāku izstarotās enerģijas plūsmu radioteleskops spēj uztvert. Vislielākā azimutāli montēta rotācijas paraboloida antena ir uzbūvēta Džodrelbenkas observatorijā Anglijā. Antenas laukums ir 5000 m<sup>2</sup> (R=38 m), un tā spēj griezties azimuta un augstuma virzienā. ASV projektē tādu pat azimutāli grozāmu antenu ar laukumu līdz 20 000 m<sup>2</sup>. Šeit minēto antenu precizitāte ir jau mazāka, un ar tām iespējams uztvert

vienīgi decimetru un metru viļņus. Ir iespējami vēl lielāka laukuma radioteleskopi. Padomju Savienībā būvē 40 000 m<sup>2</sup>, bet ASV projektē 65 000 m<sup>2</sup> antenu. Šāda lieluma antenas vairs nav iespējams grozīt pa azimutu. To forma parasti ir ne rotācijas, bet cilindriskais paraboloids, kura garums sniedzas līdz 1 km. Grozīt tādu antenu var vienīgi pa augstumu.

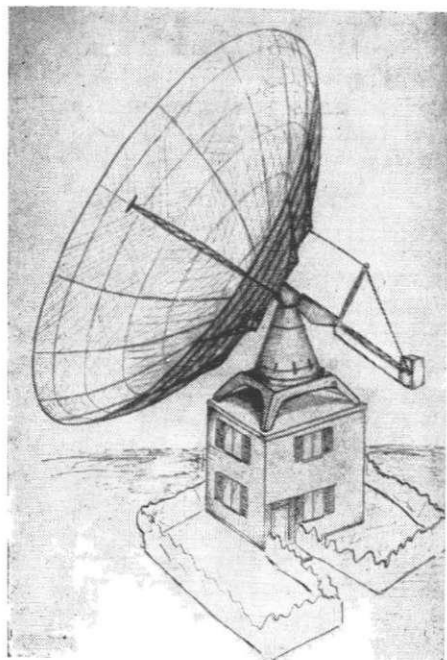
Izšķiršanas spēja atkarīga no antenas diametra un uztveramā viļņa garuma. Jo lielāks antenas diametrs un mazāks uztveramā viļņa garums, jo lielāka izšķiršanas spēja. Pat vislielākajam rotācijas paraboloīda radioteleskopam izšķiršanas spēja ir samērā maza. Piemēram, Anglijas lielākā teleskopa izšķiršanas spēja vienu metru garam viļnim ir tikai 50 loka minūtes. Tāpēc lielākas izšķiršanas spējas iegūšanai izmanto vairāku antenu kombināciju, ko sauc par interferometru. Vienkāršākā gadījumā tāds radiointerferometrs sastāv no divām noteiktā attālumā izvietotām antenām. Radiointerferometra izšķiršanas spēja atkarīga no malējo antenu attāluma. Esošie augstfrekvences kabeļi atļauj antenas izvietot 1 km attālumā. Lielākā attālumā enerģijas zudumi ir par lieliem, lai uztverto izstarojumu novadītu līdz uztverošai aparatūrai. Vienu km gara radiointerferometra izšķiršanas spēja 1 m garam viļnim ir apmēram 3,5 loka minūtes. Protams, arī 1 km garas cilindriskā paraboloīda antenas izšķiršanas spēja būs tikpat liela, tikai ar šādu teleskopu nav iespējams sekot spīdeklim. Pēdējā laikā Anglijā pabeidz divu grozāmu antenu interferometru būvi, kuru garums ir 1 km un antenu diametrs 24 m. Viena no antenām ir pārvietojama, tas nozīmē, ka var izmainīt interferometra garumu. Interferometrs domāts decimetru un metru viļņiem. Protams, radiointerferometra izšķiršanas spēja atbilst antenu izvietojuma virzienam. Lai iegūtu attiecīgo izšķiršanas spēju divos perpendikulāros virzienos, jāizveido tā saucamais krusta radiointerferometrs, kas sastāv no diviem savstarpēji perpendikulāriem interferometriem. Tāds krustveida interferometrs ir izbūvēts Austrālijā un sastāv no 64 antenām, kas izvietotas divos savstarpēji perpendikulāros virzienos 217 m garumā. Katras antenas diametrs ir 1,7 m. Interferometrs ļauj uztvert milimetru un centimetru viļņus.

Grozāmu antenu priekšrocība ir tā, ka tās atļauj ilgstoši sekot izstarojuma avotam, to novērot un, ja vajadzīgs, uzkrāt tā izstaroto enerģiju. Tā kā antenas ir smagas, tās montē azimutāli. Ar elektronskaitļošanas ierīcēm tās vada līdz spīdekļu kustībai pa debess sfēru.

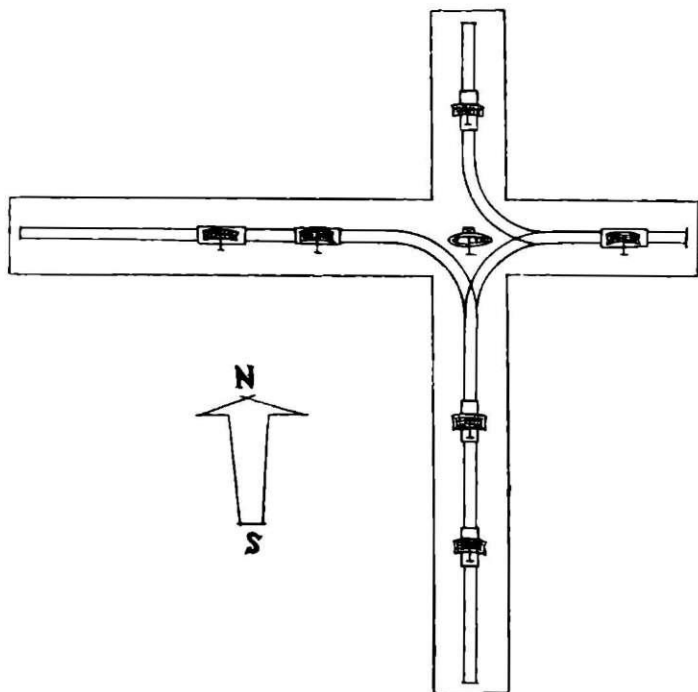
Iepazīstoties ar radioastronomiju un radioteleskopu būves sasniegumiem Padomju Savienībā un citās valstīs un ievērojot zinātnisko uzdevumu, par kuru bija runa raksta sākumā, tika formulēti šādi vispārīgi nosacījumi LPSR ZA Astrofizikas laboratorijas radioteleskopa projektēšanai.

1. Radioteleskopam jābūt ar maksimālo izšķiršanas spēju divos savstarpēji perpendikulāros virzienos, lai pētītu starpzvaigžņu vides mikro-





14. att. Stacionāra rotācijas paraboloida antena krustveida radiointerferometra centrā.



15. att. LPSR ZA Astrofizikas laboratorijas krustveida radiointerferometra shēma.

struktūru un, varbūt, pat zvaigžņu radiouzliesmojumus. Tāpat nepieciešams maksimāla garuma krustveida interferometrs.

2. Radioteleskopam jāuztver izstarojumi decimetru un metru viļņu diapazonā. Tāpat antenas izgatavošanas precizitātei jābūt vismaz 1,5 cm.

3. Radioteleskopam jābūt pietiekoši jutīgam, tāpat ar pietiekoši lielu antenu laukumu. Krusta centra stacionārās antenas laukums tika noteikts apmēram 500 m<sup>2</sup>, bet 4 pārvietojamo antenu koplaukums ne mazāks par 1000 m<sup>2</sup>.

4. Visām antenām jābūt azimutāli montētām.

Lai realizētu šādu projektu, tika noorganizēta speciāla projektētāju grupa, kas sastāvēja no 11 inženieriem-konstruktoriem. Vadošā konstruktora A. Klibiķa vadībā grupa veica nepieciešamos projektēšanas darbus. Darba rezultātā radās radiointerferometra objektu kompleksa projekts.

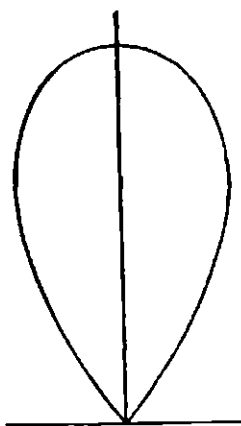
Galīgā redakcijā projekts paredz krustveida radiointerferometra būvi, kura izmēri 1,5×2,0 km. Krusta centrā novietota stacionāra rotācijas paraboloida antena, kas montēta azimutāli. Tās laukums aptuveni būs 600 m<sup>2</sup>. Krusta ziemeļu un austrumu galā novietots pa vienai, bet pretējos galos pa divām simetriski nošķeltām paraboloida antenām. Visas 6 minētās antenas būs pārvietojamas pa sliežu ceļu. Pārvietojamo antenu kopējais laukums ir aptuveni 2400 m<sup>2</sup>. Aprēķināts, ka antenu malas maksimālā asimetriskā deformācija pie maksimālā vēja (25 m/sek) var būt 13 mm, bet praktiski tā būs ap 7—9 mm. Stacionārās antenas svars ir 27 tonnas, un tās augstākā mala sasniedz 30 m lielu augstumu virs zemes. Pārvietojamās antenas svars ir 18 tonnas un maksimālais augstums 18 m.

Kādas īpatnības un priekšrocības piemīt izprojektētam radiointerferometram?

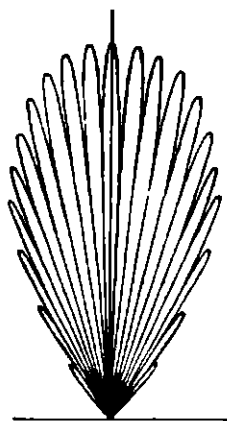
Šis radiointerferometrs ļauj mērit radioizstarojumu decimetru un metru viļņu diapazonā. Tāds sūkta apgabals starpzvaigžņu vides pētīšanai ir vissvarīgākais. Šai apgabalā izstaro arī neitrālais ūdeņradis, viens no visbiežāk sastopamiem elementiem pasaules telpā. Ar interferometru nebūs iespējams uztvert mm un cm viļņus, ja antenu maksimālā asimetriskā deformācija ir samērā liela. To tomēr nevar uzskatīt par projekta trūkumu, jo tāds uzdevums netika projektētājiem nemaz uzstādīts.

Radiointerferometra izšķiršanas spēja ir ļoti liela. Lietojot uzlabotus augstfrekvences kabelus un speciālus pastiprinātājus pie antenām, būs iespējams antenas izvietot 1,5 km attālumā. Tādā attālumā interferometram ir šāda izšķiršanas spēja: 20 cm viļņiem 0,5 un 1 m viļņiem 2,5 loka minūtes. Ar šādu precizitāti attiecīgos viļņu garumos divos savstarpēji perpendikulāros virzienos iespējams noteikt starojuma sīkstruktūru un izmērit tā koordinātes.

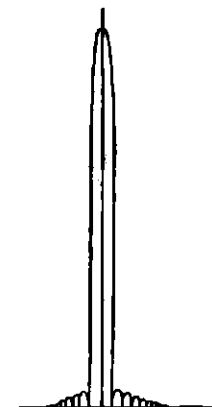
Jūtības ziņā interferometrs ir vidējs. Antenu kopējais laukums ir 3000 m<sup>2</sup>. Tāda jutība ir pilnīgi pietiekoša Galaktikas radiostarojuma pētījumiem. Interferometra jutību iespējams stipri vien palielināt, palielinot



16. att. Vienas antenas virziena diagrama (polārā koordinātu sistēmā).



17. att. Divu antenu interferometra virziena diagrama (polārā koordinātu sistēmā).



18. att. Daudzu antenu interferometra virziena diagrama (Dekarta koordinātu sistēmā).

pārvietojamo antenu skaitu. Tādā veidā kopējo laukumu var palielināt pat līdz 50—60 tūkstošiem  $m^2$ .

Visas antenas ir grozāmas pa azimutu un augstumu. Ar elektron-skaitļošanas ierīču palīdzību varēs sekot pētāmā spīdekļa kustībai pa debess sfēru. Tādējādi iespējams ne tikai ilgstoši novērot vienu un to pašu radioizstarojumu, bet arī uzkrāt tā enerģiju, tā palielinot radioteleskopa jutību. Antenas ir pārvietojamas. Tās ļauj izmērīt radioizstarojuma avota koordinātes ar iepriekš minēto precizitāti.

No antenu skaita atkarīgs interferometru virziena diagramas platums un sānu lapu augstums. Jo vairāk antenu izvietots vienā virzienā, jo šaurāka diagrama un mazākas diagramas sānu lapas. Līdz ar to mazāka varbūtība sānu lapā uztvertā spēcīga radiostarojuma samainīšana ar galvenā lapā uztvertu vāju starojumu. Izvietojot antenas attālumos 1, 2, 4 utt., iespējams mākslīgi pavairot antenu skaitu. Piemēram, šādi izvietotas 4 antenas ir līdzvērtīgas 8 vienādos attālumos izvietotām antenām. Protams, šai gadījumā antenu kopējais laukums neizmainās.

Teiktais ļauj secināt, ka ir izstrādāts radiointerferometra projekts, kas izšķiršanas spējas ziņā pārsniedz esošos un projektējamos radioteleskopus. Tā laukumu iespējams palielināt tādos apmēros, ka tas var kļūt par vienu no visjutīgākajiem nākotnes radioteleskopiem. Antenu grozāmība un pārvietošanas iespēja ļauj pilnībā šo radioteleskopu izmantot kosmiskā radioizstarojuma pētījumiem.

Kā projektētāju sasniegums jāmin tas, ka 1) antenu karkasus paredzēts būvēt no elektriski metinātām tērauda caurulēm. Tas samazina antenu svaru apmēram 4—5 reizes, salīdzinot ar to antenu svaru, kas būvētas no tērauda stieņiem; 2) antenu atsevišķo mezglu svars un gabarīti ir tādi, ka tos var vest pa zemes ceļiem. Tāpēc tos iespējams izgatavot dažādās vietās un pēc tam nogādāt montēšanas vietā; 3) radiointerferometra jutību iespējams palielināt, pakāpeniski palielinot antenu skaitu. Tas ir svarīgi no finanšu un ekonomiskiem apsvērumiem; 4) visām konstrukcijām un mezgliem paredzēti nedeficīta materiāli. Tā rezultātā antenu izmaksa un celtniecības laiks stipri vien samazinās.

Radiointerferometra celtniecības darbi uzsākti 1960. gadā. Tas atradīsies Astrofizikas laboratorijas Riekstukalna novērošanas stacijā. Darbus paredzēts pabeigt 1962. gadā.

Radiointerferometra projekta izstrādāšanas un apspriešanas laikā vērtīgus padomus sniedza PSRS ZA Galvenās observatorijas (Pulkovas) vecākais zinātniskais līdzstrādnieks L. Kaidanovskis. Par to L. Kaidanovskim izsakām sirsnīgu pateicību.



# KAS JAUNS ASTRONOMIJĀ

## VENĒRAS RĀDIUSS

Lai noteiktu kādas planētas izmērus, izmantojama vienkārša sakarība starp lineāro rādiusu, leņķisko rādiusu un ģeocentrisko planētas attālumu. Pēdējo lielumu, pēc debess mehānikas metodēm, iegūst ļoti precīzi. Tātad jāizmēra planētas leņķiskais rādiuss. To veicot, lielas grūtības rada slikta planētas diska malas redzamība un sistemātiskās kļūdas, kas rodas, nostādot mērinstrumentu pret diska malām. Mērišanai var izmantot meridonālos instrumentus, reģistrējot redzamā diska rietumu un austrumu malas pāriešanu pavedienam. Biežāk planētu diskus mēra, nostādot mikrometra pavedienus uz vienu un otru planētas redzamās virsmas malu. Lieto arī heliometrus un interferometrus, vai mēra planētas fotouzņēmumus.

Liktos, ka Venēras disks ir labāk izmērāms kā visu citu planētu diski, jo tas sasniedz vislielāko redzamo diametru — 64" apakšējās konjunkcijas laikā. Jau pie 50—100 kārtīgiem palielinājumiem Venērai ir tādi pat izmēri kā Mēnesim, skatoties ar neapbruņotu aci. Bet grūtības rada šīs planētas sliktie novērošanas apstākļi. Venēru nākas novērot zemu pie horizonta vai arī uz gaiša debess

fona. Pie tam jāmēra nevis «pilnas» Venēras disks, bet gan atstatums starp sirpja galiem pie lielākas vai mazākas Venēras fazes. Pastāv vēl iespēja mērit «tukšu» Venēru tajos gadījumos, kad planēta, atrazdamās apakšējā konjunkcijā, iet pāri Saules diskam. Uz spožās Saules virsmas tad labi saskatāms pat ar neapbruņotu aci melnais Venēras riņķītis. Diemžēl, Venēras pāriešana Saulei notiek reti. Pēdējo pāriešanu laikā 1874. gadā un 1882. gadā šī parādība, kas ilgst vairākas stundas, tika plaši izmantota Venēras izmēru noteikšanai.

Lai izslēgtu sistemātiskas kļūdas, ko rada astronomiskās vienības neprecizitāte, planētu izmērus uzdod tādus, kādi tie būtu, ja planēta tiktu aplūkota no Saules Zemes attālumā, t. i., vienas astronomiskās vienības attālumā. Venēras vidējā leņķiskā rādiusa vērtība, kas iegūta no Saules pāriešanas mērījumiem, astronomiskās vienības attālumā sastāda 8",41. Lineārais rādiuss tādā gadījumā ir 6100 km. Šo lielumu izmanto Astro-nomiskajās gadagrāmatās, aprēķinot Venēras redzamo lielumu katrai dienai. Ar citām metodēm iegūto mērījumu apskats dod vidējo rādiusu 8",70 jeb 6100 km. Tātad Zemei vis-

tuvākās planētas izmēri izrādās atšķirīgi par vairākiem simtiem kilometru atkarībā no novērošanas metodes. Te jāņem vērā, ka minētie skaitļi dod Venēras izmērus biežās mākoņu segas līmenī, kas aptver planētu un neļauj saskatīt tās virsmu. Daļu no atšķirībām dažādos Venēras diska mērījumos varētu piedēvēt mākoņu segas vidējā augstuma izmaiņām, bet tas nav pierādīts.

Precizēt Venēras izmērus palīdzēja novērojumi, kurus izdarīja, Venērai pārklājot spožo Lauvas zvaigznāja zvaigzni — Regulu 1959. gada 7. jūlijā. Šo novērojumu precizitāti mazināja tas, ka Venēras atmosfēras dēļ Reguls nepazuda un neparādījās pēkšņi (kā tas notiek, Mēnesim aizklājot zvaigznes), bet gan pamazām mainīja spožumu. Bez tam pārklāšana notika dienas vidū, ļoti nemierīgos atmosfēras apstākļos. Rezultātā daudzi novērotāji laika momentus atzīmēja kļūdaini.

Prof. D. Martinovs ir savācis Regula pārklāšanas novērojumus, kas izdarīti dažādās observatorijās, un izdalījis no tiem vairākus desmitus labāko tālākai apstrādāšanai. Kritiski aplūkojot iegūtos rezultātus, D. Martinovs secina, ka ticamākos datus dod Regula aizklāšanas momentu novērojumi, kad zvaigzne pazuda aiz Venēras diska tumšās malas. Attiecīgais Venēras rādiuss vienlīdzīgs  $8'',435$ , kas tikai par  $0'',025$  (17 km) atšķiras no līdz šim aprēķinos izmantojamā lieluma  $8'',41$ .

Pēc prof. D. Martinova domām, patiesais Venēras diska leņķiskais

rādiuss ir visai tuvs līdz šim lietotajam lielumam  $8'',41$  un lineāro rādiusu var pieņemt vienlīdzīgu 6100 km ar kļūdu apmēram  $\pm 34$  km.

*Z. Alksne*

## ULTRAVIOLETIE MIGLAJI

Geofizikālās un kosmiskās raķetes, kā arī Zemes mākslīgie pavadoņi deva iespēju uztvert debess ķermeņu ultravioleto starojumu. Kā zināms, Zemes atmosfēra gandrīz pilnīgi absorbē visus ultravioletos gaismas starus ar viļņu garumu  $\lambda < 3000 \text{ \AA}$ . Taču tieši šī debess ķermeņu starojuma daļa astronomiem ir ļoti svarīga<sup>1</sup>.

Pirmie Saules spektra pētījumi īsviļņu gaismā sākti jau 1946. gadā, bet citu astronomisko objektu ultravioleto starojumu pirmo reizi izdevās uztvert tikai 1955. gadā. Kopš tā laika attiecīgā uztverošā aparātūra un metodes ir krietni pilnveidotās un devušas daudz interesantu rezultātu. Tā, piemēram, ar t. s. fotonu skaitītājiem ir labi izpētīta gandrīz visa debess sfēra spektra apgabālā starp  $\lambda = 1225\text{--}1350 \text{ \AA}$ . Šie pētījumi rāda, ka bez vispārīga ultravioleta starojuma, kas vienmērīgi klājas pa visu debess velni, pastāv arī vairāki ultravioletās emisijas apgabali ar ievērojami intensīvāku starojumu. Četri šādi apgabali atrodas Piena Ceļa plaknē un sakrīt

Skat. A. Balklāva un M. Zepes rakstus «Zvaigžņotās debess» 1960. gada pavasara numurā.

ar jau pazīstamiem mūsu Galaktikas emisijas miglājiem, jeb t. s. III apgabaliem (t. i., apgabaliem ap karstām zvaigznēm, kuros atrodas jonizēts starpzvaigžņu ūdeņradis).

Visspēcīgākais ultravioletā starojuma avots ir pazīstamais Oriona difūzais miglājs. Tā enerģija, salīdzinot ar pārējiem šādiem avotiem, ir ļoti liela.

Trīs jaunatklātie ultravioletā starojuma apgabali atrodas ārpus Piena Ceļa. Divi no tiem (Lauvas un Lielā Lāča zvaigznājos) ir cieši saistīti ar karstām zvaigznēm. Trešais — visinteresantākais — aptver Jaunavas zvaigznāja  $\alpha$  zvaigzni Spiku ( $\alpha$  Virginis). Šī ultravioletā miglāja diametrs sasniedz  $22^\circ$ , bet centrā, apmēram  $11^\circ$  diametrā, atrodas intensīvāks centrālais kodols. Te sastopamies ar pavisam jaunu ultravioletā miglāja tipu, jo redzamajā spektra daļā līdz šim te nekas nav novērots. Tas nozīmē, ka miglāja blīvumam ir jābūt ļoti niecīgam, jo citādi to varētu saskatīt arī redzamajā gaismā. Pašreiz pieņemtā teorija miglāju spīdēšanu izskaidro ar rekombinācijas un fluorescences procesiem. Jaunatrastajos miglājos acīm redzot galvenā loma ir kādam citam starošanas mehānismam, kas līdz šim vēl nav noskaidrots. Skaidrs, ka šeit norisinās spēcīgi triecieni, bet no kurienes rodas vajadzīgā kinētiskā enerģija, nav zināms. Iespējams, ka to dod Jaunavas  $\alpha$  zvaigzne. Visgrūtāk ir izskaidrojams miglāja niecīgais blīvums.

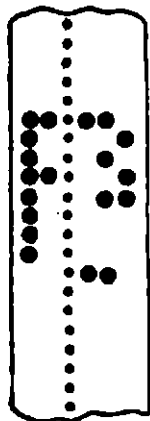
Kaut arī šobrīd daudzas novērotās parādības vēl nav saprotamas, taču

skaidrs, ka līdz ar novērojumiem izviļņu gaismā, tāpat kā radioviļņu diapazonā, astronomiem kļuvuši pieejami pavisam jauni, līdz šim nezināmi objekti. Nav šaubu, ka tie ievērojami paplašinās mūsu zināšanas astrofizikā.

*I. Daube*

#### ASTRONOMISKI APREĶINI AR ELEKTRONU SKAITĻOJAMO MASINU

Mūsu republikas astronomi savā darbā sākuši izmantot moderno skaitļošanas tehniku — Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas elektronu skaitļošanas mašīnu LM-3. Tā pirmām kārtām palīdz Astrofizikas laboratorijas darbiniekiem veikt aprēķinus, kas nepieciešami sarkano zvaigžņu īpatnējo kustību kataloga sastādīšanai. Par zvaigznes īpatnējo kustību sauc tās leņķisko pārvietošanos pie debess sfēras gada laikā. Īpatnējās kustības dēļ ar laiku izmainās zvaigznes koordinātas — rektascensija un deklinācija. Tātad, ja kādas zvaigznes pozīcija noteikta tagad un vairākus gadu desmitus atpakaļ, var aprēķināt šīs zvaigznes īpatnējo kustību. Tā kā katrs novērojums neizbēgami ir vairāk vai mazāk kļūdainš, tad īpatnējās kustības noteikšanai vēlams izmantot pēc iespējas vairāk novēroto pozīciju, kas iegūtas ilgā laika sprīdī. Tādā gadījumā zvaigznes īpatnējā kustība aprēķināma pēc mazāko kvadrātu metodes, ievērojot katras pozīcijas precizitātei atbilstošu svaru.



19. att. Perfolentas paraugs ar skaitli 0,1293000

Zvaigžņu īpatnējo kustību aprēķināšanai sastādīta attiecīga programma. Tā ievada mašīnā zvaigznes pozīcijas, šīm pozīcijām atbilstošos novērošanas gadus jeb epohas un svarus, kā arī skaitli, kas norāda pozīciju skaitu. Visus šos datus ievada ar perfolentas palīdzību. Attēlā parādīts perfolentas paraugs ar skaitli 0,1293000. Tālāk programma liek mašīnai pārveidot skaitļus no decimālās sistēmas diādiskajā, aprēķināt svaru summu, vidējo pozīciju, vidējo epochu, izrēķināt zvaigznes īpatnējo kustību, kā arī pozīcijas un īpatnējās kustības kļūdu. Rezultātus mašīna pārveido no diādiskās sistēmas decimālajā sistēmā, un speciāla izvades iekārta nodrukā tos uz papīra lentas. Papīra lentas paraugs ar izvades datiem redzams attēlā.

Programa sastādīta tā, ka aprēķini tiek veikti divas reizes un pēc tam rezultāti salīdzināti. Ja rezultāti nesakrīt, mašīna vēlreiz atkārtoti aprēķinusi. Šāda kontrole nepieciešama nejaušu kļūdu novēršanai. Praktiski kļūdas gadās vienīgi perforatora darbā — var tikt ievadīti nepareizi dati. Taču arī šīs kļūdas parasti apstādina mašīnu aprēķināšanas gaitā un tādējādi tiek atklātas.

Ja nav perforācijas kļūdu, mašīna bez operatora ieviešanas var izrēķināt apmēram 20 zvaigžņu īpatnējās kustības — tik daudz zvaig-

znēm dati ievietojas vienā perfolentas rullī. Pēc ievades datu perfolentas rullī nomainīšanas mašīna var aprēķināt bez operatora ieviešanas nākošo 20 zvaigžņu īpatnējās kustības. Pirmajos 5 rēķināšanas seansos aprēķinātas vairāk nekā 200 zvaigžņu īpatnējās kustības. Salīdzināšanai var atzīmēt, ka viens aprēķinātājs ar aritmometru vienā dienā var aprēķināt trīs līdz četrus zvaigžņu īpatnējās kustības.

Mašīnai ir vēl viena priekšrocība, salīdzinot ar aritmometru. Rēķinot ar aritmometru, kļūdas ir gandrīz neizbēgamas un tās daudz grūtāk atklāt.

Ar elektronu skaitļojamās mašīnas palīdzību Latvijas PSR Zinātņu

0 0	0 0 0	0 0 0
0 0	0 0 0	0 0 0
0 0	0 9 6	0 0 0
0 0	0 0 0	5 0 0
0 0	0 0 0	8 0 0
0 0	0 0 0	6 0 0
0 0	0 0 0	2 6 0
0 0	0 0 0	7 6 7
0 0	0 9 0	5 5 9
0 0	0 0 0	0 4 9
0 0	0 0 0	9 7 9
0 0	0 0 0	7 4 9
0 0	0 0 7	5 0 0
0 0	0 9 2	9 0 0
0 0	0 1 0	9 9 1
0 0	0 3 2	0 2 1
0 0	0 2 5	3 3 1

20. att. Papīra lentas paraugs ar izvades datiem.



akadēmijas Astrofizikas laboratorija paredzējusi rēķināt vēl vairākus citus astronomiskus uzdevumus: zvaigžņu koordinātu aprēķināšanu pēc fotouzņēmumiem, Riekstukalna novērošanas stacijas koordinātu aprēķināšanu un citus.

*Z. Alksne un L. Reiziņš*

### TELEVIZIJAS TELESKOPS PULKOVA

Teleskopu jutības palielināšanā tagad liela nozīme ir radioelektronikai un pusvadītāju teknikai. Optiskā attēla spožuma palielināšanu var panākt ar elektronu-optiskajiem pārveidotājiem. Daudz priekšrocību ir arī televīzijas tehnikas palielināšanai astronomijā.

Pašreizējā televīzijas tehnika ļauj vienmērīgi, bez lēcieniem uz kineskopa ekrāna regulēt attēla spožumu (mainot paātrinošā sprieguma lielumu un elektronu stara intensitāti kineskopā), attēla kontrastu (mainot videosignālu pastiprinātāja raksturlieknes) un attēla mērogu (izmainot elektronu stara nolieces leņķus).

Liela nozīme ir attēla spožuma palielināšanai, jo tad var samazināt ekspozīcijas laiku, fotografējot no kineskopa ekrāna (salīdzinot ar ekspozīciju, fotografējot tieši pie optiskā teleskopa). Atmosfēras virmošanas dēļ attēls optiskajā teleskopā ir līdzīgs kāda priekšmeta atspoguļojumam viļņojošā ūdenī: attēla detaļas ir neregulāri izlocītas, pie tam attēls ir kustīgs un šūpojas. Pie il-

gākas ekspozīcijas attēla detaļas viļņošanās dēļ izplūst un izsmērējas. Tādēļ — jo īsāka ekspozīcija, jo asāks, ar vairāk detaļām būs attēls. Tas ir sevišķi svarīgi fotografējot planētas.

Ar televīzijas teleskopu var panākt lielu attēla kontrastu. Tas ļauj izšķirt detaļas uz Mēness un planētām, kuras uz fotoplatēm nepietiekama kontrasta dēļ neizdalās.

Ja televīzijas iekārtas uztvērēja lampa (parasti superortikona tipa), uz kuras projicē attēlu no optiskā teleskopa, ir jutīga pret ultravioletajiem vai arī infrasarkanajiem stariem, tad uz kineskopa ekrāna redzama attēla veidā var ieraudzīt pētījamā objekta parasti neredzamo izstarojumu.

Pa kabeļiem attēlu var aizvadīt tālu no teleskopa uz vajadzīgo vietu.

Šādu televīzijas teleskopu no 1952. līdz 1956. gadam uzbūvēja Pulkovā N. F. Kupreviča vadībā. Tas pagaidām ir vienīgais televīzijas teleskops Padomju Savienībā. Ar tā palīdzību veikta virkne zvaigžņu un planētu pētījumu.

*A. Kundziņš*

### TREŠĀ RADIĀCIJAS ZONA AP ZEMI

Līdz šim pastāvēja uzskats, ka ap Zemi ir tikai divas intensīvas radiācijas zonas, kuras izveidojušās, lādētām daļiņām nonākot Zemes magnētiskajā laukā (skat. M. Zepes rakstu «Zvaigžņotā debess», 1960. gada vasara).

Apstrādānot ar padomju kosmiska-

jām raķetēm veikto mērījumu rezultātus, atklāta trešā — pati ārējā radiācijas zona ap Zemi. Zonas attālums no Zemes centra atrodas robežās no 55000 līdz 75000 km. Ārējā radiācijas zona galvenokārt sastāv no elektroniem ar enerģiju  $E > 200\text{eV}$ .

Sie elektroni kustas Zemes magnētiskajā laukā, ko var aptuveni uzskatīt par dipola lauku. Lādēta daļiņa šajā dipola laukā spirālveidīgi kustas ap magnētisko spēka līniju. Daļiņas kustības virziens mainās no ziemeļiem uz dienvidiem un atkal otrādi, t. i., daļiņa it kā svārstās ziemeļu-dienvidu virzienā pa spēka līniju.

Daļiņu skaits elektronu plūsmā ir apmēram  $2 \cdot 10^8$  daļiņas uz kvadrātkilometru sekundē.

Ārējā radiācijas zona izveidojas, mijiedarbojoties Saules korpuskulārajam starojumam, kurš sastāv galvenokārt no protoniem un elektroniem, ar Zemes magnētisko lauku. Līdz šim domāja, ka Saule izstaro daļiņas (korpuskulas) tikai aktivitātes periodos. Pēdējā laika pētījumi rāda, ka ir iespējams, ka pat mazas aktivitātes periodos Saule ir nepārtrauktā korpuskulārā izstarojuma avots. To rāda padomju kosmisko raķešu lidojumi 1959. gada janvārī un septembrī. Tai laikā Saules aktivitāte bija neievērojama, tomēr lielos attālumos no Zemes (apmēram 100000 km) uz kosmiskajām raķetēm uzstādītie mērinstrumenti (jonu

lamatas) reģistrēja pozitīvi uzlādētu korpuskulu plūsmas. Šādos lielos attālumos plūsmu veidojošo protonu kinētiskā enerģija ir 1000 reizes lielāka par elektronu kinētisko enerģiju.

Plūsmai nonākot Zemes magnētiskā lauka perifērijā, notiks enerģijas pārdalīšana starp plūsmas protoniem un elektroniem. Enerģijas pārdalīšanas rezultātā elektronu enerģijas plūsmā tuvosies protonu enerģijām un arī sasniegs  $10^3$  eV. Tādēļ noteiktā zonā ap Zemi būs novērojami arī samērā augstu enerģiju elektroni.

Trešās radiācijas zonas elektroniem kustoties Zemes magnētiskajā laukā, elektroni nonāks samērā tuvu Zemei tikai lielu ģeomagnētisku platumu apgabalos ( $75\text{—}85^\circ$ ). Šajos apgabalos elektroni var radīt jonsfēras un Zemes magnētiskā lauka perturbācijas un polārblāzmas.

Padomju zinātnieks J. Šklovskis secina, ka trešā radiācijas zona izveidojas magnētiski mierīgos periodos, kad Saules aktivitāte ir maza.

Var sagaidīt, ka periodos, kad Saule ir aktīva, Zemes atmosfērā ieplūdis spēcīgākas korpuskulu plūsmas un trešā radiācijas zona tiks stipri deformēta.

Tādēļ ļoti interesanti būs pētījumi ar kosmiskajām raķetēm tajos periodos, kad Saules aktivitāte ir liela.

*Dz. Strautmane*



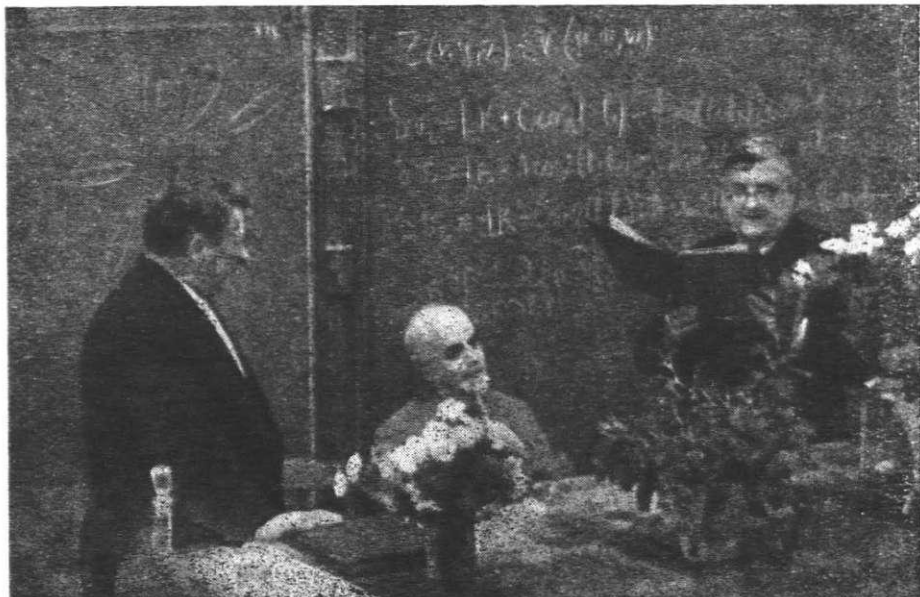
# OBSERVATORIJAS UN ASTRONOMI

N. CIMAHOVICA

## PROFESORA K. OGORODŅIKOVA JUBILEJA

1960. gada 10. novembrī apritēja 60 gadu ievērojamam padomju zinātniekam, Ļeņingradas Valsts universitātes Zvaigžņu astronomijas katedras vadītājam profesoram K. Ogorodņikovam. Prof. K. Ogorodņikovs pieder pie tās padomju zinātnieku plejādes, kuru darbi jau sen ieskaitīti pasaules zinātnes zelta fondā. Vēl pirms otra pasaules kara, savas zinātniskās darbības sākumā, K. Ogorodņikovs guva ievēribu ar zvaigžņu kinemātikas pētījumiem, kas tagad pazīstami visās zvaigžņu astronomijas mācību grāmatās kā «Ogorodņikova—Milna kinemātika». Lielā Tēvijas kara laikā prof. K. Ogorodņikovs atstāja zinātnieka kabinetu un devās uz ierakumiem. Viņš ar šauteni rokā aizstāvēja Pulkovas augstieni pret fašistu iebrucējiem. Pēckara gados prof. K. Ogorodņikovs veic spīdošus pētījumus zvaigžņu sistēmu dinamikas jautājumos, kas sakopoti viņa 1958. gadā izdo-

21. att. Prof. K. Ogorodņikova godināšana. No kreisās: prof. K. Ogorodņikovs, akad. V. Smirnovs, O. Melņikovs.



tajā monografijā. Bez zinātniskā darba prof. K. Ogorodņikovs veic lielu un svarīgu darbu kā Astronomijas un ģeodēzijas referatīvā žurnāla galvenais redaktors.

K. Ogorodņikova godināšana notika Ļeņingradas Valsts universitātes Matemātikas un mehānikas fakultātes lielajā auditorijā. Profesoru un viņa dzīves biedri sveica astronomisku un sabiedrisku iestāžu pārstāvji. Rīgas astronomu vārdā prof. K. Ogorodņikovu apsveica šo rindu autore. Savā runā prof. K. Ogorodņikovs ar dziļu pateicību atcerējās savus skolotājus un uzsvēra, ka viņa zinātniskie sasniegumi ir bijuši iespējami tikai tāpēc, ka viņš dzīvo Padomju valstī. Jubilārs bez tam norādīja, ka, pēc viņa domām, liela mūža posma atcerei vajadzētu notikt nevis kā jubilāra slavināšanai, bet gan kā viņa atskaitei par padarītajiem darbiem.

# NO ASTRONOMIJAS VĒSTURES

B. KUNDZIŅ

## 200 GADU, KOPS M. LOMONOSOVS ATKLĀJIS VENERAS ATMOSFĒRU

Planētas Venēras orbīta atrodas tuvāk Saulei nekā Zemes orbīta, tādēļ iespējams tāds stāvoklis, kad Saule, Venēra un Zeme ir uz vienas taisnes. Šādā gadījumā notiks «Saules aptumsums»: uz Saules diska būs redzams tumšs riņķītis — Venēra, kas lēni virzīsies pāri Saules diskam. Venēras leņķiskie izmēri ir daudz mazāki nekā Saulei, tādēļ Venēra aizklāj tikai mazu daļiņu no Saules diska. Aprakstītā parādība, kā tas redzams tabulā, notiek reti:

Pāriešanas gads un datums	Inter- gado
1631. gada 7. decembris	8
1639. gada 4. decembris	121,5
1761. gada 6. jūnijs	8
1769. gada 3. jūnijs	105,5
1874. gada 9. decembris	8
1882. gada 6. decembris	121,5
2004. gada 8. jūnijs	8
2012. gada 6. jūnijs	105,5
2117. gada 11. decembris	

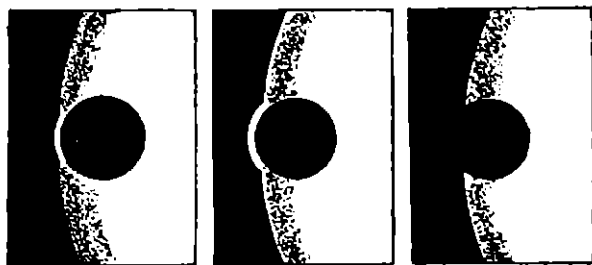
Venēras pāriešanu Saules diskam 1761. gadā gatavojās novērot visas pasaules astronomi. Kas izraisīja šo lielo interesi?

Angļu astronoms E. Hallejs 17 un 18. gs. mijā parādīja, kā aprēķināt Saules paralaksi. Lai varētu pielietot viņa izstrādāto metodi, bija precīzi jānosaka, cik ilgā laikā Venēra pāriet Saules diskam. Bet zinot Saules paralakses lielumu, varēja aprēķināt arī attālumu no Zemes līdz Saulei. Tātad Venēras novērošana bija svarīga, jo attālumu līdz Saulei toreiz zināja tikai aptuveni. Lai uzlabotu novērojumu precizitāti, novērojumi bija jāizdara no dažādām vietām uz Zemes — no tādām, kur pāriešanas ilgums būtu vismazākais un arī no tādām, kur pāriešanas ilgums būtu vislielākais.

Viens no tā laika vadošajiem zinātniekiem Krievijā M. Lomonosovs labi saprata novērošanas nepieciešamību. Viņš ar lielu entuziasmu piedalījās astronomisku ekspedīciju organizēšanā uz Sibīriju, kur bija sagaidāms vismazākais pāriešanas ilgums. Krievijas Zinātņu akadēmijas ziņojumu Senatam par astronomisku ekspedīciju organizēšanu sastādīja M. Lomonosovs. Viņš personīgi rūpējās par līdzekļu piešķiršanu ekspedīcijām. Ekspedīcijās veica novērojumus Irkutskā, Toboļskā un Selenginskā. M. Lomonosovs organizēja pāriešanas novērošanu arī Pēterburgā. Krievijas Zinātņu akadēmijas observatorijas direktors — vācietis akadēmiķis F. Epinuss nelabprāt atļāva novērojumus piedalīties krievu zinātniekiem. Šai jautājumā Lomonosovam bija asi strīdi ar Akadēmijas vadību un F. Epinusu. Strīdu rezultātā Venēras pāriešanu Saules diskam no Pēterburgas Akadēmijas observatorijas veiksmīgi novēroja A. Krasilņikovs un N. Kurganovs. Jāatzīmē, ka pāriešanas sākuma momentu Pēterburgai bija izrēķinājis F. Epinuss. Pārbaudot viņa aprēķinus, M. Lomonosovs atrada, ka F. Epinuss aprēķinos ir kļūdiņies par 40 minūtēm.

M. Lomonosovs Venēras pāriešanu Saules diskam novēroja mājās, pats savā observatorijā. Viņa rīcībā bija ne visai teicamas kvalitātes teleskops (ap 130 cm garumā). Saules novērošanai M. Lomonosovs lietoja mazliet apkvēpinātu stiklu, jo gribēja atzīmēt ne tikai pāriešanas sākuma un beigu momentus, bet novērot parādību sīkāk. Tādējādi M. Lomonosovs gatavojās novērot parādību arī no astrofizikas viedokļa.

M. Lomonosovs ievēroja, ka tad, kad Venēras melnais disks virzījās virsū Saules diskam, ap planētas daļu, kas vēl nebija uz Saules diska, parādījās ugunīga apmalīte. Kad Venēra bija šķērsojusi Saules disku un tuvojās Saules diska pretējai malai, saskaršanās vietā parādījās izcilnis (22. att. a, b) Drīz izcilnītis pazuda, bet Venēra parādījās bez malas (22. att. c).

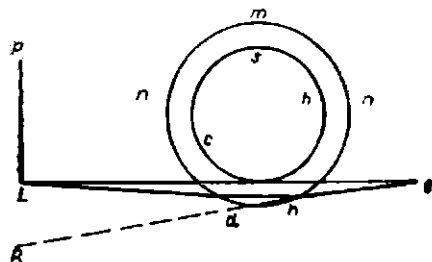


22. att. Venēras disks tuvojās Saules diska malai — redzama gaiša apmalīte (a, b); kad tā pazūd, Venēra parādās bez malas (c).

So parādību M. Lomonosovs prata dziļi un pareizi izskaidrot. Lūk, M. Lomonosova izskaidrojums:

«Parādība nav nekas cits, kā Saules staru laušana Venēras atmosfērā. LP redzamā Saules diska diametra gals (23. att.); sch — Venēra; mnn — tās atmosfēra; LO — Saules stars no pašas Saules malas tieši gar Venēru tā, it kā atmosfēras nemaz nebūtu. Bet, ja atmosfēra ir, tad Saules stars Ld refrakcijas dēļ noliecas, un novērotāja aci O iekļūst

23. att. Saules staru lūšana Venēras atmosfērā.



virzienā hO. Bet no optikas ir zināms, ka acs redz pa to līniju, kura tanī ieiet; tādēļ Saules mala L pēc laušanas būs redzama vietā R — pa taisni OR, t. i., tālāk par Saules malu L. Liekais attālumš LR rada izliekumu Saules malā preti Venēras malai, Venērai ejot nost no Saules diska.»

Šāds M. Lomonosova dotais parādības izskaidrojums ir pilnīgi pareizs arī saskaņā ar pašreizējiem datiem par planētu dabu. Lielā krievu zinātnieka izskaidrojums ir pirmais konkrētais fizikālais pierādījums Venēras atmosfēras esamībai. Lomonosovs secina, ka ap planētu Venēru ir ievērojama atmosfēras kārtā — «Tāda pati (ja ne biezāka) kā ap Zemes lodi».

Vēlāk šo M. Lomonosova atklājumu apstiprināja arī citi fakti. Ievēroja, ka tad, kad Venēra ir tuvu Saulei un redzama kā šaurs sirpis, tās spožie ragi pagarinās un dažreiz savienojas kopā ar šauru joslīņu. To var izskaidrot tikai ar atmosfēras esamību ap Venēru.

Kas noskaidrots par Venēras atmosfēru 200 gados, kopš izcilais krievu zinātnieks M. Lomonosovs to atklājis?

Par Venēras atmosfēras sastāvu, pareizāk sakot, tās atmosfēras daļas sastāvu, kas atrodas virs mākoņu segas, varēja spriest tikai mūsu gad-simtā, kad attīstījās spektrālanālizē.

1932. gadā Venēras spektrā konstatēja ogļskābās gāzes absorbcijas līnijas. Ogļskābā gāze Venēras atmosfērā ir milzīgos daudzumos.

1934. gadā konstatēja skābekļa esamību Venēras atmosfērā. Skābeklis tur ir ne vairāk kā  $\frac{1}{20}$  daļa no tā daudzuma, kādu satur Zemes atmosfēra 1700 km augstumā.

Līdz pēdējam laikam nevarēja konstatēt ūdens tvaiku esamību Venēras atmosfērā. 1959. gadā ar gaisa balonu pacēla teleskopu 24 km augstumā, lai novērojumus netraucētu Zemes atmosfēras ūdens tvaiki. Varēja droši konstatēt, ka Venēras atmosfēra satur ūdens tvaikus. Domā, ka Venēras atmosfēras zemākajos slāņos ūdens tvaiku ir daudz un, ka visa planētas virsma ir pārklāta ar ūdens okeānu.

Slāpekļa esamība spektroskopiski nav konstatēta, bet domā, ka atmosfēra to satur.

Turpmākie pētījumi ar kosmisko raķešu palīdzību Venēras atmosfēras sastāvu ļaus noskaidrot pilnīgi.

*D. KONDRATJEVA*

#### **IZCILAIS FRANĀU ASTRONOMS LEVERJĒ (1811—1877)**

Sā gada 11. martā apritēja 150 gadu, kopš dzimis izcilais franču astronoms-teorētiķis, Parīzes Zinātņu akadēmijas loceklis Leverjē (Urbain Jean Joseph Leverrier).

Pēc Parīzes politehniskās skolas beigšanas 1833. gadā Leverjē aizvien vairāk sāka interesēties par astronomiju. No 1846. gada Leverjē vadīja Parīzes universitātes Debess mehānikas katedru, bet 1854. gadā viņu iecēla par Parīzes observatorijas direktoru.



24. att. ... Leverjē



Leverjē darbi veltīti visgrūtākajām debess mehānikas problēmām.

Leverjē daudz pētīja lielo planētu kustības un planētu orbītu gadsimta izmaiņas. Izcilais zinātnieks radīja jaunu lielo planētu kustības teoriju. Šo teoriju ilgi izmantoja ļoti precīzu astronomisko efemerīdu sastādīšanā. Bez tam Leverjē pētīja Saules sistēmas stabilitāti, atklāja Merкура perihēlija gadsimta kustību, izstrādāja metodi Saules attāluma noteikšanai utt. Jāatzīmē, ka visi Leverjē darbi ir ļoti precīzi.

Pasaules slavu Leverjē atnesa planētas Neptūns atklāšana.

Piecas lielās planētas — Merkurs, Venēra, Marss, Jupiters un Saturns, kas brīvi saskatāmas ar neapbruņotu aci, bija pazīstamas jau sirmā senatnē. Nākamo planētu — Urānu atklāja 1781. gadā V. Heršels. Kad sāka sekot Urāna kustībai, astronomi ievēroja atšķirību starp novērotiem un izrēķinātiem (pēc Ņūtona likuma) planētas stāvokļiem. Pēc akadēmiķa F. Arago priekšlikuma, Leverjē sāka pētīt Urāna kustību, lai noskaidrotu šīs nesaskaņas. Tajā laikā Leverjē bija vēl jauns zinātnieks, bet jau pazīstams ar saviem pētījumiem par Saules sistēmas stabilitāti. Drīz vien Leverjē nāca pie slēdziena, ka Urāna novērotā kustība nesaskan ar aprēķiniem tādēļ, ka to ietekmē kāda vēl nepazīstama planēta, kuras orbīta atrodas tālāk par Urāna orbītu. Uzzināt šīs nezināmās planētas atrašanās vietu bija ļoti grūts uzdevums, tomēr ar debess mehānikas palīdzību to varēja atrisināt. Leverjē izrēķināja jaunajai nezināmajai planētai orbītu un savu aprēķinu rezultātus lūdza pārbaudīt Berlīnes observatorijā. Berlīnes astronoms Galle 1846. gada 23. septembrī patiesi atrada nezināmo planētu Leverjē uzrādītajā vietā. Jauno planētu nosauca par Neptūnu.

Neptūna atklāšanai nav gadījuma raksturs, kā tas bija ar Urānu. Šo atklājumu izdarīja cilvēks ar savu prātu un ar matemātikas un debess mehānikas palīdzību. Astronoms-teorētiķis norādīja astronomam-novērotājam punktu pie debesīm, kur jāatrodas nezināmajai planētai, atlika tikai pavērst teleskopu uz šo punktu, un planēta bija atrasta.

Neptūna atklāšana bija liels debess mehānikas sasniegums, ar kuru cieši saistīts izcilā zinātnieka Leverjē vārds.



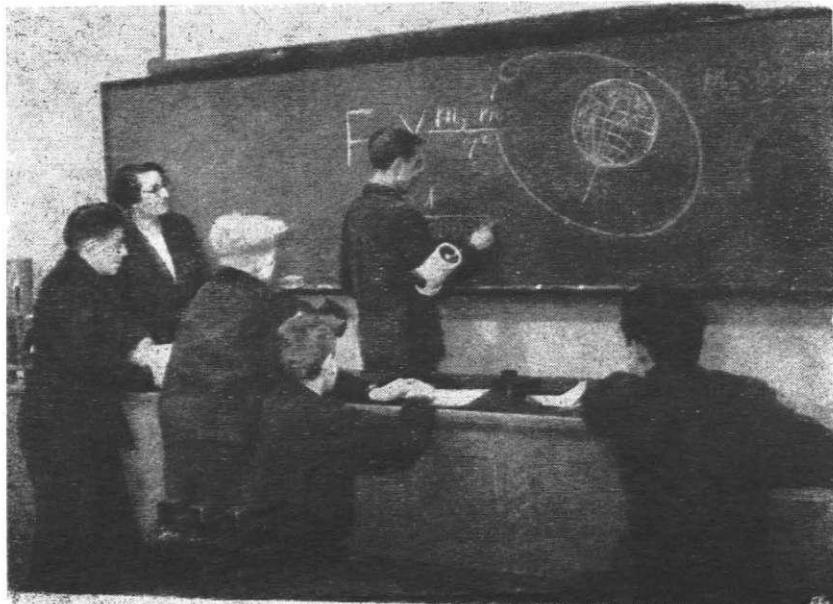
## ASTRONOMIJAS AMATIERA LAPPUSE

Mūsu republikas astronomijas amatieru darbu organizē un vada Vis-savienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Rīgas nodaļa. Nodaļā ir arī jaunatnes sekcija, kurā darbojas jaunieši 14—18 gadus veci, kas aktīvi interesējas par astronomiju. VĀGB Rīgas nodaļas jaunatnes sekcijas biedrs Jans Jastrežembskis sekojošā rakstā pastāsta «Zvaigžņotās debess» lasītājiem, kā strādā viņa skolas Jauno astronomu pulciņš. Varbūt arī citu skolu astronomijas pulciņiem ir panākumi, kas interesētu mūsu lasītājus.

*Redakcijas kolēģija*

### JAUNO ASTRONOMU PULCIŅŠ

1959. gada sākumā Daugavpils 2. vidusskolā iepazinos ar fizikas un astronomijas skolotāju Sofiju Grigorjevnu Ļevinu. Uzzinājusi, ka es interesējos par astronomiju, viņa man ieteic<sup>2</sup> organizēt Jauno astronomu pulciņu.



*att. Pulciņa dalībnieki teorētiskajās nodarbībās. Pie tāfeles V. Bļinovs.*

26. att. J. Jastrežemskis un V. Bļinovs sagatavo teleskopu novērojumiem.



Pulciņa vadītāja S. Ļevina iepazīstas ar novērojumu pierakstiem.



Pēc dažām dienām kopā ar savu biedru V. Bļinovu sameklējām vēl dažus 2. vidusskolas skolēnus, kas arī interesējās par astronomiju.

Tā radās Jauno astronomu pulciņš. Pēc tam, kad laikrakstā «Padomju Daugava» bija publicēts raksts par organizēto astronomijas pulciņu, mums pievienojās arī citu pilsētas skolu skolēni, piemēram, 4. dzelzceļnieku skolas skolniece Gaļa Kononova, kas pašlaik ir mūsu pulciņa sekretāre, Viktors Smirnovs — 7. dzelzceļnieku skolas skolnieks u. c.

Astronomijas pulciņa vadītāja ir skolotāja S. Ļevina.

Trīs reizes mēnesī jaunie astronomi sapulcējas teorētiskām nodarbībām. Šajās nodarbībās noklausās un pārrunā interesantus referātus par dažādām tēmām, piemēram, par astronomijas jaunumiem, par jaunu kosmisko kuģu palaišanu utt. Referātus sagatavo paši pulciņa biedri. Praktiskajām nodarbībām skolnieki salasās katru skaidru nakti. Nesen mūsu pulciņa vajadzībām skola nopirka D. Maksutova sistēmas skolas meniska teleskopu. Tā diametrs ir 70 mm, palielinājums — 25 un 70 reižu. Ar šo teleskopu astronomijas pulciņa biedri novēro zvaigznes, planētas, Sauli, Mēnesi, galaktiskos un ārpusgalaktiskos miglājus. 1960. gada vidū pulciņa biedri V. Bļinovs un P. Krops ar meniska teleskopu novēroja Sauli. Citi pulciņa biedri novēroja meteorus un maiņzvaigznes. Pavisam nesent teleskopā novērojām planētas Jupiteru, Saturnu un Marsu. Sevišķu iespaidu uz visiem atstāja Saturna gredzeni, mēs taču tos pirmo reizi teleskopā redzējām savām acīm!

Dažiem pulciņa biedriem ir savi, pašu gatavoti teleskopi, arī ar tiem viņi pēta debesis.

Mūsu pulciņš izdod avīzi «Jaunais astronoms», tajā ievietoti rakstiņi par pulciņa biedru darbu, par astronomijas jaunumiem, dati par zvaigžņoto debesi attiecīgajā mēnesī utt. Avīzes atbildīgais redaktors ir V. Bļinovs.

Vienā no pulciņa sanāksmēm ierosināja jautājumu par nelielas astronomiskas observatorijas būvi skolā. Visi pulciņa biedri vienbalsīgi atbalstīja šo ierosinājumu. Nākamajai observatorijai būvē teleskopu-refraktoru ar diametru 100 mm un reflektoru ar diametru 150 mm. Ar šo teleskopu mēs gatavojamies fotografēt debesu ķermeņus.

Lūk, tā strādā mūsu astronomijas pulciņš Daugavpils 2. vidusskolā. Pašlaik pulciņā ir deviņi dalībnieki, bet mēs ceram, ka drīz daudzi citi skolēni gribēs uzzināt ko vairāk par interesanto zinātni — astronomiju.

*J. Jastrežemskis*

Daugavpils 2. vidusskolas  
9. klases skolnieks



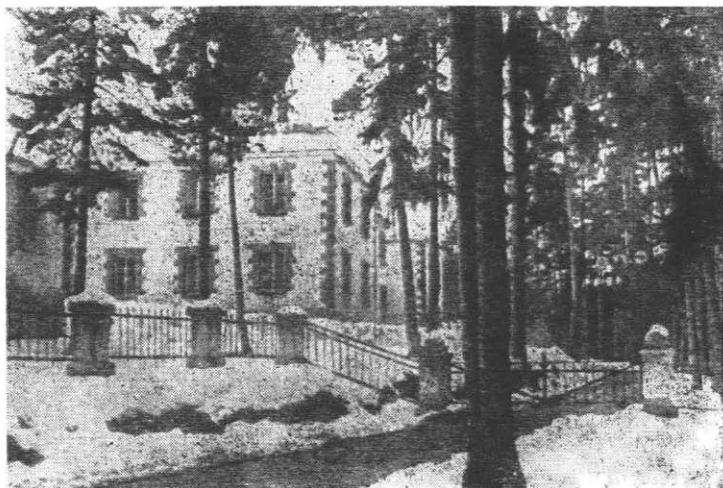
## HRONIKA

### KONFERENCES BIRAKANĀ UN ABASTUMANĀ

No 1960. gada 28. septembra līdz 1. oktobrim Armenijā, Birakanas astronomiskajā observatorijā notika Zvaigžņu un miglāju fizikas komisijas plēnums. Pirmajās četrās sēdēs apsprieda šādus jautājumus: kometveidīgie un planetārie miglāji, miglāju spīdēšanas teorija, difūzie miglāji un putekļu miglāji. Šādās sēdēs nolasīti 19 referāti, kuru autori bija ievērojamākie padomju speciālisti kā V. Sobolevs (Leņingrada), J. Sklovskis (Maskava), G. Gurzadjans (Birakana) u. c. Rīgas astronomus plēnumā pārstāvēja šī raksta autors.

Piektā sēde bija veltīta observatoriju

atskaitēm par veikto darbu, bet sestajā sēdē apsprieda jauno instrumentu darbu tematiku. Par Birakanas Smidta teleskopu runāja akadēmiķis V. Ambarcumjans. Šī teleskopa lēcas diametrs ir 1 m un gaismas spēja 1:2. Tas ir pats spēcīgākais šāda veida teleskops, un ar to novērojamas zvaigznes līdz 21. lielumam. Prof. V. Nikonovs ziņoja par Krimas observatorijas 260 cm teleskopu. Tas ir trešais lielākais teleskops pasaulē, bet savas kvalitātes ziņā tas pārspēj visus pastāvošos teleskopus. Šie divi Padomju Savienībā izgatavotie teleskopi jūtami uzlabos padomju astronomijas novērošanas iespējas. Šo instrumentu izmantošanā paredzēta arī Rīgas astronomu piedalīšanās.



28. att. Abastumanas observatorijā.

Tūlīt pēc Birakanas sanāksmes, no 3. līdz 8. oktobrim notika Zvaigžņu astronomijas komisijas plēnums. Sēdes notika Tbilisī un Abastumanas astrofizikas observatorijā. Ar apskata referātu par zvaigžņu astronomijas novērošanas problēmām uzstājās P. Holopovs (Maskava). Pēc apskata referāta plēnums noklausījās 17 ziņojumus par atsevišķiem, vēl nepublicētiem darbiem zvaigžņu astronomijas laukā. J. Ikaunieks (Rīga) nolasīja ziņojumu «Pašāvēģīga un mainīga spožuma sarkano milžu telpiskā sadalījuma atšķirība», kas izraisīja dzīvas pārrunas.

Turpmākajā darbā plēnums apsprieda zvaigžņu sistēmu kinematikas un dinamikas problēmas. Sai jautājumā apskata referātu nolasīja K. Ogorodņikovs (Leņingrada). Pēc tam nolasīja vēl 5 referātus, kuru autori bija G. Kuzmins (Tartu), G. Idlis (Alma-Ata) un T. Agekjans (Leņingrada).

Plēnuma noslēgumā izvēlēja jaunu komisijas vadību. Par komisijas priekšsēdētāju izvēlēja Abastumanas astrofizikas observatorijas direktoru prof. E. Haradzi, par priekšsēdētāja vietnieku P. Holopovu (Maskava) un par sekretāru R. Kiladzi (Abastumana).

Plēnumā piedalījās vairāk nekā 60 padomju astronomu un arī ārzemju viesi: Jelas observatorijas direktors D. Brauers ar sievu (ASV) un astrofizikis-teorētiķis V. Mak-Krejs (Anglija)

*I Ikaunieks*

## **ASTRONOMIJAS PADOMES RADIOASTRONOMIJAS KOMISIJAS PLĒNUMS**

Maskavā no 1960. gada 22. līdz 28. novembrim notika Vissavienības Astronomijas padomes radioastronomijas komisijas paplašināts plēnums, kurā piedalījās ap 150 dalībnieku no savienoto republiku zinātniskajām iestādēm, tajā skaitā arī pieci Latvijas ZA Astrofizikas laboratorijas un VAQB Rīgas nodaļas pārstāvji.

Pirmās plēnuma sēdes bija veltītas radioastronomiskajai aparatūrai. PSRS ZA Ļebedjeva Fizikas institūts ziņoja par jauno 22 m caurmēra parabolisko radiote-

leskopu, kas atrodas netālu no Maskavas. Teleskops izgatavots ar lielu antenas virsmas precizitāti, kas ļauj uztvert pat 1 cm garus viļņus. Tas ir pirmais radioteleskops pasaulē, kura paraboliskā spoģuļa diametrs pārsniedz tūkstots viļņa garumus.

Pulkovas radioastronomi ziņoja par savu lielo mainīgā profila radioteleskopa antenu, kas ievērojama ar savu vienkāršo uzbūvi.

Plēnumā iztīrāja daudzus jautājumus, kas saistīti ar lielu radioteleskopu projektēšanu un izgatavošanu.

Daudz laika tika veltīts Saules pētījumiem. Plēnuma dalībnieki noklausījās ap 20 ziņojumu par Saules radioizstarojuma sadalījumu pa viļņa garumiem, par 3,04 cm jonizēta ūdeņraža radiospektra līnijas novērošanu, kura, domājams, rodas hromosfērā, par Saules sporadiskā radioizstarojuma teoriju. Interesanti bija ziņojumi par lielajiem Saules radioizstarojuma uzliesmojumiem 1960. gada martā un aprīlī, kad Saules aktivitāte bija tik augsta, ka uz vairākām dienām pārtrūka isviļņu radiosakari. Ļebedjeva Fizikas institūts ziņoja par Saules suprakoronu, kura pēc pēdējiem novērojumiem aizsniedzas pat 25 Saules diametru tālu no tās centra.

Ļoti daudzi referāti bija veltīti Galaktikas un diskrēto avotu radioizstarojumam. Tā, piemēram, profesors J. Sklovskis referēja par Galaktiku radioizstarojuma rašanās fizikālajiem mehānismiem, Pulkovas radioastronomi J. Parijskis analizēja Galaktikas centra radioizstarojuma novērojumus centimetru un decimetru viļņu diapazonā, Gorkijas Radiofizikas institūta pārstāvji referēja par Galaktikas radioizstarojumu dekametru viļņos.

Sēdēs, kas bija veltītas Mēness un planētu radioastronomijai, nolasīja referātus par Mēness virsmas fizikālajām īpašībām un tās radioizstarojuma rašanās modeļiem, Mēness radioizstarojuma novērojumu rezultātiem centimetru un milimetru viļņos, kā arī par radionovērojumiem uz Venēru.

Lieli interesi izraisīja Ļebedjeva Fizikas institūta Serpuhovas bazē izdarītie otrās padomju kosmiskās raķetes 183,6 MHz signālu novērojumi ar radiointerferometru. E. Benediktova, G. Getmanceva un V. Ginzburga referātā tika izvirzītas interesantas domas par mākslīgo pavadoģu un kosmisko raķeģu izmantoģanu radioastrono-

miskiem pētījumiem ārpus Zemes atmosfēras 20 līdz 3000 metru diapazonā.

Krimas radioastronomi un Zemes magnetisma un radioviļņu institūta pārstāvji ziņoja par jonosfēras pētījumiem ar radioastronomiskām metodēm.

Plēnuma noslēgumā tika pieņemti lēmumi, kas veicinās radioastronomijas attīstību Padomju Savienībā.

G. Ozoliņš

## PSRS 15. ASTROMETRIJAS KONFERENCE

No 1960. gada 13. līdz 17. decembrim Pulkovā notika PSRS 15. astrometrijas konference, kurā piedalījās arī astoņi mūsu republikas pārstāvji.

Ievadvārdus teica PSRS Zinātņu akadēmijas Astronomijas padomes priekšsēdētājs A. Mihailovs, norādot, ka konferencei jārisina daudz svarīgu jautājumu. Atskaites referātu par PSRS astrometrisko iestāžu darbu nolasīja Astrometrijas komisijas priekšsēdētājs M. Zverevs, isi pastāstot par tiem daudzajiem darbiem, ko šīs iestādes veikušas. Viņš norādīja, ka tagad liela uzmanība jāpievērš novērojumu teorētiskai diskusijai, kā arī jaunu instrumentu izgatavošanai.

Konferencei bija plaša dienas kārtība — pavisam 86 referāti, kuriem sekoja interesantas diskusijas. Daudz uzmanības bija veltīts Saules un lielo planētu novērojumiem; šie novērojumi, no vienas puses, ļauj precizēt Saules un lielo planētu kustības teoriju, no otras puses — pētīt Zemes rotācijas nevienmērības. Sevišķi neapmierinoši līdz šim bija izpētīta Marsa kustība. Pirmie mēģinājumi uzlabot Marsa orbītas elementus jau veikti Ļeņingradas Teorētiskās astronomijas institūtā. Par tiem ziņoja D. Kuļikovs. Pirms konferences bija izdarīta vesela virkne Saules un planētu mēģinājumu novērojumu ar dažādiem instrumentiem, lai varētu spriest par lietderīgāko instrumentu un novērošanas metodes izvēli. Tika pieņemta speciāla instrukcija šo spīdekļu novērošanai.

Ļoti interesants bija N. Pavlova referāts

«Par Zemes rotācijas nevienmērībām no laika dienestu novērojumu materiāliem». Autors pastāstīja, ka šie novērojumu materiāli norāda uz kādu nesaprotamu liecību Zemes rotācijā 1959. gada vasarā, kas atkarīgs no tā, kādā Zemes lodes vietā novērojumi izdarīti. Šie novērojumi ļauj secināt, ka uz Zemes norādītajā laikā darbojušies specīgi faktori, kas ietekmējuši astrometriskos novērojumus. Istu izskaidrojumu šim apstāklim atrast grūti, bet iespējams, ka tas saistīts ar dziļas plaisas rašanās okeānu dziļumā, vai arī ar vēju ietekmi ļoti plašos apgabalos.

M. Zvereva un A. Ņemiro ziņojums par PSRS ZA paredzamo ekspedīciju dienviņu puslodē arī bija ļoti interesants. Kā zināms, dienviņu puslodē ir ļoti maz iestāžu, kas nodarbojas ar astronomiskiem novērojumiem. Sakarā ar to PSRS ZA nolēmusi sūtīt uz dienviņu puslodi ekspedīciju, kas piedalītos vājo zvaigžņu kataloga novērošanas darbā, kā arī izdarītu dažus astrofotografiskus novērojumus. Ekspedīciju paredzēts organizēt Čīlē, un tā ilgs 3 gadus.

Atsevišķas sēdes bija veltītas meridiānālajai astrometrijai (t. i., spīdekļu ekvatoriālo koordinātu — rektascensijas un deklinācijas noteikšanai), laika dienestam, zvaigžņu katalogiem, novērojumiem ar prizmu astrolabiju, efemerīdu laikam (t. i., laikam, kas ir pilnīgi vienmērīgs, tātd brīvs no Zemes griešanās nevienmērību ietekmes) un Mēness kustības un figūras pētījumiem.

Rīgas astronomi uzstājās ar diviem referātiem:

K. Steins un Leonīds Roze — «Jautājumā par pulksteņu korekcijas precizitātes novērtējumu» un Leonora Roze «Par pasāžinstrumenta ass liekšanos».

Konference pieņēma rezolūciju, kas nosaka: 1) sevišķu vērību pievērst Saules un planētu novērojumiem, 2) paātrināt gatavošanos ekspedīcijai uz dienviņu puslodi, 3) lūgt Astronomijas padomi griezties PSRS ZA prezidijā, lai iegūtu nepieciešamo palīdzību fotografisko novērojumu apstrādāšanas automatizācijā, 4) lūgt organizēt pastāvīgu laika signālu pārraidīšanu pa radio, kas vajadzīgi ne vien astronomiem, bet arī flotei un rūpniecībai, 5) atzīt par nenormālu stāvokli, ka Padomju Savienībā nenovēro vājās mazās planētas, un ātrāk iz-

labot šo trūkumu, 6) publicēt šīs konferen-  
ces darbus.

Noslēgumā līdzšinējās Astrometrijas komi-  
sijas vietā noorganizēja divas komisijas:  
1) Astrometrijas komisiju ar 2 apakškomi-  
sijām — a) fotografiskās astrometrijas un  
b) Mēness kustības, 2) Zemes rotācijas  
pētīšanas komisiju ar 3 apakškomisijām —  
a) ģeografiskā platuma, b) laika un frek-  
vences un c) platuma un laika ģeofiziskās  
interpretācijas. Par Zemes rotācijas pētīša-  
nas komisijas un attiecīgo apakškomisiju  
locekli ievēlēja arī Rīgas astronomu pār-  
stāvi — LVU docentu K. Steiņu.

*L. Roze un M. Dirīķis*

### **AMATIERU TELESKOPU BŪVĒTAJU SANĀKSME**

1960. gada 19. decembrī Maskavā notika  
pirmā PSRS amatieru teleskopu būvētāju  
sanāksme. To bija organizējusi Vissavienī-  
bas Astronomijas un ģeodēzijas biedrības  
Centrālā padome.

Pēdējos gados amatieru aktivitāte mūsu  
zemē ir stipri augusi. Tomēr, salīdzinot ar  
dažām citām valstīm, pie mums uzbūvēto

teleskopu daudzums ir vēl nesamērīgi  
mazs. Tā ASV ik gadus notiek amatieru  
sanāksme ar izgatavoto instrumentu iz-  
stādi, kurā piedalās vidēji ap 300 dalīb-  
nieku! Ļoti augstu līmeni amatieru tele-  
skopu būvē sasniegusi Čehoslovākija.

Interesantākos ziņojumus sanāksmē no-  
lasīja A. Fomins (Leņingrada), profesors  
B. Voroncovs-Veljaminovs (Maskava),  
M. Navašins (Leņingrada). Sevišķi lielus  
panākumus guvis A. Fomins, kurš ir uz-  
būvējis 32 cm Kasegrena sistēmas reflek-  
toru ar izcilām optiskām īpašībām. Viņa  
iegūtie Mēness uzņēmumi, šķiet, uzņemti ar  
kādu no lielākajiem pasaules teleskopiem,  
nevis ar pašbūvētu amatiera reflektoru.

No VĀGB Rīgas nodaļas sanāksmē pie-  
dalījās 4 pārstāvji: tika nolasīts mūsu ener-  
ģiskā amatiera M. Gaiļa ziņojums par  
50 cm teleskopa būves gaitu.

Nolasītie ziņojumi tika plaši apspriesti,  
bez tam apspriestas arī grūtības, kas līdz  
šim kavē mums izvērst amatieru teleskopu  
būvi masveidīgi. Noslēgumā sanāksmes da-  
lībnieki vienprātīgi izteica vēlēšanos, lai  
šādas sanāksmes turpmāk notiktu katru  
gadu un tajās piedalītos arvien vairāk da-  
lībnieku ar interesantiem eksponātiem un  
ziņojumiem.

*M. Dirīķis*





# J AUNAS GRĀMATAS

## ASTRONOMISKAIS KALENDĀRS 1961. GADAM

Jau devīto gadu Latvijas PSR ZA izdevniecība izdod astronomisko kalendāru. Kalendārs satur dažādus datus, kas var interesēt visus mūsu republikas iedzīvotājus, kā: paskaidrojumus par laika skaitīšanu Latvijas PSR teritorijā, Saules lēkta un rieta momentus, dienas garumu u. c.

Daudzi no astronomiskajā kalendārā publicētajiem datiem izmantojami astronomijas amatieru un ģeodēzistu praktiskajām vajadzībām, piemēram: zvaigžņu laiks, Saules rektascensija un deklinācija, Mēness lēkta un rieta momenti, Mēness fāzes u. c. 12 kartēs parādīta arī četru spožāko planētu Venēras, Marsa, Jupitera un Saturna redzamība attiecīgajos mēnešos. Atsevišķi dotas 6 spožāko planētu koordinātas.

Kalendārā ievietotas speciālas tabulas, no kurām var uzzināt, kad un kādas zvaigznes aizklās Mēness.

Bez tam kalendārā iespiesti seši raksti. Rakstā «Saules aptumsums 15. februārī» pastāstīts gan par to, kāpēc notiek Saules aptumsumi, gan doti interesanti dati par 15. februāra aptumsumu, apskatītas dažas problēmas, kuras risināt palīdz Saules ap-

tumsuma novērojumi un doti norādījumi Saules aptumsuma novērošanai.

Rakstā «Novērosim zvaigžņu aizklāšanas!» izskaidrots, kā ar samērā vienkāršiem līdzekļiem var veikt svarīgus zinātniskus novērojumus.

Rakstā «No latviešu kalendāru vēstures» stāstīts par latviešu kalendāra attīstību no 17. gs. līdz pat mūsu dienām.

Raksts «Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības trešais kongress» iepazīstina lasītāju ne vien ar interesantākajiem zinātniskajiem referātiem, kas nolikti kongresā, bet arī ar svarīgākajiem lēmumiem, kurus pieņēma kongresā.

Rakstā «Vai cilvēki dzīvo tikai uz Zemes?» aprakstīta dzīvības eksistences iespēja Visumā.

Pēdējais raksts «Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Rīgas nodaļas darbība 1959. gadā» stāsta par plašu un interesantu darbu, ko veikuši Rīgas nodaļas biedri.

Salīdzinot ar citu gadu izdevumiem, 1961. gada Astronomiskajā kalendārā palielinājies norādījumu skaits novērojumu veikšanai. Sakarā ar to minētais izdevums ir sevišķi ieteicams tiem, kas vēlas izdarīt astronomiskus novērojumus.

L. Roze



M. DĪRIĶIS

## ASTRONOMISKĀS PARĀDĪBAS 1961. GADA PAVASARĪ

PAVASARIS

Pavasaris sākas 1961. gada 20. martā pl. 23<sup>st</sup> 33<sup>m</sup>, beidzas 21. jūnijā pl. 18<sup>st</sup> 31<sup>m</sup>. Par pavasara sākumu skaita to brīdi, kad Saule atrodas pavasara punktā (♈) Sajā brīdī Saules deklinācija 0°, pie tam Saule savā šķietamajā gada kustībā pāriet no dienvidu puslodes ziemeļu puslodē. Tādējādi ziemeļu puslodē diena kļūst garāka par nakti, bet dienvidu puslodē otrādi — tur sākas rudens.

ZVAIGZNOTĀ DEBESS

Pavasara vakaros *Lielo Gretzo Ratu* zvaigznājs atrodas gandrīz zenītā — virs galvas. Zem tiem, savā parastajā vietā atrodami *Mazie Greizie Rati*; šī zvaigznāja spožākā zvaigzne ir *Polārzvaigzne*, kura arvien skaidrās naktīs rāda ceļiniekiem ziemeļu virzienu. Vēl zemāk pie apvāršņa ziemeļu pusē redzams Kasiopejas zvaigznājs; to viegli pazīt pēc tā izskata burta W veidā.

Ja iedomāsimies *Lielo Greizo Ratu* zvaigznāju ratu veida, tad četras zvaigznes veido pašus ratus, bet trīs — ratu ilksi. So pašu zvaigznāju sauc arī par *Lielo Lāci*. Tādā gadījumā pedējās trīs zvaigznes dēvē par Lāča asti. Ja nu šo asti jeb ratu ilksi iedomāsimies pagarinātu, tad atrodām spožu iedzeltenu zvaigzni, kuru sauc par *Arkturu*. Tas ir *Vēršu Dzinēja* zvaigznāja spožākais spīdeklis. *Vēršu Dzinējs* ir liels zvaigznājs, kurā atrodami daudz interesanti objekti novērošanai. Piemēram, tur ir vairākas dubultzvaigznes — t. i., zvaigznes, kas ar neapbruņotu aci izskatās kā viena zvaigzne, bet tālskatī redzams, ka tā nav vis viena, bet divas tuvas zvaigznes.

Mazliet augstāk pa kreisi no *Vēršu Dzinēja* atrodas *Ziemeļu Vainaga* zvaigznājs. Spožākās zvaigznes tur tiešām sakārtotas it kā vainaga jeb gredzena veidā. Tieši zem šī zvaigznāja atrodas *Čūskas* zvaigznāja viena daļa — t. s. Čūskas galva. Otra Čūskas daļa — t. s. aste atrodas daudz zemāk un ievērojami tālāk pa kreisi — aiz *Čūskneša* zvaigznāja.

Dienvidos pavasara vakaros redzams *Lauvas* zvaigznājs. Arī tas ir liels, ar daudziem interesantiem novērošanas objektiem. Spožākā zvaig-

zne — Lauvas  $\alpha$  jeb *Reguls* ir pirmā lieluma zvaigzne, tomēr tā nav tik spoža kā Arkturs. Vispār spožu zvaigžņu daudzuma ziņā pavasara debesis nav tik bagātas kā ziemas debesis, kad spīdēja *Orions*, *Lielais Suns*, *Vērsis*, *Dviņi*, *Mazais Suns*. Pedējie no nupat minētajiem zvaigznājiem pavasara vakaros vēl nedaudz saredzami zemu pie rietumu apvāršņa.

No zodiaka zvaigznājiem pavasara sākumā tātad vēl var redzēt Vērsi un Dviņus. To vietā vēlāk stājas *Vezis*, *Lauva*, *Jaunava* un *Svart*. Vēža zvaigznājs ievērojams ar skaistu zvaigžņu kopu — t. s. *Silt*. Ar neapbruņotu aci tur var saskatīt tikai miglainu plankumiņu, bet jau labs binoklis vai pavisam niecīgs tālskatiņš paver mūsu skatam simtiem zvaigžņu. Uz austrumiem no Lauvas, tieši virs Jaunavas zvaigznāja atrodas vēl viena, vēl vairāk izkaisīta zvaigžņu kopa — t. s. *Berenikes Mati*. Tā jāaplūko ar vēl mazāku palielinājumu nekā *Sile*.

Debess rietumu pusē atrodams *Vedēja* zvaigznājs ar nenorietošo *Kapellu*. Austrumu pusē rītos var jau saskatīt pazīstamo trijstūri, ko veido trīs spožas zvaigznes — *Vega*, *Denebs* un *Altairs*. Šis trijstūris ir raksturīgs mūsu vasaras zvaigžņotajai debesij.

Visi minētie, kā arī citi mazāk ievērojamie zvaigznāji atrodami kartēs 60. un 61. lpp.

## PLANĒTAS

*Merkurs* nav novērojams, izņemot dažas dienas ap 1. jūniju, kad tas atrodas vislielākajā austrumu elongācijā —  $23^\circ$  no Saules. Tad tas mazliet saskatāms vakaros, bet debess gaišuma dēļ ļoti grūti novērojams.

*Venēra* 10. aprīlī atrodas apakšējā konjunktijā — tātad starp Zemi un Sauli. Tāpēc pavasara sākumā Venēra nav redzama. Aprīļa beigās, maijā un jūnijā Venēru var novērot kā rīta zvaigzni. Tā atrodas Zivju, vēlāk Auna zvaigznājā.

*Marss* redzams nakts pirmajā pusē Dviņu, vēlāk — Vēža zvaigznājā. Jūnijā Marss pāriet Lauvas zvaigznājā.

*Jupiters* redzams no rītiem Mežāža zvaigznājā.

*Saturns* atrodas pie Strēlnieka un Mežāža zvaigznāju robežas, nedaudz pa labi no Jupitera.

## MĒNESS

*Mēness fazes pavasarī:*

● (jauns Mēness)

15. aprīlī	pl.	8 <sup>st</sup> 38 <sup>m</sup>
14. maijā		19 55
13. jūnijā	„	8 17

☾ (pirmais ceturksnis)

24. martā	pl.	5 <sup>st</sup> 48 <sup>m</sup>
23. aprīlī		0 50
22. maijā		19 19
21. jūnijā	„	12 02

☾ (pilns Mēness)

1. aprīli	pl.	8 <sup>st</sup> 48 <sup>m</sup>
30. aprīli		21 41
30. maijā		7 37
28. jūnijā		15 38

☾ (pēdējais ceturksnis)

8. aprīli	pl.	13 <sup>st</sup> 16 <sup>m</sup>
7. maijā		18 58
6. jūnijā		0 19

*Mēness perigejā* (vistuvāk Zemei) atrodas:

11. aprīli	pl.	10 <sup>st</sup>
6. maijā		15
2. jūnijā		6
30. jūnijā		4

*Mēness apogejā* (vistālāk no Zemes) atrodas:

26. martā	pl.	18 <sup>st</sup>
23. aprīli		13
21. maijā		8
18. jūnijā		1

**MAIŅZVAIGZNES**

Algola minimumi:

30. martā	pl.	23 <sup>st</sup> 53 <sup>m</sup>	20. aprīli	pl.	1 <sup>st</sup> 36 <sup>m</sup>
2. aprīli		20 42	22. aprīli		22 25

Ilgperioda maiņzvaigznes Valzivs o (Mira) maksimums 1961. g. 16. jūnijā.

**METEORI**

Intensīvākā meteoru plūsma pavasarī ir *Liridas* — no 15. līdz 26. aprīlim (maksimums 21. aprīli).

**ZVAIGŽŅU KARTES**

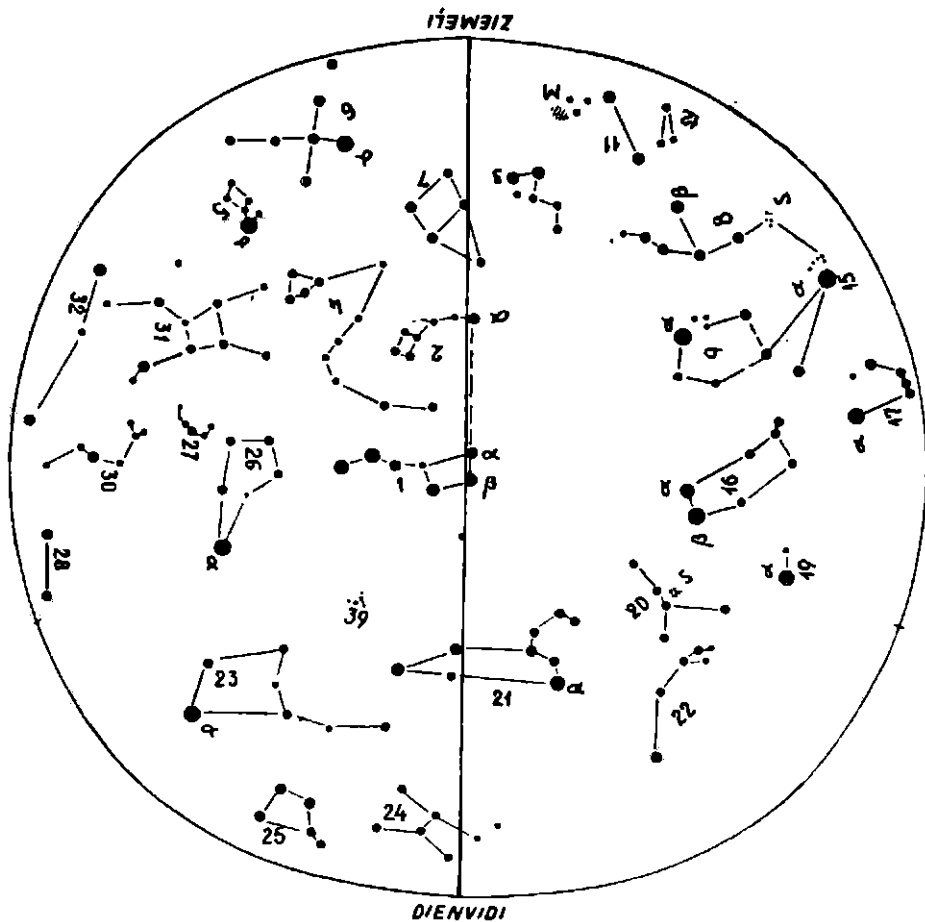
Ievietotās zvaigžņu kartes attēlo zvaigžņoto debesi pavasarī šādos laikos:

1. aprīli	— 1. karte	pl.	0 <sup>st</sup>	2. karte	pl.	5 <sup>st</sup>
15. aprīli	—		23,			4
1. maijā	—		22,			3
15. maijā	—		21,			2
1. jūnijā	—		20,			1
15. jūnijā	— „ „ „		19,	„ „ „		0

Meklējot zvaigznājus pie debess, karte arvien jāpagriež tā, lai debess puse, uz kuru mēs skatāmies, kartē būtu uz leju. Karte nav jātur virs galvas. Jāatceras arī, ka kartēs pareizi attēloti tikai zvaigznāji debess ziemeļpola tuvumā, bet dienvidu zvaigznāji ir stipri izstiepti horizontālā virzienā. Citādi nebūtu iespējams attēlot visu pussferu uz vienas kartes.

Kartēs attēloti sekojoši zvaigznāji:

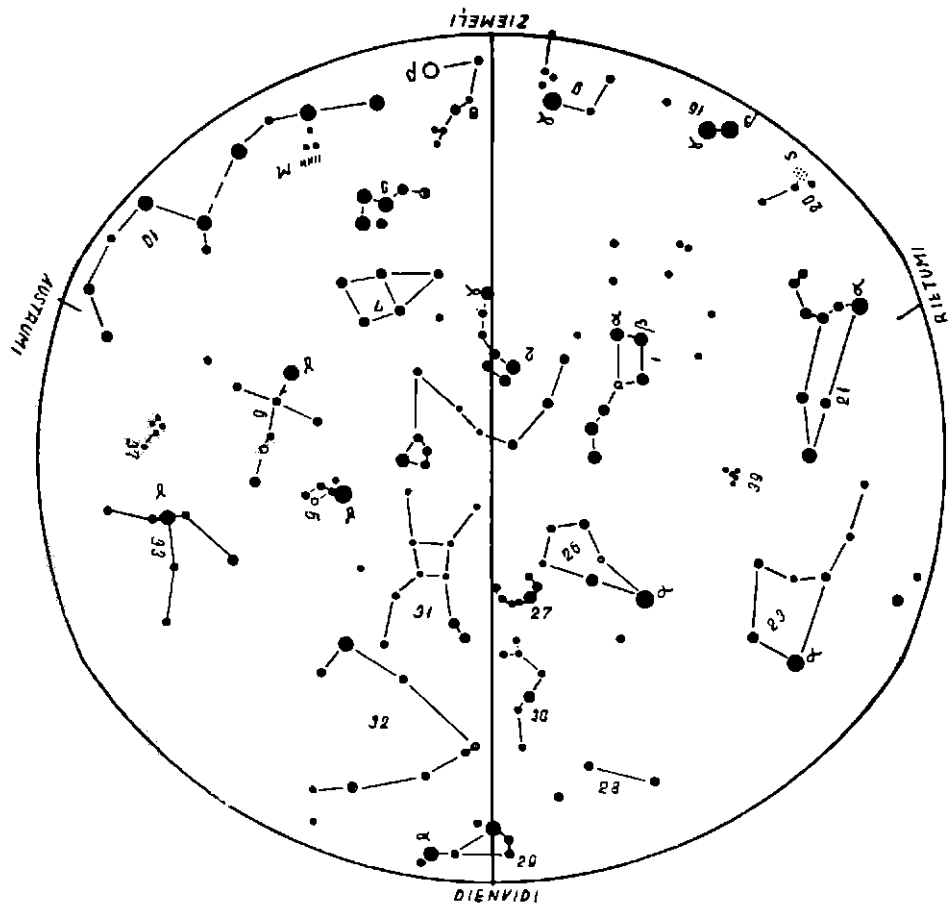
1 — Lielie Greizie Rati, 2 — Mazie Greizie Rati ( $\alpha$  — Polārzvaigzne), 3 — Kasiopeja, 4 — Pūķis, 5 — Lira ( $\alpha$  — Vega), 6 — Gulbis ( $\alpha$  — Denebs), 7 — Cefejs, 8 — Persejs ( $\beta$  — Algols), 9 — Vedejs ( $\alpha$  — Kapella), 10 — Pegazs, 11 — Andromeda ( $M$  — miglājs), 12 — Trijstūris, 15 — Vērsis ( $\alpha$  — Aldebarans,  $S$  — Sietiņš), 16 — Dvīņi ( $\alpha$  — Kastors,  $\beta$  — Pollukss), 17 — Orions ( $\alpha$  — Betelgeize), 19 — Mazais Suns ( $\alpha$  — Procions), 20 — Vēzis ( $S$  — Sile), 21 — Lauva ( $\alpha$  — Reguls), 22 — Hidra, 23 — Jaunava ( $\alpha$  — Spika), 24 — Kauss, 25 — Krauklis, 26 — Vēršu Dzinējs ( $\alpha$  — Arkturs), 27 — Ziemeļu Vainags, 28 — Svāri, 29 — Skorpions ( $\alpha$  — Antares), 30 — Čūska, 31 — Herkules, 32 — Čūsknesis, 33 — Ērglis ( $\alpha$  — Altairs), 37 — Delfins, 39 — Berenikes Mati.



### 1. zvaigžņu karte

Zvaigžņotā debess	1. aprīlī	pl.	Ķst
	15.	"	23
	1. maijā		22
	15.	"	21
	1. jūnijā		20
	15.		19

Zvaigznāju apzīmējumus skat. tekstā 59. lpp.



2. zvaigžņu karte

Zv.

aprīlī

5<sup>st</sup>

4

3

2

1

0

Zvaigznāju apzīmējumus skat. teksta 59. lpp.

