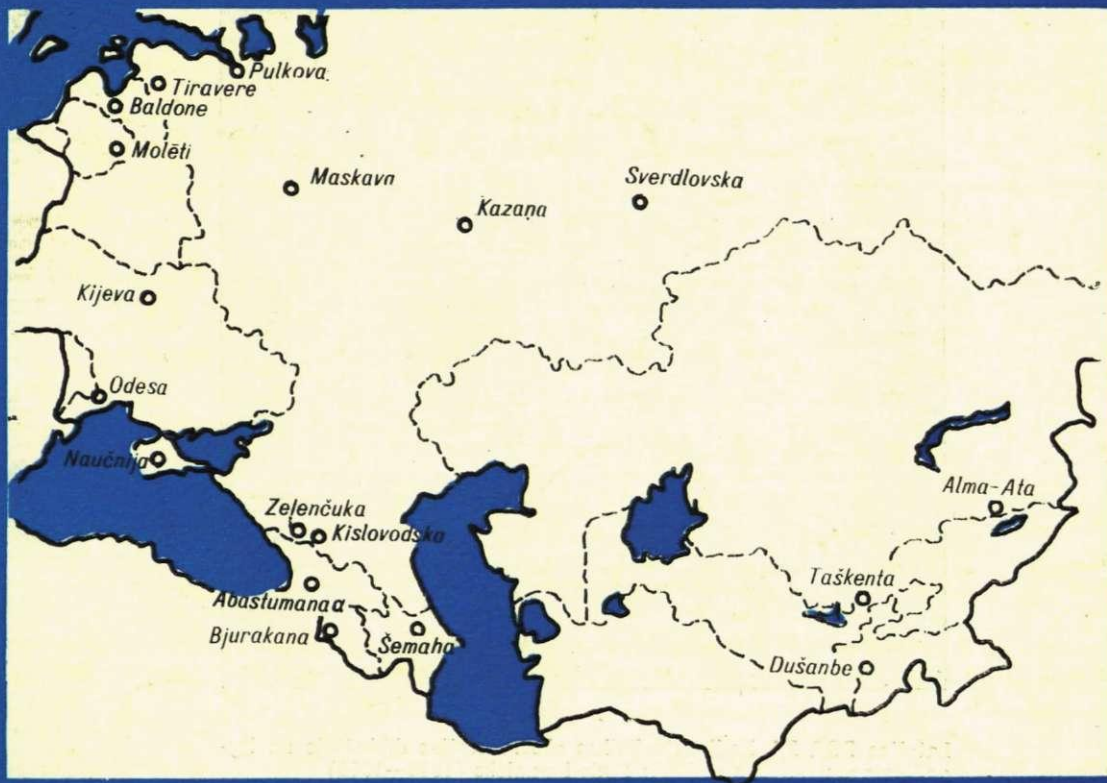
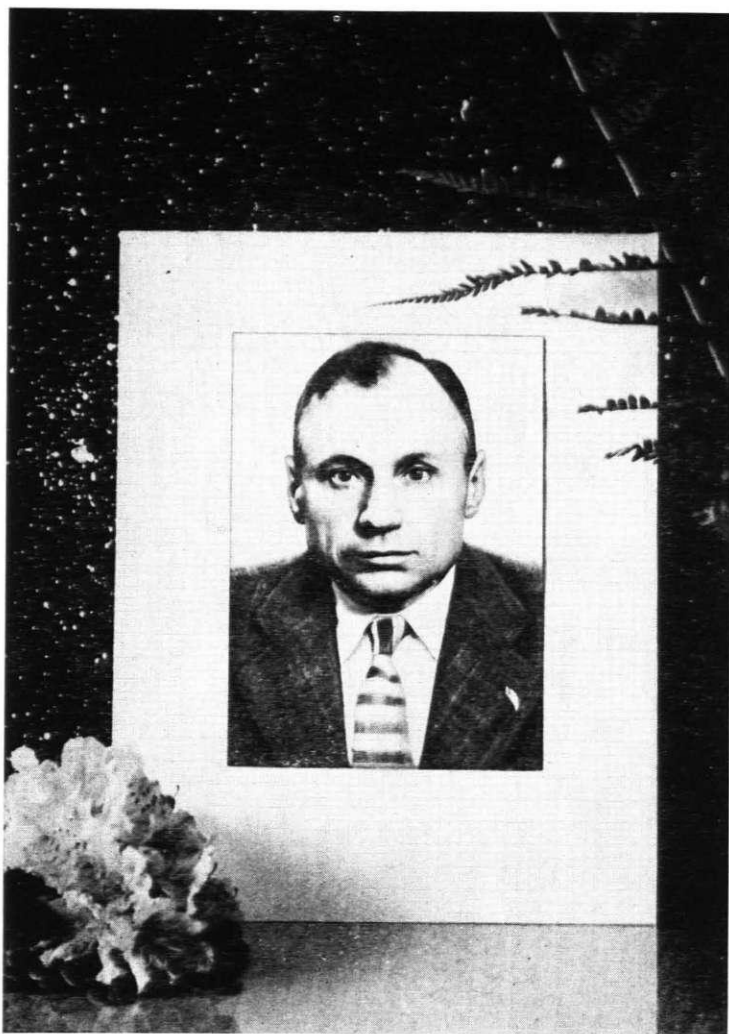


# ZVAIGŽNOTĀ DEBESS



Jupitera lielie pavadoņi ● Atrasts trešais dubultais radiopulsārs ● Vēlreiz par tematu «Saule un mēs» ● Par pētījumiem Radioastrofizikas observatorijā ● Skolēniem par atklātajām fizikas un astronomijas olimpiādēm ● Caur pagātņi uz nākotņi ● Turaidas pils saules pulksteņi

19<sup>82</sup>/<sub>83</sub>  
ZIEMA



Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorijas dibinātājs un ilggadējais zinātniskais vadītājs Jānis Ikaunieks (1912—1969)

Vāku 1. lpp. PSRS pastāvēšanas 60 gados izveidotas daudzas jaunas astronomijas observatorijas. Baltijas republikās blakus universitāšu observatorijām radītas observatorijas Tiraverē, Baldonē un Molētos, Ukrainā — Golosejevā pie Kijevas, Aizkaukāza republikās — Abastumanā, Bjurakanā un Šemahā. PSRS Zinātņu akadēmijas observatorijas izveidotas Naučnijā (Krimā), pie Kislovodskas un Zeļeņčukas (Ziemeļkaukāzā), Vidusāzijas republikās bez simtgadīgās Taškentas observatorijas strādā observatorijas netālu no Alma-Atas un Dušanbes, kā arī Maidanaka kalna virsotnē. KPFSR līdzās tradīcijām bagātajām observatorijām Ļeņingradā, Maskavā, Kazaņā darbojas observatorijas pie Sverdlovskas, Irkutskas un citur.

# ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

1982./83. GADA ZIEMA 98

LATVIJAS PSR  
ZINĀTŅU AKADEMIJAS  
RADIOASTROFIZIKAS  
OBSERVATORIJAS  
POPULĀRZINĀTNISKS  
RAKSTU KRĀJUMS

Iznāk kopš 1958. gada septembra



## REDAKCIJAS KOLĒGIJA:

A. Alksnis, A. Balklavs (atbild. red.), J. Birzvalks, A. Buiķis, N. Cimahoviča, J. Francmanis (atbild. sekr.), J. Klētnieks, T. Romanovskis, L. Roze.  
Numuru sastādījis A. Alksnis.

Publicēts saskaņā ar Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Redakciju un izdevumu padomes 1982. gada 22. oktobra lēmumu.



RĪGA «ZINĀTNE» 1982

## SATURS

*E. Mūkins.* Jupitera lielie pavadoņi . . . . . 2

### Jaunumi

*U. Dzērvītis.* Atrasts trešais dubultais radiopulsārs . . . . . 12  
*Z. Alksne.* Vai Vega ir mainzvaigzne? . . . . . 13  
*A. Balklavs.* Vēlreiz par tematu «Saule un mēs» . . . . . 15

### Kosmosa apgūšana

Darba ierindā «Salūts-7» (*Pēc TASS ziņojumiem*) . . . . . 18  
*E. Mūkins.* «Space Shuttle» izmēģinājumu lidojumi . . . . . 19

### Mūsu republikā

*L. Duncāns, U. Dzērvītis, J. I. Straume.* Pētījumi turpinās (Sakarā ar J. Ikaunieka 70. dzimšanas dienu) . . . . . 23  
*T. Romanovskis.* Sadarbība Rostoka—Rīga attīstās . . . . . 26

### Zinātnieks un viņa darbs

*J. I. Straume.* Akadēmiķis Viktors Sobolevs . . . . . 28

### Skolā

*I. Fabrikants, L. Šmits.* Republikas 7. atklātā fizikas olimpiāde . . . . . 32  
*J. Miezis.* Desmitā skolēnu astronomijas olimpiāde . . . . . 37

### Kamolu nezūdamības likums

*A. Buiķis.* Caur pagātņi uz nākotni . . . . . 40

### Vēsture

*N. Cimahoviča.* Zinātnes popularizēšana J. Raiņa laikā «Dienas Lapā» . . . . . 42  
*J. Gaiduks.* P. Bols un viņa laikabiedri . . . . . 45  
*J. Graudonis.* Turaidas pils Saules pulksteņi . . . . . 51

### Jaunas grāmatas

*Leonīds Roze.* Astronomiskiem skaitļojumiem plašas iespējas . . . . . 54  
*M. Eglīte.* Zvaigžnotā debess 1982./83. g. ziemā . . . . . 55

# JUPITERA LIELIE PAVADOŅI

EDGARS MŪKINS

Četri Mēness izmēra ķermeņi, kas riņķo ap Saules sistēmas pašu lielāko planētu, no Zemes izskatās gandrīz tikai kā spoži punkti, kam iespējams novērtēt vienīgi dažus vispārīgākos raksturlielumus. Tikai pēdējā gadu desmitā dziļi teorētiski pētījumi un bagātīgi novērojumi tuvplānā atklājuši šo tālo pavadoņu patieso dabu, kas izrādījusies ļoti neparasta un daudzveidīga.

Jupitera lielie pavadoņi Jo, Eiropa, Ganimēds un Kalisto, ko jau 1610. gadā ar pavisam mazu un primitīvu teleskopu atklāja G. Galilejs, ir tik spoži, ka tos varētu ieraudzīt pat ar neapbruņotu aci, ja vien tie nebūtu cieši blakus vēl daudz spožākajam Jupiteram. Taču pavadoņu leņķiskie izmēri, lūkojoties no nepilna miljarda kilometru attāluma, ir tik niecīgi, ka saskatīt uz to virsmas kaut kādas detaļas praktiski nav iespējams (izņemot vienīgi spožuma vai krāsu atšķirības starp veselām puslodēm vai ekvatora un polu apgabaliem). Tādēļ pēc novērojumiem no Zemes bija izdevies iegūt atziņas tikai par šo ķermeņu vispārīgākajiem raksturlielumiem — kustības parametriem, masu, izmēriem, galvenajām optiskajām īpašībām (1. att.).

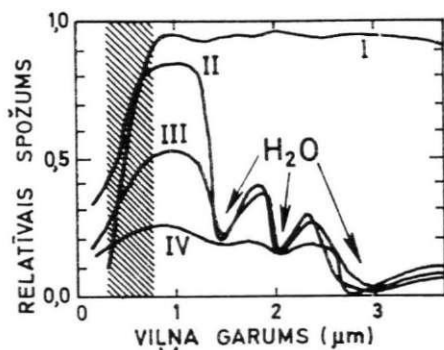
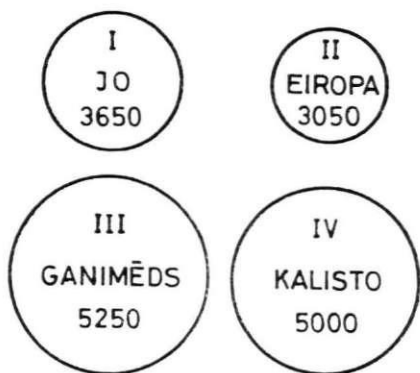
Pirmkārt, jau sen bija noskaidrots, ka visi četri pavadoņi riņķo pa apļveida orbītām, kas atrodas Jupitera ekvatora plaknē, turklāt vienmēr pievēršusi planētai vienas un tās pašas puslodes. Pēc savstarpējā pievilksanas spēka radītām nelielām novirzēm pavadoņu kustībā bija ar apmēram 10% precizitāti novērtētas to masas, bet 70. gadu sākumā pēc pavadoņu izraisītiem zvaigžņu aptumsumiem izdevās ar tikai dažu desmitu kilometru kļūdu

noteikt arī to izmērus. Līdz ar to kļuva iespējams droši aprēķināt vidējo blīvumu, un izrādījās, ka tas monotoni dilst, pieaugot pavadoņa attālumam no planētas, — no 3,5 g/cm<sup>3</sup> Jo līdz nepilniem 2 g/cm<sup>3</sup> Ganimēdam un Kalisto (1. b att.).

Līdzīga aina, kā zināms, vērojama mūsu planētu sistēmā, kur Saulei tuvie Zemes tipa ķermeņi ir dažas reizes blīvāki par tālajiem Jupitera grupas milžiem. Šim faktam sen rasts izskaidrojums: mūsu zvaigznei tuvējos apgabalos temperatūra bijusi pārāk augsta, lai tur veidojošos planētu pievilksanas spēks būtu varējis savākt un noturēt pašu vieglāko gāzu — ūdeņraža un hēlija atomus (pirmajam arī molekulas). Turpretī ap tālo planētu iedīgliem šīs vielas uzkrājušās visai efektīvi un, būdamas pašas izplatītākās Visumā, likušas izveidoties milzīgiem, taču neblīviem debess ķermeņiem.

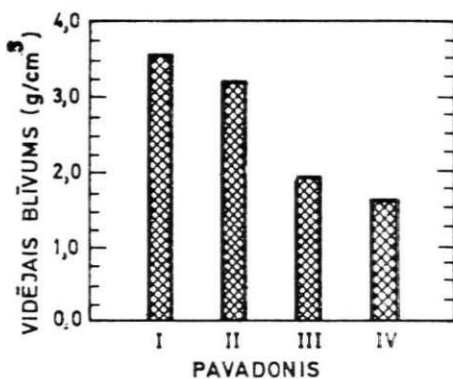
Tādēļ jau viens no mūsdienu planetoloģijas pamatlicējiem Dž. Koipers izvirzīja domu, ka Jupitera apkārtņē darbojies analogisks efekts, kura cēlonis meklējams toreiz karstās planētas intensīvajā siltuma starojumā. Šādu sakaršanu varētu būt izraisījis pats Jupitera veidošanās process, jo, pirmatnējam gāzu un putekļu mākoņu sabiezējumam





gravitācijas iespaidā aizvien vairāk sablīvējoties, lejup krītošās vielas kinētiskajai enerģijai galu galā neizbēgami jāpārvēršas siltumā. Un patiesi, 70. gadu sākumā izdarītie aprēķini parādīja, ka tik masīvai protoplanētai vienubrīd vajadzēja spīdēt kā nelielai zvaigznei ar tikai simt reizes mazāku starjaudu nekā mūsdienu Saulei!<sup>1</sup> Tieši tajos pašos gados citi teorētiski pētījumi — kā kompakto ķermeņu veidošanos no Saules sistēmas pirmvielas varēja ietekmēt to izmēri un atrašanās vieta — noskaidroja Jupitera pavadoņu

<sup>1</sup> Vēl tagad, turpinot sarauties smaguma spēka iespaidā par aptuveni 1 mm gadā, Jupiters izstaro kosmosā gandrīz divas reizes vairāk siltuma, nekā saņem no tālās Saules.



$$\frac{a}{b} = c$$

1. att. Jupitera lielo pavadoņu svarīgākie raksturlielumi pēc novērojumiem no Zemes: *a* — diametrs, *b* — vidējais blīvums, *c* — spektrs. Redzamajā gaismā (iesvitrotais apgabals) no trijiem tālākajiem pavadoņiem, kuru spektri ir pamatvilcienos līdzīgi, pats spožākais ir Eiropa, tam seko Ganimēds un Kalisto. Turpreti Jo, būdams tumšāks par Kalisto violetajos staros, sarkanajos ir pat spožāks nekā Eiropa un rezultātā izskatās spilgti oranžs.

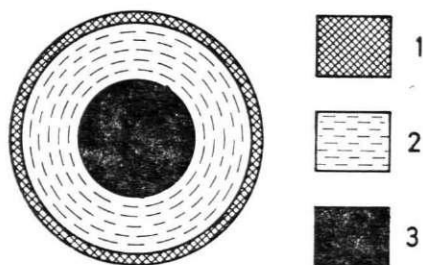
krasi atšķirīgā blīvuma saistību ar to sastāvu, iekšējo uzbūvi un virsmas īpašībām.

### Akmens, ūdens un ledus

Aprēķinos, kuru pirmie rezultāti tika publicēti 1971. gadā, amerikāņu zinātnieks Dž. Lūiss visai pamatoti pieņēma, ka planētas un to pavadoņi cēlušies no gāzu un putekļu mākoņa ar tādu pašu ķīmisko sastāvu kā Saulei (droši vien tieši no tā paša) — ap 3/4 ūdeņraža, ap 1/4 hēlija, tikai ap 2% smagāko elementu, pirmām kārtām skābekļa un oglekļa. Izrādījās, ka tādā gadījumā Jupitera orbītas apkaimei raksturīgajā temperatūrā par dažus tūkstošus kilometru lielu ķermeņu galvenajām sa-

stāvdaļām varēja kļūt tikai divas vielas: silikātieži (jeb vienkārši akmeņi, kā mēdz teikt planetologi) un parastais ledus.<sup>2</sup> Pirmajai raksturīgs blīvums apmēram 3 g/cm<sup>3</sup>, augsta spiediena apstākļos pat vairāk, otrajai — 1 g/cm<sup>3</sup> gan cietā, gan šķidrā stāvoklī. Tādējādi Jupitera lielo pavadoņu dažādie vidējie blīvumi acimredzot atspoguļo vienkārši atšķirības abu galveno vielu relatīvajā daudzumā — Jo pilnībā sastāv no silikātiežiem, bet Eiropa, Ganimēds un Kalisto satur pieaugošu ledus procentu.

Pavadoņu virsējos slāņos, kur sakarā ar milzīgo attālumu no Saules pat dienā valda 120—150 °C aukstums, šai vielai, protams, jāpaliek



2. att. Kalisto, Ganimēda un Eiropas iekšējā uzbūve (shematiski, neievērojot mērogu) pēc Dž. Lūisa teorētiskajiem pētījumiem: ledus garoza (1), ūdens mantija (2), silikātiežu kodols (3). Garozai, kā izriet no šiem aprēķiniem, uz visiem trim pavadoņiem jābūt aptuveni 100 km biezai (uz Eiropas drusku mazāk, uz Kalisto vairāk). Eiropai, kas, spriežot pēc pašas jaunākās un precīzākās vidējā blīvuma vērtības, satur tikai ap 10% H<sub>2</sub>O, šķidrās mantijas varētu arī nebūt. Turpretī Ganimēdam un Kalisto, kuru sastāvā ir apmēram 50% H<sub>2</sub>O, tā acimredzot ir vairākus simtus kilometru bieza!

<sup>2</sup> Šādu aprēķinu rezultāti par mums tuvākiem un labāk iepazītiem Saules sistēmas ķermeņiem lieliski saskan ar novērojumu datiem.

cietā stāvoklī. Turpretī dzīlēs, kā parādīja minētie aprēķini, silikātiežos ietilpstošo radioaktīvo izotopu (kālija, urāna, torija) sabrukšanas procesa dēļ temperatūrai jāpaceļas pietiekami augstu, lai ledus izkustu. Šādai situācijai savukārt jāizraisa pavadoņa vielas noslāņošana: blīvākajiem akmeņiem smaguma spēka ietekmē jānogrimst lejup, bet ūdeņim jāpaceļas augstākos slāņos. Tādējādi saskaņā ar Dž. Lūisa teoriju Eiropas, Ganimēda un Kalisto iekšējai uzbūvei vajadzētu izskatīties šādi: silikātiežu kodols — šķidra ūdens mantija — kādus simt kilometrus bieza ledus garoza (2. att.)! (Eiropai mantijas varētu arī nebūt, jo, spriežot pēc vidējā blīvuma, tai visa H<sub>2</sub>O apvalka biezums nepārsniedz minētos 100 km.) Un patiesi, jau 1972. gadā K. Pilčers, S. Ridžvejs un T. Makkords šo pavadoņu infrasarkanajos spektros identificēja ledum atbilstošās absorbcijas joslas (1. c att.).

Tiesa, sākumā grūtības izraisīja fakts, ka visskaidrāk šādas joslas vērojamas Eiropai, kuras augstais blīvums liecina par mazu ūdens saturu, turpretī pašam neblīvākajam pavadoņim Kalisto tās ir tikko saskatāmas, bet virsma ir ledum neraksturīgi tumša. Taču arī šai šķietamajai pretrunai izdevās atrast pārliecinošu izskaidrojumu tās pašas teorijas ietvaros: jo tālāk pavadoņi atrodas no Jupitera, jo pieticīgāku siltuma daudzumu tas saņēmis gan no mazākās silikātiežu masas savās dzīlēs, gan no sākotnēji karstās planētas. Tādēļ Kalisto garoza nekad nav bijusi pat tuvu kušanai ar tai neizbēgami sekojošo noslāņošanu pēc sastāvdaļu blīvuma un saglabājusies tāda pati kā pirmsākumā — savdabīgs maisījums no ledus un akmeņiem, kuri tad arī stipri vājina attiecīgās spektra joslas un

piešķir pavadoņiem tumšu krāsu. Turpretī Eiropai vismaz kādā laikposmā pat ledus virskārta ir kļuvusi pietiekami mīksta un plastiska (nerunājot jau par dzilēm), lai pilnībā attīrītos no smagākajiem un tumšākajiem silikātiem piejaukumiem, kamēr uz Ganimēda šis process noritējis tikai daļēji.

Tādējādi Eiropas, Ganimēda un Kalisto vispārīgās īpašības bija izdevies apmierinoši izskaidrot jau pēc novērojumiem no gandrīz miljarda kilometru attāluma. Taču palūkošanās uz šiem debess ķermeņiem no tikai 100 vai 200 tūkst. km attāluma 1979. gadā kosmisko aparātu «Voyager» lidojuma gaitā, pirmkārt, padarīja izklāstīto teoriju krietni pabeigtāku un precīzāku, otrkārt, atklāja tādas pavadoņu virsmas iezīmes, par kādām agrāk nevarēja ne iedomāties.

### Trīs neatkārtojamas pasaules

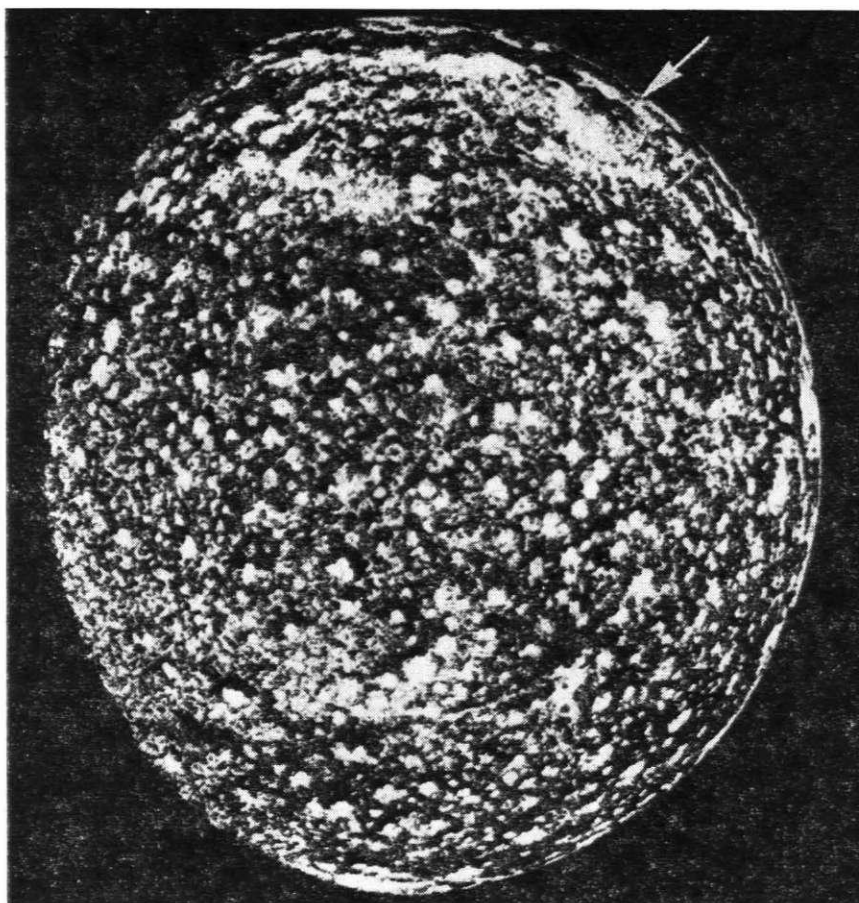
Pretēji planetologu paredzējumiem par ledus ieskauta debess ķermeņa izskatu itin visa **Kalisto** virsma izrādījusies burtiski piesātināta ar meteorītu izsistiem krāteriem (3. att.), kuru skaits laukuma vienībā tur ir pat lielāks nekā Mēness kontinentālajos apgabalos. Tātad šī pavadoņa dzīlēs nav noritējuši nekādi tektoniski procesi, un tā garoza saglabājusī ne vien sākotnējo sastāvu, bet arī pirmatnējo izskatu.

Vidējiem un lieliem krāteriem ir gaišs dibens (nedaudziem arī sprādziena izvīstās vielas vainags), liecinot, ka jau dažu kilometru dziļumā ledus ir manāmi tīrāks no silikātiem nekā pašos virsējos slāņos. Krāteru ar diametru pāri par 100 km uz Kalisto nav, toties sastopami par šo robežvērtību lielāki

diezgan gludi gaiši plankumi, no kuriem trijus aptver daudzi koncentrisku grēdu loki — vienu pat ar rādiusu līdz gandrīz 2000 km (sk. krāsu ielikumu). Droši vien šajās vietās īpaši milzīgu meteorītu trāpījumi pilnībā caurlauzuši kādreiz plānāko Kalisto garožu, un no mantijas augšup izplūdušais ūdens sasalstot licis padziļinājumiem aizpildīties ar līdzenu, tīru un gaišu ledu, bet ārkārtīgi spēcīgo triecienu izraisītie saspieduma viļņi atstājuši pavadoņa virsmā neizdzēšamas pēdas.

Būtiski savādāks jau no vidēja attāluma izskatās **Ganimēds**: tā virsmu veido divi krasi atšķirīgi apvidus tipi — viens samērā tumšs, ar krāteriem bagāts un tāpat vecs, otrs gaišāks un jaunāks, kas platās likumotās joslās daudzviet šķērso pirmo (sk. vāku 4. lpp.). Ganimēda tumšākie apgabali atstaro divreiz vairāk gaismas nekā Kalisto virsma, krāteru skaits laukuma vienībā tur ir trīs reizes mazāks, bet lielākajiem no tiem — ar diametru no 50 līdz 150 km — gaišie stari dažkārt stiepjas līdz tūkstoš kilometru attālumam (4. a att.)! Sastopamas arī dažas vēl spēcīgāku triecienu pēdas: nepilnus 200 km liels tumšs ledus baseins, ko no visām pusēm aptver tūkstoš kilometru plašs sprādziena izvīstos šķembu lauks; milzīgas koncentrisku vagu (ne grēdu) sistēmas fragmenti (sk. vāku 4. lpp.).

Ganimēda gaišie apgabali sastāv pirmām kārtām no simtiem kilometru gariem un daudzus desmitus kilometru platiem paralēlu gravu, saišķiem, kas dažnedažādi izliecas, krusto un aprauj cits citu (4. b att.). Atsevišķu vagu platums tajos ir 5—15 km robežās, dziļums — parasti ap kilometra trešdaļu (dažviet divas reizes vairāk), savstarpējais attālums — 3—10 km. Šī unikālā, nekur citur nesastopamā rel-



3. att. No Jupitera projām vērstā Kalisto puslode («Voyager-2» iegūta deviņu attēlu mozaika ar izšķirtspēju 8 km oriģinālā). Ipatnējo «rakstu» pavadoņa virsmai piešķir neskaitāmu meteorītu trāpījumu pēdas: netīra ledus virsslānī izsistie krāteri, vēlāko triecienu gaitā sagrauto krāteru atliekas, ar svaigāku un tīrāku ledu aizvilkušās pavadoņa garozas pilnīga caurlauzuma vietas. Vienu šādu gaišu plankumu (atzīmēts ar bultiņu) apņož pusotra desmita apļveida grēdu, veidojot uz Kalisto otro pēc lieluma koncentrisko struktūru *Asgard*. (NASA/JPL attēls.)

jefa forma, bez šaubām, ir radusies relatīvi nesēn spēcīgu tektonisku procesu rezultātā, taču tam, kā konkrēti tas noticis, apmierinoša izskaidrojuma joprojām nav. Par Ganimēda dziļu aktivitāti liecina arī

citi virsmas veidojumi, piemēram, kupolveida pacēlums ar pamatnes caurmēru vairāk nekā 250 km un šim pavadonim neparasti lielu augstumu — pāri par diviem kilometriem.





*a*



*b*

4. att. Ganimēda virsma tuvplānā: *a* — liels krāteris ar gaišiem sprādziena brīdī izsviestās vielas stariem («Voyager-2» uzņēmumu mozaika), *b* — ar paralēlu gravu saišķiem klāts apvidus («Voyager-1» uzņēmums). Dažiem krāteriem labi saskatāma raksturīga formas īpatnība, kas liecina par virsmas materiāla vieglo kūstamību: ieliekts, nevis plakans dibens. (NASA/JPL attēli.)

Pavadoņa iekšienē noritējušo vielas kustību rezultātā savu pirmatnējo izskatu visā pilnībā zaudējusi **Eiropa**: uz tās izdevies daudz maz droši identificēt tikai trīs krāterus, visus ar diametru ap 20 km. (Tiesa, vēl augstākas telekameru izšķirtspējas gadījumā par dažus kilometrus lieliem krāteriem varbūt izrādītos sīkie tumšie plankumiņi, kas redzami visciešākajā tuvplānā iegūtajos attēlos.) Visu pavadoņa virsmu izvago neskaitāmas, ar drusku atšķirīgas krāsas ledu aizpildītas plaisas (sk. krāsu ielikumu), kuru platums mērāms kilometros un to desmitos (līdz 70), garums — simtos un pat tūkstošos (līdz 4000), bet dziļums, spriežot pēc ēnu trūkuma krēslas zonā, ir tikai daži desmiti metru.

Pavadoņu tektoniskās aktivitātes pieaugumam, samazinoties attālumam no Jupitera, acīmredzot ir tas pats iemesls, kas aizvien krasākajai noslāņotībai: stiprāka siltuma plūsma no atbilstoši lielākā silikātiežu kodola, kas izraisa intensīvāku konvekciju mantijā un līdz ar to arī lielākas kustības pavadoņa garozā.

### Sēra, vulkānu un radiācijas valstība

Daudz sarežģītāka mikla nekā trīs ārējie Jupitera lielie pavadoņi novērotājiem uz Zemes izrādījās **Jo**: tā spektrs, kas līdzīgi vidējam blivumam apliecina pilnīgu ledus un ūdens trūkumu, ir radikāli savādāks nekā jebkuram citam Saules sistēmas ķermenim (sk. 1. c att.); no pavadoņa atrašanās vietas orbitā daļēji atkarīgas planētas radiostarojums dekametru viļņu diapazonā utt. Vēl vairāk, 70. gadu sākumā R. Brauns spektroskopiskā ceļā atklāja, ka Jo aptver milzīgs, lai arī retināts nātrija atomu mākonis, citi

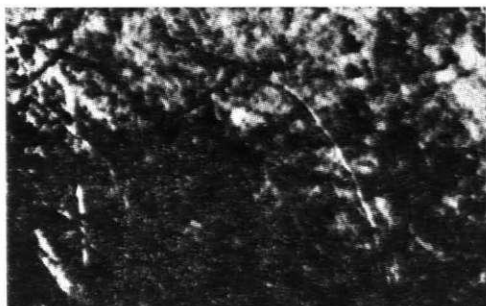
pētnieki ar «Pioneer-10» aparatūru pamanīja tur vēl ūdeņradi, bet nedaudz vēlāk no Zemes — arī kāliju un sēru.<sup>3</sup>

Sī unikālā veidojuma esamību uzreiz saistīja ar Jo pastāvīgo atrašanos ārkārtīgi intensīvajās Jupitera radiācijas joslās: neskaitāmiem augstas enerģijas protoniem un citām sīkdaļiņām triecoties pret pavadoņa virsmu, no tās tiek izsisti grūti un iežos ietilpstošie atomi. Lai arī rūpīgāka analīze atklāja šajā izskaidrojumā grūti pārvaramas skaitliskas nesaskaņas, pašu atomu klātbūtnes faktu varēja izmantot kā vērtīgu papildinājumu virsmas spektriem, kad mēģināja spriest par Jo ķīmisko sastāvu. Par nopietnākajiem kandidātiem tika atzītas trīs veidu vielas: 1) nātriju, kāliju un sēru saturoši sāļi (F. Fanale u. c.), 2) pats sērs (V. Vemstekers u. c.), 3) amonjaka ledus, kurā bagātīgi izšķīduši minētie metāli (M. Makelrojs u. c.).

Novērojumi ciešā tuvplānā — no tikai 20 tūkst. km atstatuma — parādīja, ka pareiza ir otrā hipotēze, bet milzīgā atomu mākoņa rašanās (un arī šāda virsmas sastāva) galvenais iemesls ir pavisam cits: vētrains sēra vulkānisms! Deviņi grandiozi gāzu un putekļu fontāni ar augstumu 50—300 km tika pamanīti «Voyager-1» pārraidītajos attēlos, un no tiem astoņiem, kas četrus mēnešus vēlāk nonāca arī «Voyager-2» redzeslaukā, septiņi joprojām darbojās (sk. krāsu ielikumu).<sup>4</sup>

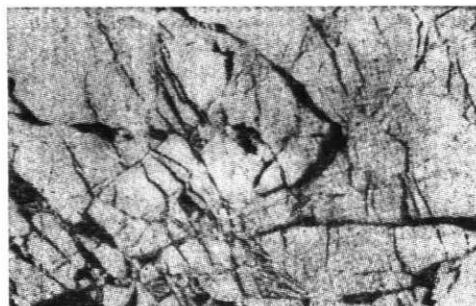
<sup>3</sup> Ziņas par kalciju, magniju un dzelzi klātbūtni vēlāk neapstiprinājās.

<sup>4</sup> Astoņiem darbigajiem vulkāniem, kas atzīmēti Jo kartē «Zvaigžņotās debess» 1980. gada vasaras numurā, piešķirti dažādu tautu uguns dievību vārdi (norādīto numuru kārtībā): *Pele, Loki, Prometheus, Volund, Amirani, Maui, Marduk, Masubi*. Devītais pamanīts vēlāk «Voyager-1» attēlu tālākās apstrādes gaitā.



a

5. att. Saplaisājusi un atkal sasalusi ledus virsma: a — uz Eiropas ekvatora tuvumā («Voyager-2»), b — uz Zemes Ziemeļu Ledus okeānā («Landsat»). (Pēc «Sky and Telescope».)



b

Spriežot pēc strūklu atrašanās vietas, augstuma un formas, tās izplūda no līdzenos apgabalos sastopamām plaisām vai krāteriem ar ātrumu 0,5—1 km/s, turklāt dažādos virzienos pret virsmu — no vertikāla līdz vairāk nekā 45 grādus slīpam.

Līdztekus nepilnam desmitam darbīgo vulkānu uz Jo ir arī simtiem pagaidām pierimušu vai pavisam apdzisušu, pirmām kārtām t. s. kalderas — plaši, bieži vien neregulāras formas krāteri, kurus izveidojusi sacietējušā virsslāņa iebrukšana tukšumā, ko atstājusi lejup aizplūdušā lava (6. att.). Šādu objektu ar diametru 25 km un vairāk pavadona detalizēti iepazītajā puslodē vien ir pāri par simtu, turklāt pašiem lielākajiem caurmērs sasniedz pat 200 km! No daudziem vulkāniem uz visām pusēm stiepijas sastingušas lavas straumes, dažus darbīgos un arī pierimušos apjož gaiši atpakaļ nokritušo putekļu apli. Saskaņā ar spēcīgas tektoniskās aktivitātes pazīmes — lieli pavadona garozas lūzumi u. c.

Tieši neskaitāmajos izvirdumos izvīstā lava un putekļi arī piešķirušī Jo virsmai tās krāsas, kādas

sacietējot iegūst līdz dažādiem temperatūrai sakarsētiem un tad spējīgiem dzeltētiem, oranžiem, sarkanu, brūnu, melnu (visaugstākajai temperatūrai atbilst pēdējā, un tā patiešām iezīmē vulkānisko veidojumu centrus). Otrkārt, šie paši faktori, kā arī tektoniskās parādības ļoti īsā laika sprīdī (salīdzinot ar pavadona mūžu) pilnībā pārveido Jo virsmu: pats lielākais vulkāniskais apgabals, kura caurmērs ir 1200 km, bija jūtami mainījis savus apveidus jau četros mēnešos starp abu «Voyager» pārlidojumiem! Šī procesa rezultātā uz Jo nav saglabāties neviens meteorīta izsists krāteris ar diametru 2 km vai vairāk, lai gan tādiem vajadzētu rasties aptuveni pa vienai reizei miljonus gados.

Tā kā sērs ir mehāniski neizturīgs materiāls, uz Jo izplatītās reljefa formas ir visai zemas — parasti ne vairāk par dažiem simtiem metru. Vienīgi polu tuvumā sastopamas vairākus kilometrus augstas kalnu grēdas, kuru esamība, kā arī šo apgabalu tumšpelēkā krāsa un vulkāniskā pasivitate liek secināt, ka tur pavadona redzamo virsmu veido nevis sērs, bet gan silikātiēži.

## Jupitera lielo pavadoņu raksturlielumi

Pavadoņs	Orbitas rādiuss (tūkst. km)	Aprīņošanas periods (diennaktis)	Masa (Mēness masās)	Diametrs (km) ( $\pm 10$ km)	Vidējais blīvums ( $\text{g/cm}^3$ )	Temperatūra ( $^{\circ}\text{K}$ )	
						maks.	min.
Jo	421,6	1,769	1,213	3635	3,54	135	80
Eiropa	670,9	3,551	0,663	3125	3,03	125	80
Ganimēds	1070	7,155	2,027	5275	1,93	145	80
Kalisto	1880	16,689	1,449	4840	1,80	155	80

Piezīme. Virsmas temperatūras atšķirības, pavadoņiem atrodoties praktiski vienādā attālumā no Saules, izskaidrojamas pirmām kārtām ar dažādām optiskām īpašībām: ķermeņi, kas atstaro atpakaļ kosmosā vairāk Saules gaismas (Jo, Eiropa), sasilst mazāk, bet tumšākie (Ganimēds, Kalisto) — vairāk.

Līdztekus lavai un putekļiem no Jo dzilēm tiek izviesti daudz gāzes, tādēļ virs aktīvākajiem vulkānisma centriem mēdz pastāvēt, kā liecina spektroskopijas dati, retināta atmosfēra no sēra dioksīda. Tās spiediens gan ir zemāks par 0,0001 milibaru un visai nepastāvīgs, jo uz šī pavadoņa valdošajos apstākļos minētā gāze strauji izsalst, veidojot savdabīgu baltu «sniegu»; tā nogulas īpaši labi saskatāmas tumšākajos (un, protams, arī aukstākajos) polu apgalos.

Daļu no vulkānu izvīstajām gāzu molekulām, pirms tās spēj atgriezties uz virsmas, jonizē vai pat sašķel sastāvdaļās spēcīgā radiācija. Smagākie joni, kurus spēj noturēt Jo gravitācijas lauks, kopā ar elektroniem veido pavadoņa jonsfēru (tā konstatēta, caurstarojot ar «Pioneer-10» radiosignāliem), bet vieglākos kā jau elektriski lādētās daļiņas aizrauj sev līdzī kopā ar Jupiteru rotējošais spēcīgais magnētiskais lauks. Tā cēlies gar šī pavadoņa orbitu izstieptais karstas plazmas mākonis, kas sastāv pamatvilcienos no vairākkārt jonizētiem sēra un skābekļa atomiem, tā rodas elektriski lādētās daļiņas miljoniem ampēru stiprajai strāvai, kas plūst starp Jo un Jupiteru, izraisot rak-

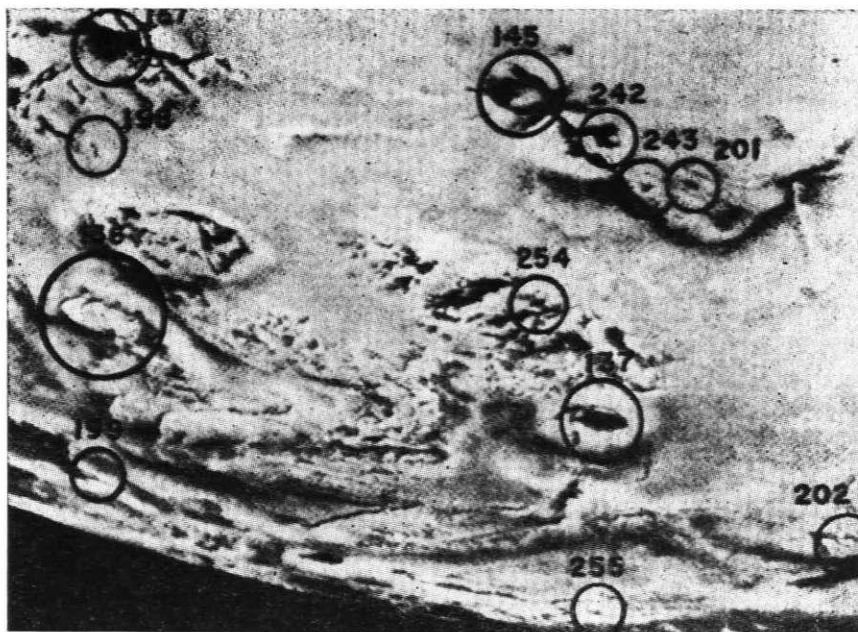
sturīgus radiostarojuma uzliesmojumus dekametru viļņos.

Par Jo vētrainā vulkānisma pirmcēloni acimredzot jāatzīst pavadoņa periodiska izstiepšanās un saraušanās par apmēram 400 metriem Jupitera izraisīto paisumu dēļ, kura ar berzes starpniecību karsē šī ķermeņa dzīles desmitiem reižu intensīvāk nekā radioaktīvo izotopu sabrukšana. Šī procesa teorētisku pamatojumu S. Pils, P. Kasens un R. Reinoldss publicēja nepilnu nedēļu pirms pašu pirmo gāzu un putekļu fontānu pamanīšanas «Voyager-1» pārraidītajos attēlos<sup>5</sup> Apvienojot šīs teorijas secinājumus ar jauniegūtajiem faktiem, Jo iekšējā uzbūve visdrīzāk ir šāda: izkusušas silikātiestu dzīles aptver tikai pārdesmit kilometrus bieza cieta garoza, kuru daudzviet klāj dažus kilometrus biezs šķidra sēra slānis ar vienu kilometru biezu sacietējušu virskārtu.<sup>6</sup>

<sup>5</sup> Doma par vulkānu izvirdumiem uz Jupitera un citu tālo planētu pavadoņiem bija izteikta jau agrāk, taču bez jebkāda fizikāla pamatojuma, tādēļ to var uzskatīt augstākais par veiksmīgu minējumu.

<sup>6</sup> Sīkāk par Jo dziļu sakaršanas iemesliem un iekšējo uzbūvi sk. U. Dzērviša rakstā «Jupitera mēness Jo brīnumainā pasaule» «Zvaigžņotās debess» 1980. gada vasaras numurā, 12.—14. lpp.





6. att. Pavadoņa Jo detalizēts uzņēmums («Voyager-1»), kurā ar apliem apvilkti un skaitļiem atzīmēti virsmas objekti, kas izraudzīti par ģeodēziskiem atbalsta punktiem precīzas pavadoņa kartes sastādīšanai. Gan tie, gan neatzīmētie visi ir vulkāniskas dabas veidojumi, pirmām kārtām milzīgas kalderas ar caurmēru daudzi desmiti kilometru (piemēram, № 145 — ap 60 km) un pat vairāk (piemēram, blakus № 136). (Pēc «Sky and Telescope».)

Kā redzējām, Jupitera lielie pavadoņi ir četras ļoti neparastas, patiesi unikālas pasaules, kas gan pēc skaita, gan pēc daudzveidības neatpaliek no Zemes grupas planētām. Diemžēl vēl ciešāka iepazīša-

nās ar tiem laikam varēs notikt tikai gai gadu desmita pašās beigās, kad ap Jupiteru, domājams, sāks riņķot pašreiz būvējamais amerikāņu kosmiskais aparāts «Galileo».



## Atrasts trešais dubultais radiopulsārs

Pulsāri — šis radioviļņos mirgojošās kosmosa bākas ar savām neparastajām īpašībām piesaistījušas astronomu uzmanību jau kopš to atklāšanas brīža. Sevišķi interesanti ir gadījumi, kad pulsārs atrodas dubultzvaigznē kā viens no tās komponentiem, jo kļūst iespējams veikt visai savdabīgus, svarīgus novērojumus par procesiem, kas norisinās intensīvajā gravitācijas laukā, kādu nevar cerēt iegūt uz Zemes laboratorijā. Te varētu minēt Einšteina relativitātes teorijas pārbaudi, kā arī iespēju konstatēt, vai šāds dubultpulsārs izstāro miklainos gravitācijas viļņus. Interesi rada arī pulsāra masas un citu parametru noteikšana. Tādēļ, sākot ar 1974. gadu, kad aktīvais pulsāru pētnieks Dž. Teilors atklāja pirmo dubultpulsāru, daudzās radioobservatorijās, kur vien bija šādiem pētījumiem piemērota aparātūra, sākās intensīvi jaunu dubultpulsāru meklējumi.

Pulsāru dubultību konstatē pēc radioimpulsu atkārtošanās perioda periodiskās svārstības, ko izraisa Doplera efekts pulsāra orbitālās riņķošanas rezultātā. Parādība ir analoga spektrālliniju stāvokļa periodiskajām svārstībām dubultzvaigžņu spektros, tikai viļņu garuma izmaiņu vietā pulsāriem mēra perioda izmaiņu.

Intensīvie meklējumi nedeva cerētos rezultātus. Nākamo dubultpulsāru izdevās atrast tikai 1980. gadā, un tas sava ilgā aprīņošanas perioda dēļ izrādījās relativistisko efektu pētījumiem maz piemērots.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Sk. Dzērvītis U. Atrasts otrs pulsārs — dubultzvaigzne. — Zvaigžņotā debess, 1980./81. gada ziema, 20.—21. lpp.

Tika atklāti gan vairāki rentgenstaru pulsāri (pašlaik zināmi 17 rentgenpulsāri), taču neviens no tiem nav radiopulsārs un tādēļ vērtīgās ziņas par neitronu zvaigznes orbitālā perioda izmaiņu no tiem iegūt neizdodas.

Ziņojumu par trešā dubultā radiopulsāra atklāšanu 1982. gada sākumā publicēja Dž. Teilora vadītā grupa. Šis pulsārs atrodas Zīrafes zvaigznājā, un tā nosaukumu, kā jau tas pieņemts pulsāru apzīmējumos, veido vārda «pulsārs» saīsinājums un objekta aptuvenais ekvatoriālo koordinātu norādījums: PSR 0655+64. Pulsāra orbitālais periods (24h 41m) ir tuvs diennakts garumam. Ar to arī izskaidrojama samērā vēla šī pulsāra dubultības atklāšana. Tā kā savus novērojumus Dž. Teilora grupa veica ar Grīnbenkas Nacionālās radioastronomiskās observatorijas (ASV) 92 m tikai meridionāli kustīgas antenas, radioteleskopu, tad blakus esošās diennaktis pulsārs tranzīta brīdī uz orbītas atrodas gandrīz tai pašā vietā. Tādēļ registrējamā perioda izmaiņa ir maza un, lai to konstatētu, jāsalīdzina novērojumi, ko šķir daudzi mēneši. Pilnīgas perioda maiņas liknes uzņemšana prasīja ilgu laiku. Svarīgākās ziņas par šo pulsāru, kā arī par abiem agrāk atrastajiem dubultpulsāriem dotas tabulā.

Pulsārs	$P_{rot}$	$P_{orb}$	D	$S_{400}$	Atklāš. gads
1913+16	0,059	7h,75	5,20	6	1974
0820+02	0,865	1232 <sup>d</sup>	0,79	22	1980
0655+64	0,196	24h,7	0,28	40	1982

Paskaidrojumi:  $P_{rot}$  — rotācijas periods, s;  $P_{orb}$  — orbitālais periods, stundas vai dienas; D — attālums, kps;  $S_{400}$  — vidējā radiostarojuma plūsma pie 400 MHz, milijanos; 1 mJ =  $10^{-29}$  W/m<sup>2</sup>Hz.

Kā redzams, jaunatrastais dubultpulsārs atrodas mums krietni tuvāk nekā pārējie, un pagaidām starp 330 līdz šim atrastajiem pulsāriem ir zināmi tikai septiņi vēl tuvāki. Arī rotācijas (impulsu atkārtošānās) periods ir mazs — tikai 12 pulsāriem tas ir vēl mazāks. Šis pulsārs ieņem otro vietu rotācijas perioda pieaugšanas lēnuma ziņā — tiesa, šis parametrs zināms tikai daļai pulsāru. Perioda maiņas likne novērojumu kļūdu robežās ir precīza sinusoida, kas liecina par pulsāra cirkulāru orbitu. Pulsāra kompanjona daba, protams, nav zināma. Rūpīgi pārmeklējot attiecīgā debess apgabala fotouzņēmumus, nekādu optisko objektu neizdevās konstatēt. Ņemot vērā pulsāra nelielo attālumu, jāsecina, ka tā kompanjons nevar būt spožāks par visai aukstu balto punduri. Bet tas tikpat labi var būt arī neitronu zvaigzne vai pat melnais caurums. Izšķirties starp šīm iespējām varētu palīdzēt pulsāra masas noteikšana, bet tas kļūs iespējams tikai tad, kad izdosies atrast un precīzi izmērit orbitālā perioda izmaiņas lielumu, taču šim nolūkam nepieciešami vairākus gadus ilgi novērojumi.

Tagad Dz. Teitora grupa savus dubultpulsāru meklējumus ir pabeigusi. Visi 330 zināmie pulsāri ir pārlūkoti un atrasti tikai trīs minētie. Tuvākajos gados nav sagaidāms arī būtisks zināmo pulsāru skaita pieaugums, jo pasaules lielākie radioteleskopī kā ziemeļu, tā dienvidu debess puslodēs ir pabeiguši pulsāru meklējumu programmas. Speciālistu atzinums ir vispārīgs — bez būtiska tehniskā progresa ar esošajiem radioteleskopiem neko vairāk atrast neizdosies. Tādēļ jāsecina, ka dubultība starp pulsāriem salīdzinājumā ar dubultību starp zvaigznēm ir ļoti reta parādība. Acīmredzot pulsāra veidošanos, kas saskaņā ar pastāvošo uzskatu notiek pārnovas eksplozijas procesā, spēj pārdzīvot tikai reta dubultzvaigzne. Lielākā daļa sistēmu izirst. Un tā nu izrādās, ka sākotnējās cerības par dubultpulsāru nozīmi relativistisko efektu pētījumos, kuras modināja sensacionālais Teitora atradums 1974. ga-

dā, ir attaisnojušās tikai daļēji. Pirmais atradums tā arī paliek pats nozīmīgākais, jo abiem pārējiem pulsāriem orbitālais periods ir jūtami lielāks un tādēļ relativistiskie efekti to kustībā — vājāki. Dz. Teitora grupa ir rezumējusi arī savus sešus gadus ilgos sistemātiskos pirmā dubultpulsāra PSR 1913+16 pētījumus un publicējusi plašāku ziņojumu par darba rezultātiem. Ilggadīgā pulsāra impulsu pienākšanas momentu reģistrācija ļāvuši noteikt gan precīzu pulsāra rotācijas perioda svārstību līmeni, gan arī orbitālā perioda izmaiņas ātrumu un paātrinājumu. Šie lielumi, savukārt, dod iespēju, izmantojot relativitātes teorijas formulas, aprēķināt pulsāra un tā kompanjona masas, kā arī orbitas parametrus. Izrādās, ka pulsāra un tā kompanjona masas ir praktiski vienādas — ap 1,4 Saules masām, kamēr absolūtās orbitas (t. i., orbitas ap sistēmas mascentru) lielā pusass ir  $9,7 \cdot 10^5$  km jeb 1,4 Saules rādiusi, bet orbitas ekscentricitāte 0,617.

Taču pats svarīgākais pētījumu secinājums ir šāds — orbitālais periods pakāpeniski samazinās, turklāt tieši tik daudz, kā to prasa Einšteina vispārīgā relativitātes teorija, pieņemot, ka orbitālās kustības enerģiju aiznes gravitācijas viļņi. Perioda samazinājums izrādās  $2,30 \cdot 10^{-12}$  sekundes ik sekundē. Ņemot vērā, ka sākotnējie paziņojumi par gravitācijas viļņu konstatējumu laboratorijā (Vebers, 1969) neguva apstiprinājumu un ka no teorētiskā viedokļa jautājums par gravitācijas viļņu pastāvēšanu joprojām paliek atklāts, šie dubultpulsāru orbitālā perioda samazināšanās novērojumi pagaidām ir svarīgākais eksperimentālais norādījums par gravitācijas viļņu eksistenci.

U. Dzērvītis

## Vai Vega ir maiņzvaigzne?

Baltzili mirdzošā Vega pieder pie debess spožākajām zvaigznēm. Tā ir nelielā Liras zvaigznāja galvenā zvaigzne — Liras  $\alpha$ . Ņemot vērā Saules un Vegas kus-

tību, ir aprēķināts, ka pēc 12 tūkstoš gadiem Vega kļūs par polārvaigzni. Lielā spožuma dēļ tad Vega būs teicams orientieris.

Mūsu dienās zvaigžņu fotometrijā un spektrofotometrijā Vēgu plaši izmanto kā primāro standartu. Citu zvaigžņu novērojumu kalibrācijai Vega izrādās ļoti ērta, jo daudzās observatorijās kulminē tuvu zenītam, ir pietiekami spoža salīdzināšanai ar laboratorijas gaismas avotiem un neuzrāda izteiktas spektra īpatnības. Vega šķiet normāla galvenās secības AO spektra klases zvaigzne. Un tomēr izrādās, ka Vēgai kā standartam piemīt būtiska negatīva īpašība. Jau 30. gadu sākumā radās šaubas, vai Vega nav maiņzvaigzne. Šīs aizdomas pamazām pāraug pārliecībā.

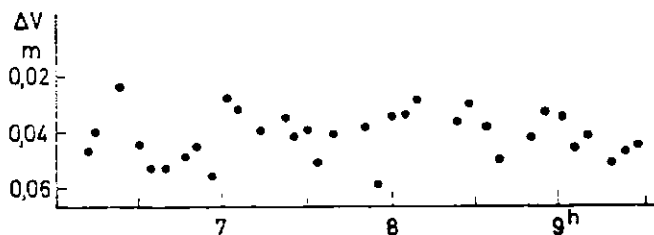
No 1915. līdz 1930. gadam ar fotoelektrisko fotometru Vēgu novēroja P. Gutniks Berlīnes—Bābelsbergas observatorijā. Viņš konstatēja, ka Vega samērā regulāri maina spožumu par 0,04 zvaigžņu lielumiem ik pa dažām stundām. Bez tam viņš atrada lēnas spožuma maiņas ar cikla garumu daži mēneši. Šo maiņu amplitūda, pēc P. Gutnika mērījumiem, 1917. gadā bija 0,003, bet 1930. gadā — 0,008. Neņemot vērā šo visai pamatoto ziņojumu un citus norādījumus par zvaigznes mainīgumu, kurus minēsim tālāk, 1939. gadā Vega tika iekļauta primāro standartu sarakstā. Tāpēc Vēgu ir novērojuši daudzi plaši pazīstami astronomi, kas veic fundamentālus darbus zvaigžņu fotometrijā. Viņi savos katalogos dod Vegas spožumu vizuālajos staros V no 0,0029 līdz 0,0036 bez kādiem norādījumiem par tā varbūtēju mainīgumu. Vienā no katalogiem spožuma vi-

dējā vērtība minēta 0,0032 no 10 neatkarīgām dažādu autoru iegūtām vērtībām. Individuālo vērtību vidējā kvadrātiskā novirze katalogā caurmērā ir  $\pm 0,0015$ , bet Vēgai  $\pm 0,0018$ . Šo nelielo atšķirību nevar uzskatīt par Vegas mainīguma apstiprinājumu, un jautājumu turpina pētīt.

1980. gada jūnijā un jūlijā Vēgu novēroja Maskavas P. Šternberga Valsts astronomijas institūta astronomi V. Kozireva, V. Moškaļevs un H. Haliullins. Viņi strādāja Tjanšana kalnos 3000 m augstumā labos novērošanas apstākļos. Vēgu novēroja desmit naktis, vienā no šīm naktīm pat četras stundas nepārtraukti. Spožuma maiņas, kas būtiski pārsniedz novērojumu kļūdas, neatrada. Pēc Maskavas astronomu domām, Vega spožums ir pastāvīgs, ja neskaita varbūtīgas kvaziperiodiskas maiņas ar amplitūdu 0,002 un ciklu ap vienu stundu (1. att.).

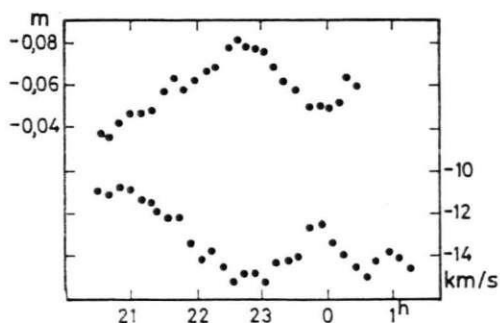
Kanādas astronoms J. Fernī 1980. gadā novēroja Vēgu 14 naktis četru mēnešu laikā. Pēc viņa datiem, Vegas spožums turējās konstants  $\pm 0,006$  robežās, izņemot trīs naktis. Divās no tām Vegas spožums atšķiras no vidējā par 0,0015, bet vienā — par 0,0041. J. Fernī secina, ka Vēgai piemīt spožuma maiņas, bet tās parādās tikai retumis.

Ja Vegas spožums patiesi mainās, tad interesanti ir uzināt maiņu cēloni. Te lieti noder Vegas spektra novērojumi, kas uzsākti jau 19. gs. nogalē. Angļu astronoms A. Faulers Vegas spektrā, kas iegūts ar objektīva prizmu, saskatīja jonizēta kalcija K līnijas dubultīgumu. Spektra līniju dubultošanās ir raksturīga spektrālo dubultzvaigžņu īpatnība, un A. Faulers seci-



1. att. Vegas spožuma kvaziperiodiskās maiņas ar amplitūdu ap 0,002. Horizontālā ass — Vegas un kontroles zvaigznes vizuāla spožuma starpība.





2. att. Vegas spožuma un radiālā ātruma maiņas vienas nakts laikā pēc P. Gutnika novērojumiem Potsdamas observatorijā.

nāja, ka Vega pieder pie dubultzvaigznēm, un pat noteica sistēmas periodu. Tālaika slavenais zvaigžņu spektroskopists H. Fogels tūlīt norādīja, ka objektīva prizmas spektros dažkārt aparātūras dēļ parādās līniju dubultošanās. Izrādās, ka viņam bijusi pilnīga taisnība, jo nesen Austrālijā R. Brauns ar savu intensitātes interferometru ir skaidri pārliecinājies par jebkādas asimetrijas trūkumu Vegas attēlam. Ja Vega ir vienuļa zvaigzne, tad aptumsumi nevar būt spožuma maiņu iemesls.

Fizikālu spožuma maiņu cēloņu meklējumos liela loma ir Vegas radiālā ātruma mērījumiem. 30. gadu sākumā jau minētais P. Gutniks un amerikānis F. Noibauers neatkarīgi viens no otra atsevišķās naktīs konstatēja vienlaicīgas Vegas spožuma un radiālā ātruma maiņas, turklāt spožuma maksimumam atbilda negatīvo ātrumu maksimums (2. att.), un otrādi. Abi novērotāji dažās naktīs vispār nevarēja saskatīt nekādas maiņas. Spožuma un radiālā ātruma mainīguma raksturs pietiekami skaidri liecina, ka Vega pulsē, tikai acimredzot ar pārtraukumiem. Pēc dažu astronomu novērtējuma, pulsācijas periods ir ap 0,18 dienas.

R. Brauna nesen veiktie Vegas diametra mērījumi un Kanādas astronoma R. Petri izdarītā starждаdas kalibrācija pēc trigonometriskām paralaksēm rāda, ka Vega ir par spožu, par lielu un par aukstu, lai tā būtu

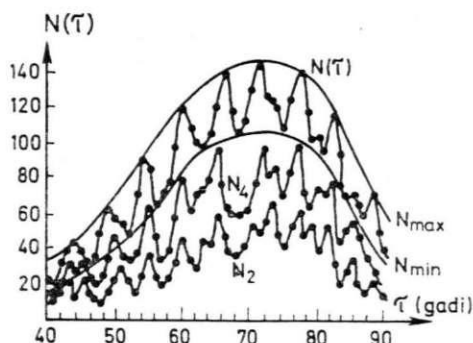
galvenās secības A0 spektra klases zvaigzne. Tātad Vega nav normāla A0 zvaigzne. Jādoma, ka savā attīstības gaitā tā jau ir pametusi Hercšprunga—Rasela diagrammas galveno secību un atrodas ceļā uz sarkaniem milžiem. Tieši šādā A—F spektra klases attīstības stadijā novērojamas Vairoga  $\delta$  tipa mainīgzvaigznes, kurām daudz kopēja ar Vegas mainīguma īpatnībām. Vairoga  $\delta$  tipa mainīgzvaigznes pulsē ar periodiem no 0,4 līdz 0,20. Tām raksturīga amplitūdas un mainīguma līkņu formas nepastāvība, kā arī sekundārie periodi. Tātad spožā Vega varētu būt Vairoga  $\delta$  tipa mainīgzvaigzne. Pilnīgi noteiktai atbildei nepieciešami jauni, precizāki novērojumi.

Z. A l k s n e

## Vēlreiz par tematu «Saule un mēs»

Saules un Zemes sakari, noliiedzami, ir visai daudzveidīgi pat tad, ja izslēdzam pašu galveno — Saules elektromagnētiskā starojuma enerģiju, kas ir visa tā grandiozā vielas kustības, riņķojuma un transformācijas procesa cēlonis un dzinējspēks, ko vērojam uz Zemes. To nozīme ir ļoti svarīga kā no praktiskā, tā arī no teorētiskā viedokļa, un tādēļ dažādās šo sakaru izpausmes formas tiek nepārtraukti meklētas un pētītas. Diezgan bieži par šiem jautājumiem ir informēti arī «Zvaigžņotās debess» lasītāji.

Šo patiesību par Saules—Zemes sakaru daudzveidību apstiprina arī interesantie rezultāti, ko neseno pētījumos guvuši Maskavas P. Sternberga Valsts astronomijas institūta līdzstrādnieki N. Koževņikovs un A. Šarovs. Viņi izanalizējuši 4245, galvenokārt 19. gs. un 20. gs. sākumā Eiropā un Ziemeļamerikā dzīvojušu ievērojamu zinātnes un mākslas darbinieku mūža ilguma sadalījumu, izmantojot datus, kas publicēti tādos izdevumos kā I. Kolčinskis u. c. «Astronomi» (1977),



1. att. Mūža ilguma sadalījums 4245 19. gs. un 20. gs. sākumā Eiropā un Ziemeļamerikā dzīvojušiem ievērojamiem zinātniekiem un māksliniekiem.  $N(\tau)$  — cilvēku skaits ar attiecīgo mūža ilgumu,  $\tau$  — mūža ilgums (gados).

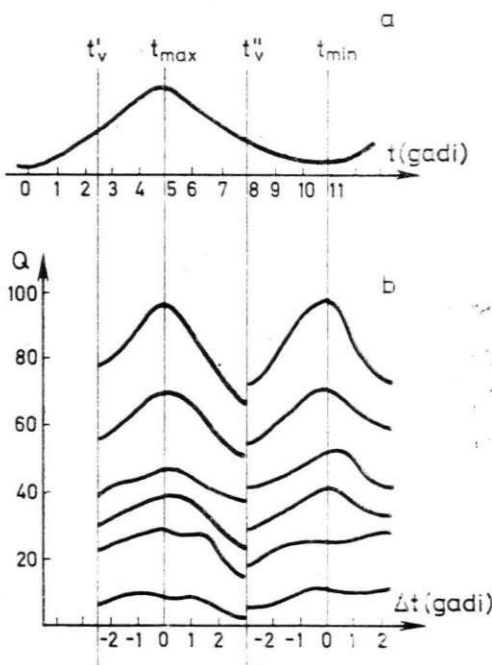
J. Hramovs «Fiziķi» (1979), B. Modzalevskis «Imperatoriskās zinātņu akadēmijas locekļu saraksts, 1725.—1905.» (1908) u. c.<sup>1</sup> Šo pētījumu rezultāti parādīti 1. un 2. attēlā.

1. attēlā ar  $N(\tau)$  apzīmēts indivīdu skaits ar doto mūža ilgumu  $\tau$ , kur  $\tau$  ir starpība starp miršanas un dzimšanas momentu gados.  $N_2$  ir sadalījuma likne, kāda parādās astronomiem un matemātiķiem,  $N_4$  — tas pats astronomiem, matemātiķiem, fiziķiem un Krievijas Zinātņu akadēmijas locekļiem,  $N(\tau)$  — summārā likne, t. i., astronomi, matemātiķi, fiziķi, Krievijas ZA locekļi, mākslinieki un mūziķi kopā.  $N_{\min}$  un  $N_{\max}$  — summārās liknes  $N(\tau)$  amplitūdas.

Kā redzams, šo likņu raksturīga īpatnība ir to viļņveida izskats ar diezgan izteiktu amplitūdu. Matemātiskā analīze parādīja, ka šos daudzus gan liknē  $N_2$ , gan

<sup>1</sup> Visi šie izdevumi ir krievu valodā. Pilnīgu šajos pētījumos izmantoto pirmavotu sarakstu sk. Кожевников Н. И., Шаров А. С. Влияние солнечной активности на продолжительность жизни некоторых категорий людей. — *Астрономический циркуляр*, 1981, № 1190, с. 4—7.

$N_4$  un galvenais arī  $N(\tau)$  skaidri izteiktos maksimumus un minimumus nevar uzskatīt par nejaušiem. Tātad šajos statistiskajos datos parādījās kaut kāda noteikta un objektīva likumsakarība — zināms periodiskums. To apstiprināja arī liknes  $N(\tau)$  Furjē analīze, kas liecināja, ka aplūkoto kategoriju zinātnes un mākslas darbinieku mūža ilgums ir pakļauts periodiskām svārstībām ar periodiem  $P \approx 11; 5,5$  un  $2,7$  gadi. Vispēcīgāk un līdz ar to visvarbūtīgāk ir izteiktas svārstības ar periodu  $P = 5,5$  gadi, kas, kā zināms, ir Saules 11 gadu cikla pusperiods un tādējādi no-



2. att. Pētījumā aptverto cilvēku kategoriju dzimšanas un miršanas gadījumu skaita sadalījums (b) pa viduvēto Saules aktivitātes ciklu (a).  $Q$  — dzimšanas gadījumu skaits + miršanas gadījumu skaits attiecīgajā Saules aktivitātes cikla gadā,  $t$  — Saules aktivitātes cikla gads,  $t_{\max}$  — Saules aktivitātes maksimuma gads,  $t_{\min}$  — Saules aktivitātes minimuma gads,  $t'_v$  un  $t''_v$  — attiecīgi Saules aktivitātes pieauguma un samazināšanās posmu viduspunktu abscisas.

rāda uz zināmu Saules aktivitātes ietekmi uz radošās sfēras darbinieku mūža ilgumu, jo vairāk nekā 4000 gadījumu, kā rāda teorija, veido vērā ņemamu izlases grupu, kuras statistiskā analīze jau dod pamatu izdarīt pietiekami ticamus un matemātiski korektus secinājumus.

Vēl skaidrāk šis diezgan neparastais Saules—Zemes sakaru komponents parādās minēto autoru veiktajos pētījumos par korelāciju starp jau nosaukto radošo darbinieku kategoriju dzimšanas un miršanas biežumu (kopējo skaitu)  $Q$  attiecīgajā gadā un Saules aktivitātes cikla fāzi (gadu)  $t$ . Šī pētījuma rezultāti (2. att.) aptver apmēram 9 Saules aktivitātes ciklus, t. i., periodu no 1800. līdz 1906. gadam. Līkne, kas redzama 2. att.,  $b$  pašā augšā, iegūta, pakāpeniski summējot datus par atsevišķiem Saules aktivitātes cikliem (apakšējās līknes). 2. att.,  $a$  ir atveidots vidūvēts Saules aktivitātes cikls (uz ordinātu ass varētu būt atlikti, piemēram, Volfa skaitļi).

Nav grūti saskatīt, ka līknei  $Q$  ir divi labi izteikti maksimumi, kas sakrīt ar Saules aktivitātes ciklu ekstrēmumiem, t. i., ar cikla maksimumu un minimumu. Minimumi šai līknei parādās tieši Saules aktivitātes cikla pieauguma un samazināšanās fāzes

vidū. Izrādās, ka šāds rezultāts parādās arī tad, ja dzimšanas un miršanas gadījumus aplūko atsevišķi.

Pētījumu rezultāti, ņemot vērā izanalizētā statistiskā materiāla reprezentatīvo raksturu, gandrīz nepārprotami liecina, ka Saules aktivitāte regulē cilvēku dzimšanu, miršanu un mūža garumu, jo, kā to rāda iepriekšēji aprēķini, kaut arī mazākā mērā nekā apskatītajām garīgā darba darītāju kategorijām, bet tomēr pietiekami izteikti, šis Saules—Zemes likumsakarības izpaužas arī citām iedzīvotāju grupām, piemēram, vidējās inteliģences pārstāvjiem un valsts iedzīvotājiem kopumā. Acīmredzot sevišķi intensīva garīgā darba veicēju organismi strādā pastiprināti sasprindzinātā režīmā un ar saasinātu jutību vai mazāku pretestības spēju atsauca un reaģē uz Saules aktivitātes izraisītajām ritmiskajām ārējo eksistences apstākļu maiņām. Šī Saules—Zemes sakaru komponenta aģents un mehānisms atšķirībā, piemēram, no tādas parādības kā ziemeļblāzmas, kuru izpēte parādīja, ka tās izraisa Saules korpuskulārais starojums, mums pagaidām nav zināms, un šis jautājums prasa tālākus pētījumus.

A. B a l k l a v s



### DARBA IERINDĀ «SALŪTS-7»

Turpinot pildīt kosmiskās telpas apgūšanas programmu, Padomju Savienībā 1982. gada 19. aprīlī orbitā ap Zemi tika ievadīta pilnveidota otrās paaudzes orbitālā zinātniskā stacija «Salūts-7». Tāpat kā iepriekšējai stacijai «Salūts-6», kas tobrīd turpināja kopīgu lidojumu ar pavadoni «Kosmoss-1267», tai ir divi sakabināšanās mezgli.

1982. gada 13. maijā ceļā uz «Salūtu-7» ar transportkuģi «Sojuz T-5» devās pirmā ekspedīcija — kuģa komandieris Anatolijs Berezovs un bortinženieris PSRS lidotājs kosmonauts Valentīns Lebedevs (savu pirmo lidojumu kosmosā viņš veicis 1973. gada decembrī kā «Sojuz-13» bortinženieris). Nākamajā dienā kosmosa kuģis «Sojuz T-5» sakabinājās ar staciju «Salūts-7», pieslēdzoties pārejas nodalījumā uzstādītajam sakabināšanās mezglam, un kosmonauti pārgāja stacijas telpās. Apkalpes darba programmā bija ietverti Zemes virsmas un atmosfēras novērojumi dažādu tautas saimniecības nozaru interesēs, astrofizikāli, medicīniski, bioloģiski pētījumi, tehnoloģiski un tehniski eksperimenti, kā arī pilnveidotās orbitālās stacijas sistēmu un aparatūras izmēģinājumi.

«Salūta-7» dekonservācija un sagatavošana funkcionēšanai pilotējamā režīmā aizņēma ekspedīcijas pirmo darba nedēļu. Šai laikā tika pārbaudītas dzīvības nodrošināšanas, energoapgādes, termoregulācijas sistēmas, sakaru aparatūra un citas iekārtas. Apkalpe sākotnēji darbam zinātnisko aparatūru, ielādēja filmas rokas un stacionārajās fotokamerās un izdarīja ar tām kontroluzņēmumus.

17. maijā kosmonauti sagatavoja, pārbaudīja un caur slūžu kameru ievadīja atklātā kosmosā mazu Zemes mākslīgo pavadoni «Iskra-2». Tas uzbūvēts Maskavas aviācijas institūta studentu konstruktoru birojā, piedaloties mūsu zemes jauniešiem zinātniekiem un radioamatieriem. Pavadoni uzstādīta aparatūra eksperimentu veikšanai amatieru radiosakaru jomā.

Beidzoties pirmajai kosmosā pavadītajai nedēļai, 21. maijā tika izdarīta apkalpes kompleksā medicīniskā pārbaude. Šim nolūkam stacijā uzstādīta jauna daudzfunkciju aparatūra fizioloģisko parametru reģistrēšanai «Aelita-01», kas dod iespēju ievērojami ietaupīt laiku un darba operāciju skaitu šādās pārbaudēs. Bez tam kosmonauti veica tehniskus eksperimentus ar autonomo navigācijas iekārtu «Delta» un uzsāka bioloģiskus eksperimentus, kuru mērķis ir pētīt augstāko augu kultivēšanas iespējas kosmiskā lidojuma apstākļos.

1982. gada 23. maijā tika palaists automātiskais transportkuģis «Progress-13», divas dienas vēlāk tas sakabinājās ar orbitālo kompleksu «Salūts-7» — «Sojuz T-5» un kosmonauti sāka tā izkraušanu.



Stacijas apvienotajā dzinējiekārtā tika papildināti degvielas un oksidētāja krājumi, ar iekārtas «Rodņik» palīdzību no transportkuģa uz stacijas rezervuāriem pārsūknēja ūdeni. Pēc tam ar «Progressa-13» dzinējiekārtas palīdzību divas reizes tika koriģēta orbitālā kompleksa lidojuma trajektorija. 4. jūnijā automātiskais transportkuģis atdalījās no orbitālā kompleksa, tādējādi atbrīvojot «Salūta-7» agregātu nodalījumā iekārtoto sakabināšanās mezglu. Saskaņā ar lidojuma programmu divas dienas vēlāk «Progress-13» samazināja lidojuma ātrumu, iegāja atmosfēras blīvajos slāņos virs Klusā okeāna un beidza pastāvēt.

Turpmākās trīs nedēļas kosmonauti turpināja zinātniskās aparatūras gatavošanu darbam, uzstādīja stacijā nogādātās iekārtas, turpināja bioloģiskos eksperimentus. Tika veikti Zemes virsmas novērojumi tautsaimniecības un ģeofizikas interesēs, šai nolūkā izmantojot spektro- un fotometrisko aparatūru, fotoaparātus MKF-6M un KATE-140.

Istenojot PSRS un Francijas nolīgumu par sadarbību kosmiskās telpas pētīšanā un apgūšanā mierīgos nolūkos, 1982. gada 24. jūnijā ar transportkuģi «Sojuz T-6» uz orbitālo kompleksu «Salūts-7»—«Sojuz T-5» devās starptautiskā ekspedīcija — kuģa komandieris PSRS lidotājs kosmonauts Vladimirs Džanibekovs (viņš piedalījies divās ekspedīcijās uz staciju «Salūts-6»), bortinženieris PSRS lidotājs kosmonauts Aleksandrs Ivančenkovs (pirmoreiz bijis izplatījumā 1978. gadā stacijā «Salūts-6») un kosmonauts pētnieks Francijas republikas pilsonis Zans Lū Kretjēns. Pēc divām dienām kuģis «Sojuz T-6» sakabinājās ar orbitālo kompleksu un kosmonauti pārgāja stacijas telpās.

Turpmākajās septiņās dienās pieci orbitālā kompleksa «Salūts-7»—«Sojuz T-5»—«Sojuz T-6» apkalpes locekļi izpildīja Padomju Savienības un Francijas zinātnieku sagatavotu pētījumu programmu. Tā ietvēra Zemes atmosfēras, starpplanētu vides, Galaktikas un ārpusgalaktikas starojuma avotu pētījumus, izmantojot franču speciālistu izstrādāto fotoaparātūru. Iekārtā «Kristāls» tika veikti eksperimenti, pētot metālu sakausējumu difūzijas un kristalizācijas procesu bezsvara apstākļos, lielu vēribu kosmonauti pievērsa arī medicīniski bioloģiskiem pētījumiem.

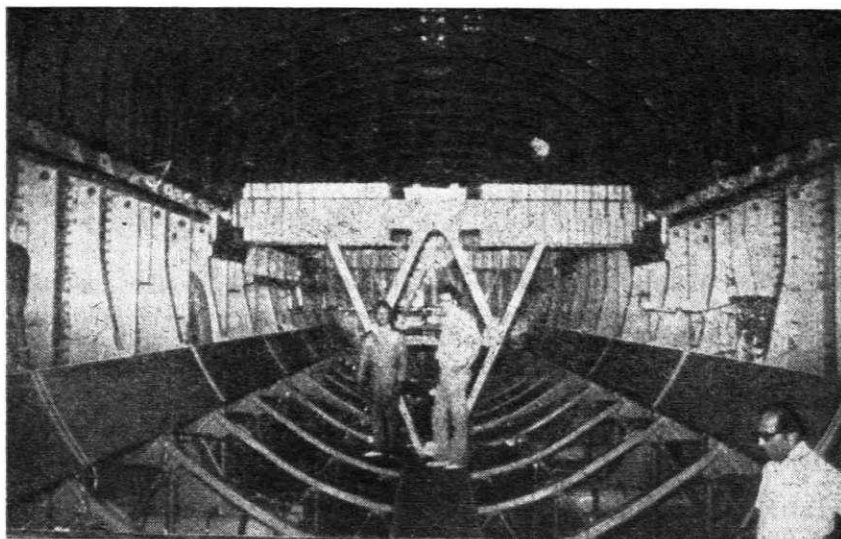
2. jūlijā starptautiskā ekspedīcija ar kuģi «Sojuz T-6» atgriezās uz Zemes, taču franču un padomju zinātnieku kopīgi sagatavotie eksperimenti tika turpināti arī «Salūta-7» lidojuma turpmākajā gaitā.

*(Pēc TASS ziņojumiem)*

## «SPACE SHUTTLE» IZMĒĢINĀJUMU LIDOJUMI

Plānoto izmēģinājumu programmu, kas ietvēra četrus lidojumus ap Zemi, veicis pirmais daudzkārt lietojama kosmosa transportlīdzeklis — amerikāņu kosmoplāns «Columbia», kas uzbūvēts saskaņā ar programmu «Space Shuttle».<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Par kosmoplāna «Space Shuttle» koncepciju un konstrukciju sk. E. Mūkina rakstu «Jauni kosmosa transportlīdzekļi» «Zvaigžņotās debess» 1982. gada rudens numurā, 34.—42. lpp.



1. att. Kosmoplāna «Space Shuttle» kravas telpa: diametrs 4,5 m, garums 18 m, kravnesība 30 t. (NASA fotoattēls.)

Pirmais ceļojums izplatījumā 1981. gada 12.—14. aprīlī kalpoja tikai principiāli jaunā kosmiskā aparāta darbības apliecināšanai orbitāla lidojuma apstākļos.<sup>2</sup> Trīs nākamie 1981. gada 12.—14. novembrī un 1982. gada 22.—30. martā un 27. jūnijā—4. jūlijā, pirmkārt, apstiprināja kosmoplāna atkārtotās izmantošanas realitāti, otrkārt, ļāva pārbaudīt tā sistēmu funkcionēšanu visdažādākajos režīmos. Trešajā orbitālajā izmēģinājumā tika sasniegts (un sakarā ar nelabvēlīgiem laika apstākļiem paredzētajā nosēšanās vietā pat nedaudz pārsniegts) maksimālais lidojuma ilgums, kāds paredzēts pirmajiem ekspluatācijas gadiem, — septiņas diennaktis.

Viens no diviem kosmoplāna principiāli jaunajiem, daudzkārt lietojamiem komponentiem — galvenie dzinēji — visos lidojumos darbojās nevainojami, otrs — ārējais siltumaizsardzības slānis — pirmajās trīs reizēs vēl starta posmā piedzīvoja nelielus mehāniskus bojājumus. Taču tas vienmēr notika samērā zemai temperatūrai pakļautās un kosmoplāna drošību neapdraudošās vietās, kur atšķirībā no pārējās virsmas karstumizturīgās keramikās plāksnītes toreiz nebija vēl ņemtas, īpaši apstrādātas un no jauna stingrāk pielīmētas (tagad šī procedūra pabeigta). Ceturtajā izmēģinājumā sakarā ar neveiksmīgi izdarītu uzlabojumu izpletnu sistēmā tika zaudēti abi ar cietu degvielu darbināmie starta paātrinātāji, taču, tā

---

<sup>2</sup> Sk. informāciju «Pirmā kosmoplāna izmēģinājums» «Zvaigžņotās debess» 1981. gada rudens numurā, 35.—36. lpp.

kā NASA ricībā palika citi šādu raķešdzinēju komplekti, uz kosmoplāna turpmāko lidojumu grafiku šis incidents nekādu iespaidu neatstāja.

Kā jau varēja gaidīt pilnīgi jauna lidaparāta izmēģinājumos, atsevišķas tehniskas kļūmes gadījās arī citās kosmoplāna sistēmās un iekārtās, pirmām kārtām ķīmiskajos elektroģeneratoros un hidrauliskos turbosūkņos. Taču vairumā gadījumu attiecīgā iekārta bija tikai viena no trijām kosmoplānā uzstādītajām, un ar atlikušajām divām pietika gan lidojuma, gan paredzēto darbu programmas normālai turpināšanai. Tomēr otrajā izmēģinājumā, rodoties šādai situācijai (ar elektroģeneratoru), maksimālas piesardzības labad uzturēšanās ilgums kosmosā tika saīsināts no plānotajām piecām diennaktīm uz divām.

Noslēgumā kosmoplāna «Columbia» izmēģinājumu programmas norisi NASA atzina par sekmīgu un tās gala rezultātus — par visnotaļ apmierinošiem. Kā vienu no apstiprinājumiem šādam vērtējumam minēja tādu faktu: ja pirmais orbitālais lidojums notika divus gadus vēlāk nekā pēc sākotnējā plāna, tad otrais aizkavējās attiecībā pret pirmo par nepilnu pusotru mēnesi, trešais pret otro — tikai par stundu, bet ceturtais sākās jau precīzi paredzētajā brīdī.

Otrajā lidojumā kosmoplāna apkalpe pirmoreiz izmēģināja Kanādā izgatavotu «mehānisko roku» — manipulatoru, ar kuru ekspluatācijas reisu gaitā paredzēts izkraut orbitā paceltos pavadoņus (vai, tieši otrādi, satvert tos nogādāšanai atpakaļ uz Zemi). Trešajā un ceturtajā lidojumā ar šīs ierīces palīdzību jau tika pārvietotas reālas kravas — aparatūra, kas reģistrēja kosmoplāna ietekmi uz apkārtējo kosmisko vidi ar nolūku savlaicīgi izzināt faktorus, kuri varētu traucēt šajā lidaparātā uzstādāmo augstjutīgo mērinstrumentu darbību.

Pēdējos trijos lidojumos «Columbia» kravas telpā un kabīnē bija izvietotas arī dažādiem citiem mērķiem domātas pētnieciskas un eksperimentālas iekārtas — vairumā gadījumu ar galveno nolūku izmēģināt reālos kosmosa apstākļos, pirms nākotnē tās (pat tie paši eksemplāri) tiktu sūtītas ilgākās un sarežģītākās misijās. Otrajā lidojumā dominēja aparatūra Zemes dabas resursu izpētei un gaisa piesārņojuma novērtēšanai: t. s. apertūras sintēzes radiolokators detalizētai sauszemes reljefa kartēšanai, daudzjoslu televīzijas iekārta planktona izplatības apsekošanai jūrās un okeānos, spektroskopiska ierīce tvana gāzes koncentrācijas mērīšanai atmosfērā u. c., pavisam seši instrumenti. Trešajā lidojumā derīgā krava ietvēra divus instrumentus Saules novērošanai ultravioletajos un rentgena staros, kā arī vairākas iekārtas tehnoloģiskiem un bioloģiskiem eksperimentiem (vienā no pēdējiem tika realizēts pētniecisks priekšlikums, ko NASA izsludināta konkursa ietvaros bija izvirzījis kādas amerikāņu vidusskolas audzēknis). Ceturta lidojuma gaitā kosmonauti līdztekus darbībai šo divu nozaru interesēs strādāja arī ar slepenu militāru kravu — izmēģināja, pēc preses ziņām, jaunus infrasarkanā starojuma uztvērējus, kas domāti raķešu un lidmašīnu izsekošanai no orbitas.

Nesen noticis arī kosmoplāna pirmais ekspluatācijas reiss, proti, 1982. gada novembrī ar uzdevumu pacelt izplatījumā trīs derīgās kravas — ASV un Kanādas sakaru pavadoņus un atpakaļ uz Zemi atgādājamu platformu ar iekārtām mūsu planētas dabas resursu izpētei. Pēc tam

kosmoplāna «Columbia» lidojumos paredzēts apmēram gadu ilgs pārtraukums, kura laikā to modificēs ar nolūku samazināt konstrukcijas masu un tādējādi palielināt celjspēju, kas pašreiz ir kādus 25% zemāka par nominālo. Šajā periodā transportoperācijām kalpos kosmoplāna otrais eksemplārs «Challenger», kura būve jau pabeigta un pirmais ekspluatācijas reiss — bez kādas atsevišķas izmēģinājumu lidojumu programmas — ielānots 1983. gada janvārī.

(Sk. arī jaunumus īsumā 62. lpp.)

E. Mūkins

### JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ

★★ Pēc padomju speciālistu vērtējuma, informācija par laika apstākļiem, ledus lauku stāvokli u. tml., ko sniedz meteoroloģiskie pavadoņi, ļauj ietaupīt mūsu valsts tautas saimniecībā 600—700 miljonu rubļu gadā.

★★ Padomju Savienībā tiek ieviesta uz mākslīgajiem pavadoņiem bazēta navigācijas sistēma «Cikāde» tirdzniecības flotes, zinātniskās pētniecības kuģu un citu civilu patērētāju vajadzībām. Tajā izmanto «Kosmos-1000» tipa pavadoņus un uztvērējiekārtas «Shuna», kas ļauj noteikt kuģa atrašanās vietu ar 80—100 m precizitāti.

★★ Aizgājušajā vasarā Amerikas Savienotajās Valstīs ievadīts orbitā jauns Zemes dabas resursu izpētes pavadoņi «Landsat-4». Pēc visiem svarīgākajiem raksturlielumiem tas būtiski pārspēj trīs pirmos šīs sērijas ZMP, kas 1972.—1982. gadā pārraidīja vairāk nekā miljonu Zemes virsmas daudzjoslu uzņēmumu. Piemēram, «Landsat-4» galvenais instruments — skenējošā televīzijas sistēma TM aplūko Zemi vienlaikus caur septiņiem gaismasfiltriem ar izšķirtspēju 30 m (t. i., labāko fotosistēmu limeni), kamēr agrākā aparātūra MSS (pēc informācijas patērētāju lūguma uzstādīta arī jaunajā ZMP) — caur četriem filtriem ar izšķirtspēju 80 m.

★★ Vēl otram kosmiskā gamma starojuma uzliesmojumam konstatēta tāda pati periodisku svārstību «aste», kādu līdzīgam notikumam 1979. gada 5. martā novēroja kosmiskie aparāti «Venēra-11», «Venēra-12» (PSRS) un ISEE-3 (ASV + Rietumeiropa). Uzliesmojumu jau 1977. gada 29. oktobrī bija uztvēris amerikāņu pavadoņi HEAO-1, taču starojuma svārstības ar  $4,2 \pm 0,2$  sekunžu periodu tika pamanītas tikai četrus gadus vēlāk datu detalizētas apstrādes gaitā. Tādējādi pamatotāks kļuvis uzskats, ka šādu parādību avoti pēc dabas ir līdzīgi rentgenstaru pulsāriem — ļoti karstām un ātri rotējošām neitronu zvaigznēm. (Noteikt starojuma pienākšanas virzienu ar triangulācijas metodi nav bijis iespējams, jo citu tālaika pavadoņu mazāk jutīgā aparātūra šo uzliesmojumu vispār nav reģistrējusi.)

★★ Ar pavadoņa HEAO-2 «Einstein» spoguļteleskopu iegūtajos Lielā Magelāna Mākoņa rentgenattēlos atrasti ap 200 starojuma avotu — salīdzinot ar četriem, kas bija zināmi agrāk, bet Mazajā Magelāna Mākonī to skaits pieaudzis no viena uz pāri par 20.

★★ Novērojot ar pavadoņa HEAO-3 gamma staru spektrometru Galaktikas centru, apstiprināta un sīkāk iepazīta spektra līnija, kas atbilst elektronu un pozitronu anihilācijas gaitā izstarotajiem kvantiem ar enerģiju 511 kiloelektronvolti. Tā izrādījusies ļoti šaura un ar ātri mainošos intensitāti (50% mēneša laikā), kas pilnībā saskan ar priekšstatu par masīva melnā cauruma klātbūtni.



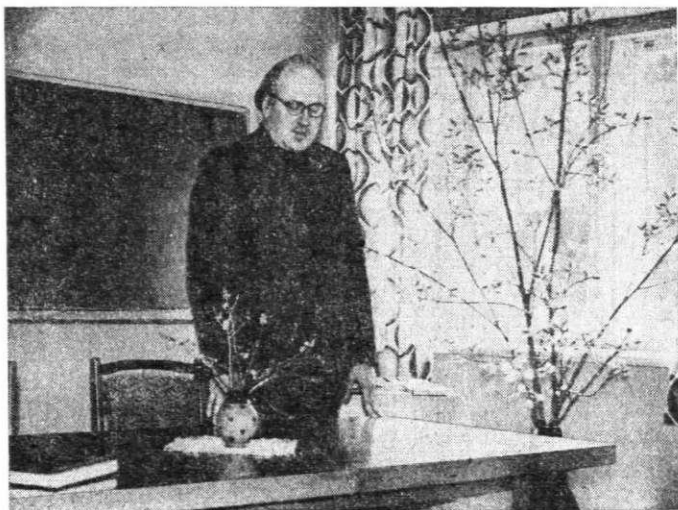
## Pētījumi turpinās

(Sakarā ar J. Ikaunieka 70. dzimšanas dienu)

Krāšņa un plaša ir zvaigžņotā debess, daudzveidīgi un noslēpumaini tās spīdekļi un procesi tajos. Cilvēka prāts allaž ir centies atšķetināt kosmisko likumsakarību pašus pamatus, atrast galvenās vadlīnijas, kas nosaka Visuma uzbūvi un evolūciju. Radioastrofizikas observatorijas dibinātājs Jānis Ikaunieks vienu no šādām vadlīnijām saskatīja sarkanajās milžu zvaigznēs. 50. gadu sākumā, kad viņš izvirzīja šo zvaigžņu klasi par iecerētās Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas observatorijas pētījumu objektu, mūsu priekšstati par šo debess ķermeņu dabu bija visai neskaidri. Tajā laikā vēl nebija daudz maz izstrādātas

zvaigžņu evolūcijas kopējās teorijas, atsevišķi zvaigžņu tipi nebija saistīti vienā evolūcijas secībā. Nebija skaidra arī sarkano milžu vieta šajā secībā. Pastāvēja uzskats, ka sarkanās zvaigznes ir zvaigžņu evolūcijas sākuma stadija.

Šodien, kad no šī brīža aizritējuši jau 30 gadi, kad iznākušas vairākas šīm zvaigznēm veltītas Radioastrofizikas observatorijas līdzstrādnieku zinātniskās monogrāfijas, jau kļuvis skaidrs, ka tiešām evolūcijas pašā sākumā zvaigznes ir sarkanas, taču šajā stadijā to evolūcija norit ļoti ātri un tāpēc to novērošana ir maz varbūtīga. Ilgāku laiku zvaigznes pavada sarkano milžu stadijā evolūcijas beigas, kad ūdeņradis zvaigznes centrā ir jau «izdedzis» un sākas hēlija «degšana». Šajā stadijā sarkanajiem milžiem nereti sastopamas tādas parādības kā masas zaudēšana, putekļu ap-



1. att. Vec. zinātniskais līdzstrādnieks U. Dzērvītis referē par oglekļa zvaigžņu atmosfēru pētījumu rezultātiem un perspektīvām.



2. att. Sēdes dalībnieki  
vērigi seko referātam.

valki ap zvaigznēm, kas padara tās par ļoti piemērotiem objektiem, lai pētītu zvaigžņu un starpzvaigžņu matērijas veidošanās un attīstības likumsakarības.

Un tomēr sarkanie milži paliek vadlīnijas lomā: daudzām šīm zvaigznēm piemīt ķīmiskā sastāva dažādas īpatnības. Acīmredzot evolūcijas gaitā kodolreakciju produkti no zvaigžņu dzilēm tiek iznesti uz zvaigznes ārējiem slāņiem, kā rezultātā mēs arī novērojam noteiktas izmaiņas ķīmiskajā sastāvā. Tāpēc šo zvaigžņu pētījumiem ir milzīga loma evolūcijas teorijas pārbaudē, jo paveras iespēja izziņāt tās kodolreakcijas, kas norit zvaigžņu dzīlēs. Pēc savām īpašībām (temperatūras, ķīmiskā sastāva, starojuma maiņām u. c.) sarkanie milži sadalās ļoti daudzās klasēs, nav skaidra daudzu šo zvaigžņu tipu vieta vispārējā evolūcijas ainā, starojuma maiņu mehānismi, telpiskais sadalījums Galaktikā u. c. jautājumi.

Tāpēc Jāņa Ikaunieka 70 gadu atcerei veltītajā Radioastrofizikas observatorijas Zinātniskās padomes paplašinātajā sēdē Observatorijas zinātniskais kolektīvs apsprieda viena sarkano milžu tipa — oglekļa zvaigžņu pētījumu turpmākās perspektīvas. Referātu par šo jautājumu nolasīja Astrofizikas daļas vecākais zinātniskais līdz-

strādnieks fizikas un matemātikas zinātņu kandidāts U. Dzērvītis. Viņš sacīja — šodien droši varam apgalvot, ka mūsu observatorijas dibinātāja J. Ikaunieka izraudzītā zinātnisko pētījumu problemātika ir izturējusi laika pārbaudi. Ja runājam par oglekļa zvaigžņu pētniecību — pasākumu, kuram tieši bija pievērstas paša J. Ikaunieka zinātniskās intereses, jāteic, ka šajos 35 gados, kopš pastāv mūsu kolektīvs, tā pieredzējusi pārsteidzošu attīstību, no otršķirīga zinātniska jautājuma pārtopot par vienu no zvaigžņu astrofizikas centrālajām problēmām, par mezgla punktu zvaigžņu evolūcijas un iekšējās uzbūves izpratnē. Ņemot vērā zinātnes attīstības straujos tempus mūsdienās, šo J. Ikaunieka veiksmi — atrast problemātiku, kas savā aktualitātē kulminēs pēc 30 gadiem —, var skaidrot vai nu ar pārsteidzošu tālredzību, vai reti laimīgu nejaušību. Radioastrofizikas observatorijas veikums oglekļa zvaigžņu pētīšanas jomā ir ļoti zināms un tādēļ būtu lieki par to šeit runāt vēlreiz. Apsveicami, ka līdzās Šmita teleskopam esam sākuši novērojumos izmantot arī citu observatoriju instrumentus, tā gūstot iespēju arī pašiem palūkoties uz oglekļa zvaigznēm ar elektrofotometrijas un spektrofotometrijas «acīm». Jāatzīmē, ka pēdē-



jos gados blakus novērojumiem observatorijā uzsākti arī oglekļa zvaigžņu atmosfēru teorētiskie pētījumi. Acimredzot ir nobriedusi vajadzība sākt izprast novērojumus sakrāto un raudzīt piekļūt šo eksotisko zvaigžņu noslēpumiem arī ar matemātisko vienādojumu un formulu starpniecību.

Turpina attīstīties arī otra J. Ikaunieka aizsāktā līnija — Saules radioastronomija. Arī šeit blakus novērojumiem arvien redzamā vietu sāk ieņemt teorētiskie pētījumi par nestacionārajiem procesiem Saules atmosfērā — uzliesmojumiem un Alfvēna viļņu izplatīšanos hromosfērā un koronā. Un, kaut arī mūsu observatorijā starp abiem šiem virzieniem allaž ir pastāvējusi stingra tematiska nošķirtība, kas pat administratīvi fiksēta divu atsevišķu zinātniskās pētniecības daļu līdzāspastāvēšanā, gribētos uzsvērt, ka tā saucamajā lielajā zinātnē pēdējos gados ir aizsācies skaidri izteikts minēto virzienu tuvināšanās process. To varētu apzīmēt kā Saules fizikas problemātikas ielaušanos vēlo zvaigžņu atmosfēru pētījumos, un noteicošais stimuls tam ir bijis ārpusatmosfēras novērojumu strauja izvēršanās ultravioleto un rentgenstaru diapazonā no orbitējošiem kosmiskajiem automātiem. Šie novērojumi ir sagrāvuši

naivo priekšstatu par zvaigznes ideāli gludo virsmu, kas beidzas ar fotosfēru. Šodien mēs skaidri zinām, ka arī vēlajos milžos un pārmilžos virs fotosfēras temperatūra invertē un uz «klasiskās» atmosfēras uzslāņojas hromosfēra, korona un «vējš». Arī vēlo milžu «vaigu» klāj plankumi, to atmosfēras krata «zvaigžņutrices», caurstrāvo magnetohidrodinamiskie viļņi, un šo zvaigžņu mūžs, tāpat kā Saulei, rit ciklos. Tādēļ vēlo zvaigžņu atmosfēru pētniekiem (un galu galā taču gandrīz visas ziņas par zvaigznēm nāk no to atmosfērām), ja tie jau vistuvākajā laikā negrib atpalikt no pētījumu frontes priekšējām līnijām, iepazīšanās ar Saules fizikā pētāmajām parādībām un to teorētiskajiem skaidrojumiem šodien jau ir obligāta. Tiesa, attiecībā uz oglekļa zvaigznēm šai sakarībā pagaidām ir bilstas tikai pirmās zilbes, taču vienmēr ir bijis tā, ka jaunās atziņas un pētīšanas metodes vispirms iefiltrējas un nostiprinās «normālo» sarkano milžu pētniecībā un tikai tad pārsviežas uz oglekļa zvaigznēm. Un ko, savukārt, aktīvo procesu pētījumi vēlo milžu atmosfērās var dot Saules fiziķiem? Nu kaut vai iespēju izrauties no šaurās norobežošanās, pētot tikai vienu zvaigzni, paraudzīties uz savām

3. att. J. Ikaunieku pieminot. Observatorijā Riekstukalnā akadēmiķis B. Puriņš, V. Dorofejevs (Fizikas inst.), I. Brence (Kultūras ministrija), U. Ulmanis (Fizikas inst.), R. Smilga (kino-  
teātris «Rīga»).



problēmām plašākā perspektīvā, iepazīties ar to pašu procesu norisi gluži citā parametru diapazonā.

Tādēļ novēlēsīm arī mūsu observatorijas Saules un sarkano milžu pētniekiem neatpalikt no laika gara, rūpīgāk un ieinteresētāk ieklausīties vienam otrā.

Pēc Zinātniskās padomes sēdes tās dalībnieki, kuru vidū bija arī ZA Fizikas un tehnisko zinātņu nodaļas akadēmiķis sekretārs J. Mihailovs, Ķīmijas un bioloģijas zinātņu nodaļas akadēmiķis sekretārs B. Puriņš, LatvPSR ZA korespondētājlocekļi J. Lielpēteris un citi Fizikas institūta un Kultūras ministrijas darbinieki, klusuma brīdī kavējās pie J. Ikaunieka atdusas vietas, dalījās atmiņās par observatorijas pamatlicēja personību, kuras galvenā iezīme bija zinātniskā deģme un atdeve darbam. Tāpēc arī labākais, ko observatorijas kolektīvs var darīt, godinot sava pirmā direktora piemiņu, ir turpināt viņa iecerētos pētījumus, viņa darbu.

L. Duncāns, U. Dzērvītis,  
J. I. Straume

## Sadarbība Rostoka—Rīga attīstās

Jau daudzus gadus vairākas zinātniskā un mācību darba tēmas vieno P. Stučkas Latvijas Valsts universitātes un V. Pika Rostokas universitātes fizikus. Sadarbības ietvaros arī agrāk notikušas savstarpējas iepazīšanās ar astronomiskām iestādēm partnerpilsētās. Mūsu studenti ārzemju praksē labprāt izmanto astronomisko pastaigu taku «Saules sistēma» Varnemindē.<sup>1</sup> Taču abu pilsētu iespējas sniegt astronomiskas zināšanas partnerpilsētās studentiem, zinātniekiem un speciālistiem ir daudz lielākas. Par to liecina kaut vai desmitiem mūsu republikas pārstāvju ierakstu Rostokas astronomiskās stacijas viesu grāmatā un Rostokas skolu jauniešu grupu apmeklē-

<sup>1</sup> Sk. «Zvaigžņotā debess», 1979. gada vasara, 67.—69. lpp.

<sup>2</sup> Par Rostokas astronomisko staciju sk. «Zvaigžņotā debess», 1981./82. gada ziema, 44.—46. lpp.

jumi Rīgas planetārijā. Lai izvērtētu abu pilsētu tālākās sadarbības iespējas astronomiskās izglītošanas laukā, Vissavienības astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļa un P. Stučkas LVU ielūdza viesos Rostokas astronomiskās stacijas<sup>2</sup> direktoru Ginteru Vainertu.

1982. gada maijā Rīgā noritēja nedēļu ilga intensīva domu apmaiņa. VAĢB sēdē, kurā piedalījās Rīgas profesionālie astronomi, amatieri, universitātes pasniedzēji un studenti, G. Vainerts nolasiya lekciju «Tautas observatoriju loma jaunatnes un speciālistu astronomiskajā izglītībā». Ziņojums izraisīja lielu interesi. Viesis klātesošos iepazīstināja arī ar mācību palīgīdzekļiem astronomijā: skolas grozāmo zvaigžņu karti, populārzinātnisko literatūru jaunatnei, diapozitīviem un diafolijām astronomijas skolotājiem. Amatieri varēja apskatīt Rostokas kolēģu veiktos Saules, Mēness, Venēras un galaktiku uzņēmumus ar Kude refraktoru (150/2250).

G. Vainerts iepazīnās ar amatieru observatoriju Siguldā un universitātes Astronomiskās observatorijas darbu. Interesantas pārrunas notika planetārijā ar Zinību nama direktori V. Ševirinu un direktora vietnieku V. Stinkuli. Viesis uzzināja, ka sagatavota programma «Zem planetārija debesīm» vācu, angļu, rumāņu un somu valodās. Katru gadu planetāriju apmeklē Rostokas profesionāli tehnisko skolu jaunieši, kas stažējas Rīgā. Planetārija lektors J. Miezis iepazīstināja ar planetārija tehnisko nodrošinājumu un demonstrēja Rīgas zvaigžņotās debesis un saules lēktu uz Rīgas panorāmas fona.

Nopietna, lietišķa saruna risinājās ar VAĢB Latvijas nodaļas priekšsēdētāju M. Dirīži gan par mūsu republikas amatieru veikumu, gan par astronomisko zināšanu izplatīšanu masās. Noslēgumā tika parakstīts projekts sadarbībai starp Rostokas astronomisko staciju un VAĢB Latvijas nodaļu astronomiskās izglītības jomā abu pilsētu universitāšu sadarbības ietvaros. Sadarbība aptver mācību palīgīdzekļu (mācību grāmatu, diapozitīvu, diafoliju utt.) apmaiņu, Latvijas studentu iepazīsti-



1. att. M. Dīriķis (vidū) iepazīstina Rostokas astronomiskās stacijas direktoru G. Vainertu (pa labi) un Rostokas universitātes lektoru G. Ruikoltu ar amatieru observatoriju Siguldā.

nāšanu ar Rostokas astronomiskās stacijas darbu, Kūdē refraktoru un citiem astronomiskiem instrumentiem ārzemju prakses laikā un Rostokas studentu fiziķu iepazīstināšanu ar mūsu universitātes astronomu darbu un amatieru kustību republikā, kā arī pieredzes apmaiņu starp pasniedzējiem. Tādējādi likts labs pamats sadarbībai astronomiskās izglītības jomā starp draugu pilsētām Rostoku un Rīgu.

G. Vainerts kā dāvanu mūsu republikas amatieriem un astronomiem atveda izvilckumu no Vreja grāmatas «Atmiņas par rostokiešiem» (Vrey. Andenken an die Rostocker. Gelehrten aus den drei letzten Jahrhunderten. Rostock, 1816) par T. Brahes dzīves dramatisma pilnajām dienām Rostokā, kad T. Brahe savus astronomiskos uzskatus aizstāvēja ar špagu. Lūk, mazliet ieskatam. «Uzturoties Rostokā, viņam nācās sastapties ar kaut ko tādu, kas, šķiet, atstāja iespaidu uz visu tālāko Tiho dzīvi. Lai mazliet atpūstos no nopietniem pētījumiem, viņš dažreiz meklēja izklaidēšanos, kas atbilda viņa ieņemamajam stāvoklim un vecumam. Šādā reizē 1566. gada decem-

brī viņš apmeklēja dejas kādos saderināšanās svētkos, kuros piedalījās arī dāņu aristokrāts Mandernisforsbergs. Ar viņu Tiho ļoti nopietni sastrīdējās par astronomiskām lietām. Katrs gribēja būt labāks debess ķermeņu kustības izpratnē. Drīz viņi nonāca līdz lamu vārdiem un abi uzbudināti šķīrās. Ziemassvētku teātra izrādē strīds atjaunojās, un, tā kā pēc dažām dienām abi satikās tumšā naktī, tad ķērās pie špagām. Duelī Tiho pazaudēja daļu deguna. Viņš bija nojautis nelaimi šajā dienā, tāpēc visu dienu bija palicis mājās. Vakarā, domādams, ka nelaimi vēstījošā diena ir garām, viņš gāja pie superintendanta Bakmeistersa uz vakariņām, kur viņš parasti mielojās, un atpakaļceļā tika ievainots. Strādājot pie deguna aizvietošanas, viņš rīkojās tikpat apbrīnojami kā citās lietās. Brahe lika izgatavot no zelta un sudraba sakausējuma degunu, kuru laiku pa laikam bija spiests piestiprināt ar klīsteri, kuru viņš allaž nēsāja līdz. Tā kā šis atgadījums aizkavēja studijas un novērojumus, tad pēc atveseļošanās viņš tos turpināja jo cītīgi.»

T. Romanovski



## AKADĒMIĶIS VIKTORS SOBOĻEVS

Jānis Imants  
Straume

1981. gada beigās PSRS Zinātņu akadēmijas kopsapulce par PSRS ZA īsteno locekli ievēlēja izcilo astrofiziķi teorētiķi, Ļeņingradas universitātes astrofizikas katedras vadītāju profesoru Viktoru Soboļevu.

V. Soboļevs dzimis 1915. gada 2. septembrī Petrogradā. 1933. gadā viņš iestājas Ļeņingradas universitātē un 1938. gadā to pabeidz. Jaunais speciālists sāk aktīvi darboties astrofizikas katedrā, ko 1934. gadā nodibināja V. Ambarcumjans. Sajā katedrā tika veikti ievērojami darbi gāzveida miglāju pētīšanā. Planetārajiem miglājiem bija veltīti arī pirmie V. Soboļeva darbi. Viņš izstrādāja jaunu metodi planetāro miglāju elektronu temperatūras noteikšanai uz elektronu enerģētiskā līdzsvara analīzes pamata. Šis pētījums kļuva par pamatu kandidāta disertācijai, kuru V. Soboļevs aizstāvēja 1940. gadā.

V. Soboļevs pievēršas starojuma pārneses teorijai un tās izmantošanai, interpretējot dažādu astrofizikas objektu starojumu. Vienā no pirmajiem darbiem tika apskatīta ūdeņraža Laimana alfa līnijas starojuma difūzija planetārajā miglājā, kurš izplešas ar ātruma gradientu, un iegūtas formulas līnijas profilam. Tika konstatēts, ka ātruma gradients būtiski samazina gaismas spiediena ietekmi miglājā. Iegūtie rezultāti tika vispārināti nekohe-



1. att. Akadēmiķis V. Soboļevs.

renta starojuma izkliedei un ļāva secināt, ka gaismas spiedienam ir maza loma planetāro miglāju dinamikā.

1941. gadā sākās Lielais Tēvijas karš, un drīz vien no Ļeņingradas tika evakuētas universitātes laboratorijas. Nelielā Jelabugas pilsētā

pie Kamas izveidoja universitātes filiāli, kurā strādāja arī V. Sobolevs. Zinātniskais darbs tika pakārtots valsts aizsardzības vajadzībām. Šim nolūkam izmantoja arī starojuma pārnese teoriju. Tā, 1944. gadā tika publicēts V. Soboleva raksts, kurā bija aprēķināts starojuma lauks, ko veido punktveida gaismas avots starp divām difūzi atstarojošām virsmām. Aiz šiem akadēmiskajiem terminiem slēpās uzdevums par apgaismojumu, ko dod degbumba ziemas apstākļos mākoņainā laikā.

Pēckara gados V. Sobolevs uzsāk starojuma lauka izpēti kustīgā vidē. Viņš izstrādāja vispārēju teoriju un attiecināja to uz konkrētiem objektiem. Paveiktais darbs tika apkopots monogrāfijā, kura iznāca 1947. gadā un bija pamatā V. Soboleva doktora disertācijai, kuru viņš aizstāvēja 1947. gadā. Šis pētījums bija ievērojami apsteidzis savu laiku. Monogrāfiju 1960. gadā angļu valodā izdeva ASV, un 70. gadu vidū tā bija vadošajā astrofizikas žurnālā «The Astrophysical Journal» (ASV) visbiežāk citētā Padomju Savienībā uzrakstītā grāmata. V. Sobolevs turpināja nodarboties ar pola-

rizētā starojuma pārnese teorijas problēmām. 1949. gadā tika publicēts darbs, kurā bija aprēķināta polarizācija uz zvaigznes diska malas, kurai ir starojumu izkļiedējoša elektronu atmosfēra, un norādīts, ka polarizācijai jābūt aptumsuma dubultzvaigžņu karstā komponenta starojumā. Šādu efektu neatkarīgi paredzēja arī S. Čandrasekārs (ASV). Ši «Soboleva—Čandrasekāra efekta» meklējumi noveda pie jauna efekta — starojuma starpzvaigžņu polarizācijas atklāšanas. To 1949. gadā izdarīja V. Dombrovskis (PSRS) un neatkarīgi A. Hiltneris un D. Holls (ASV).

50. gadu sākumā pētījumi starojuma pārnese teorijā vērsās plašumā un tajos iesaistās V. Soboleva skolnieki, 60. gadu sākumā izveidojot tā saucamo starojuma pārnese teorijas Ļeņingradas skolu. 1951. gadā V. Sobolevs teorijā ieviesa jaunu jēdzienu — kvanta iziešanas varbūtību no vides, un šī lieluma aprēķināšanai tika uzrakstīti integrālvienādojumi. Izrādījās, ka kvanta iziešanas varbūtība proporcionāla avota funkcijai. Tādējādi starojuma pārnese procesam tika dota statistiska interpretācija.



2. att. Pārrunās akadēmiķi V. Ambarcumjans un V. Sobolevs.



3. att. 6 m teleskopa tematikas komisija (no kreisās): E. Hačikjans, E. Dibajs, V. Soboļevs, PSRS ZA SAO direktors I. Kopylovs, I. Karačencevs un PSRS ZA korespondētājloceklis O. Melņikovs.

Līdz 50. gadiem starojuma pārnese vienādojumi tika risināti stacionāram starojuma laukam. V. Soboļevs sāka pētīt nestacionārus efektus, izveidoja attiecīgu teoriju un izmantoja to 1934. gadā uzliesmojušās Herkulesa Novas starojuma interpretācijai. Izdevās ne tikai izskaidrot neparasto spožuma likni, bet arī novērtēt novas apvalka masu un vairākas spektra īpašības. Izmantojot izstrādāto nestacionārās pārnese teoriju, V. Gorbakis izskaidroja Be tipa zvaigznes Pleijones (γ Cas) nepārtrauktā starojuma izmaiņas un ūdeņraža Balmera sērijas absorbcijas līniju parādīšanos šīs zvaigznes spektrā. Ūdeņraža emisijas līnijas redzamas auksto zvaigžņu spektros. V. Soboļevs izvirzīja svarīgu hipotēzi, ka šīs zvaigznes ir ar karstu kodolu, tikai tām ir ļoti plaši zemas temperatūras apvalki, ar lielu optisko blīvumu nepārtrauktajā spektrā. Emisijas līniju rašanos V. Soboļevs izskaidoja ar fluorescences mehānismu.

Lielu ieguldījumu V. Soboļevs ir devis zvaigžņu spektru līniju veidošanās teorijas izstrādāšanā, ņemot vērā kvantu pārgrupēšanos pa

frekvencēm. Pēc šīs teorijas aprēķinātie spektra līniju profili labi saskanēja ar novērojumiem. Minētie darbi tika apkopoti monogrāfijā «Starojuma pārnese teorija zvaigžņu un planētu atmosfērās», kas iznāca 1956. gadā un līdz šim laikam ir viena no labākajām grāmatām starojuma pārnese teorijā. Jāmin vēl divas monogrāfijas, kuru uzrakstīšanā aktīvi piedalījās V. Soboļevs. Tās ir autoru kolektīva «Astrofizikas un zvaigžņu astronomijas kurss» (3 sēj.) jeb t. s. Pulkovas kurss un «Teorētiskā astrofizika» (autori V. Ambarcumjans, E. Mustelis, A. Severnijs, V. Soboļevs).

1958. gadā V. Soboļevu ievēlēja par PSRS ZA korespondētājloekli. 1961.—1962. g. viņš bija Ļeņingradas universitātes Astronomiskās observatorijas direktors. Sajā laikā sākās observatorijas dienvidu bāzes celtniecība Armēnijā, blakus Bjurakanas observatorijai.

Savus pirmos darbus planētu atmosfēru pētīšanā V. Soboļevs veica jau 1943.—1944. g., kad viņš uz daudzkārtējās anizotropiskā starojuma izkliedes teorijas pamata aprēķināja Venēras spožuma likni atkarībā no tās fāzes. Salīdzinājumi



ar novērojumiem deva iespēju noteikt starojuma izkliedes indikatrisi un citus atmosfēras parametrus. Pie planētu atmosfēru starojuma pārneses teorijas V. Soboļevs atgriežas 60. gadu beigās. Sajos pētījumos aktīvu dalību ņēma daudzi viņa skolnieki. Pētījumu rezultāti tika apkopoti monogrāfijā «Starojuma izklīde planētu atmosfērās», kura iznāca 1972. gadā. Jāatzīmē, ka visas V. Soboļeva monogrāfijas ir tulotas angļu valodā un izdotas ASV. Bez jau minētajām monogrāfijām jāmin «Teorētiskās astrofizikas kurss», kurš iznāca 1967. gadā (atkārtoti 1975. gadā), tulkots arī angļiski un izdots ASV. V. Soboļevs ir «Astronomičeskij žurnal», referatīvā žurnāla «Astronomija» un žurnāla «Astrofizika» redaklējīju loceklis.

V. Soboļevam ir lieli nopelni astronomisko kadru sagatavošanā. No 1947. gada viņš vada Ļeņingradas universitātes astrofizikas katedru. Viņa skolnieku vidū ir daudzi zinātņu doktori: Krimas astrofizikas

observatorijas direktora vietnieks PSRS ZA korespondētājloceklis A. Bojarčuks, Ļeņingradas universitātes profesori (V. Gorbackis, I. Miņins, A. Ņikitins, V. Ivanovs, profesors S. Kaplāns u. c.) un desmiti zinātņu kandidāti. Grūti atrast PSRS observatoriju, kur nestrādātu bijušie V. Soboļeva studenti un aspiranti. Arī šo rindu autoram laimējās būt par V. Soboļeva studentu un aspirantu. V. Soboļevs vada arī PSRS ZA astronomisko kadru sagatavošanas padomi, kura koordinē jauno speciālistu sagatavošanu un izskata mācību programmas. V. Soboļevs vada «6 m teleskopa tematikas komisiju», kura izskata veicamo pētījumu projektus un sadala novērojumu laiku.

Sajā rakstā nebija iespējams pilnībā apskatīt V. Soboļeva daudzpusīgo un raženo darbību, aplūkojām tikai viņa ieguldījumu astrofizikas attīstībā un jauno speciālistu sagatavošanā. Novēlam akadēmiķim Viktoram Soboļevam labus pānākumus viņa turpmākajā darbā!



## REPUBLIKAS 7. ATKLĀTĀ FIZIKAS OLIMPIĀDE

Sā gada aprīlī Rīgā notika Latvijas PSR 7. atklātā fizikas olimpiāde, ko bija organizējuši LĻKJS CK, LPSR Zinātņu akadēmija, Zinātniski tehnisko biedrību Latvijas republikāniskā padome, A. Popova Radio tehnikas, elektronikas un sakaru ZTB republikāniskā padome, Mašīnbūvniecības ZTB republikāniskā padome, Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļa un republikas Zinību biedrība.

Olimpiādē piedalījās ap 400 vidējo mācību iestāžu audzēkņi no visas republikas. Uzvarētāju un godalgoto vietu ieguvēju saraksts publicēts laikrakstā «Padomju Jaunatne» un «Советская молодежь» 15. jūnija numuros.

Raksta autori olimpiādes orgkomitejas vārdā pateicas ZA Fizikas institūta līdzstrādniekiem A. Cēberam, M. Majorovam un A. Petrovam par piedalīšanos uzdevumu sastādīšanā, kā arī LVU docentam E. Silteram par organizatorisko atbalstu.

Sajā un nākamajā «Zvaigžņotās debess» numuros sniedzam olimpiādes uzdevumus un to risinājumus.

Visas atsauksmes un priekšlikumus par piedāvātajiem uzdevumiem un citiem jautājumiem, kas saistās ar atklātajām fizikas olimpiādēm, lūdzam adresēt: 226050 Rīga, Galvenajā pastā, abon. k. 209, ZTB Komitejai darbam ar jaunatni.

## Uzdevumi un atrisinājumi

Pie katra uzdevuma iekavās norādīta klase, kurā attiecīgais uzdevums bija jārisina (burts L apzīmē plūsmu ar latviešu mācību valodu, bet burts K — plūsmu ar krievu mācību valodu).

### 1. uzdevums (8K, 9K, 9L, 10L)

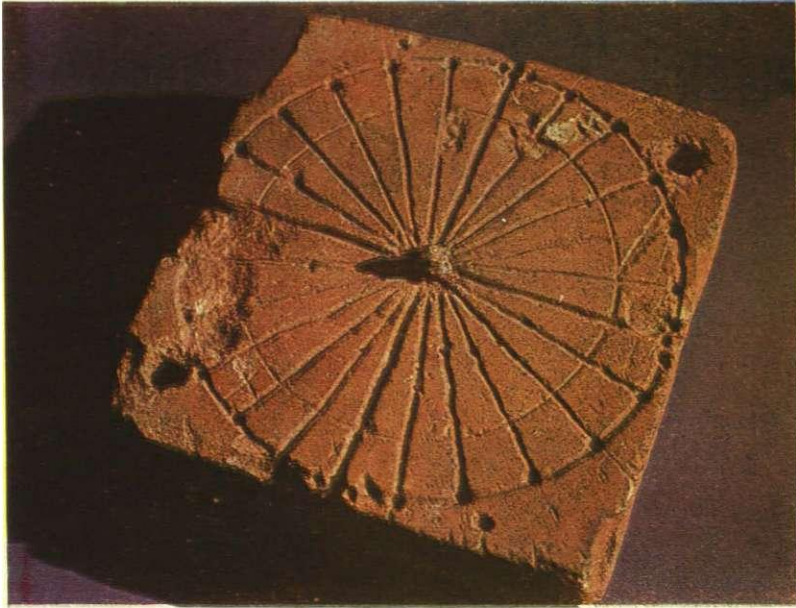
Katrā no divām vienādām siltumizolētām istabām ar vienādu sākuma temperatūru atrodas pa konvektoram. Viena konvektora augšu aizklāj ar plānu metāla plāksnīti. Abus konvektorus uz 5 minūtēm pieslēdz pie vienāda barošanas sprieguma. Kurā no izolētajām istabām pēc 1 stundas būs augstāka temperatūra? Kāpēc? (Konvektors ir sadzīves elektroapsildes aparāts ar jaudu  $\sim 1$  kW. Tas sastāv no augšā un apakšā nenoslēgta metāliska korpusa, kurā atrodas sildspirāle.)

### Atrisinājums

Ja konvektori tiek ieslēgti uz 5 minūtēm, bet temperatūras siltumizolētajās istabās salīdzinām pēc 1 stundas, tad tie šajā laikā acīmredzot būs nonākuši termiska līdzsvara stāvoklī ar istabām. Temperatūra istabās atkarīga no tā, kurš konvektors 5 «darba» minūšu laikā būs izdalījis lielāku siltuma daudzumu.

Saskaņā ar Džoula—Lenca likumu strāvas izdalītais siltums ir

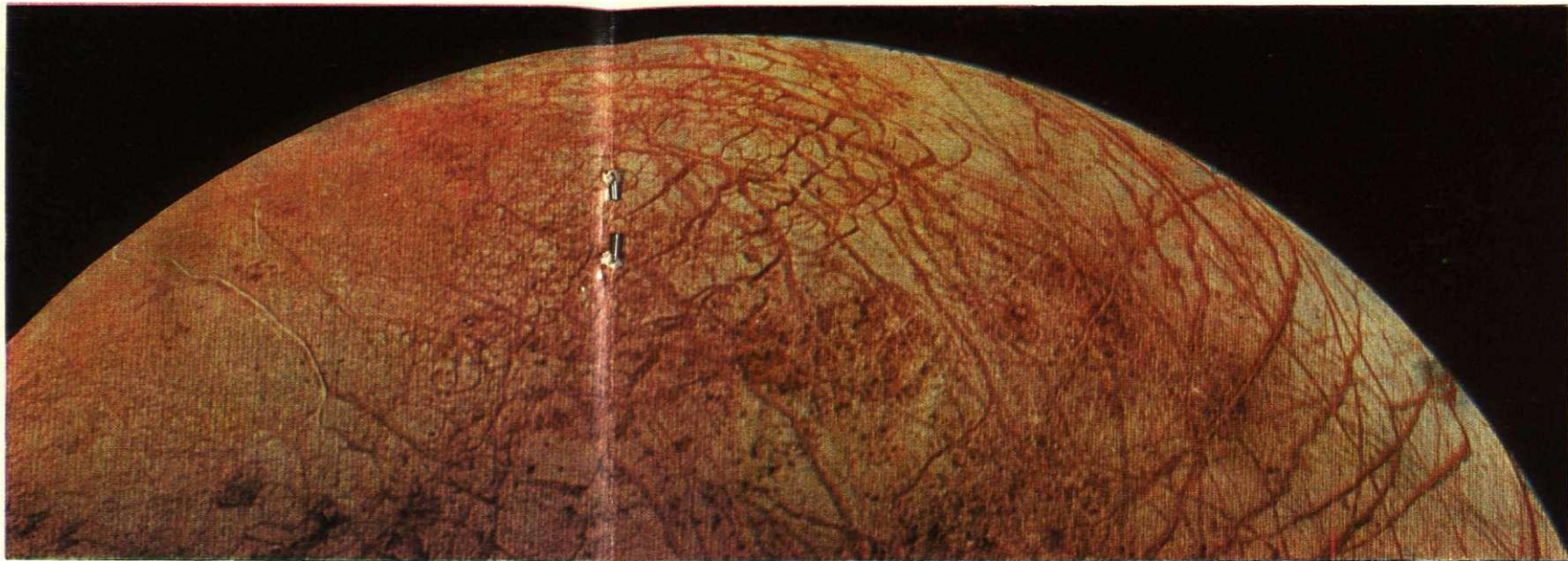
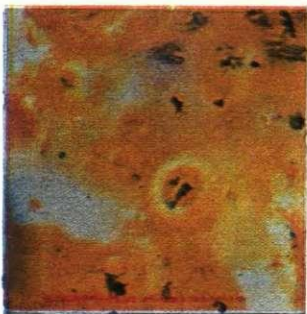
$$Q = \frac{U^2}{R} t. \quad (1)$$



Turaidas pils arheoloģiskajos izrakumos atrastie saules pulksteņi. Par tiem lasiet J. Graudoņa rakstā.

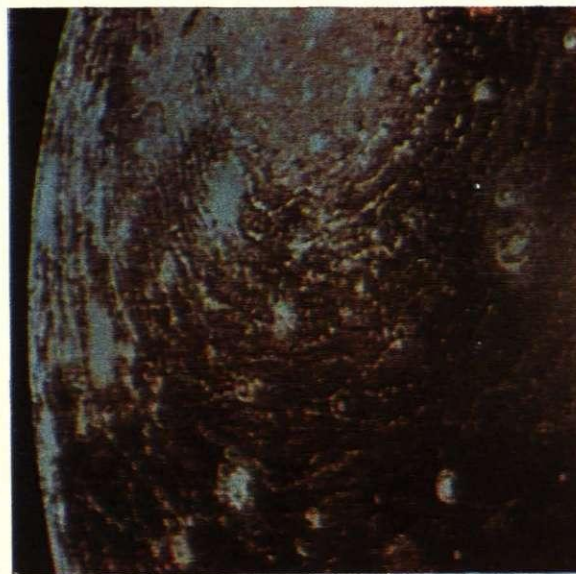
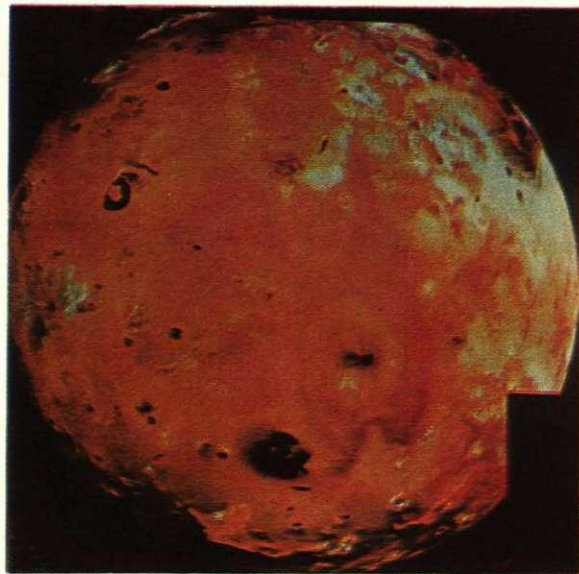






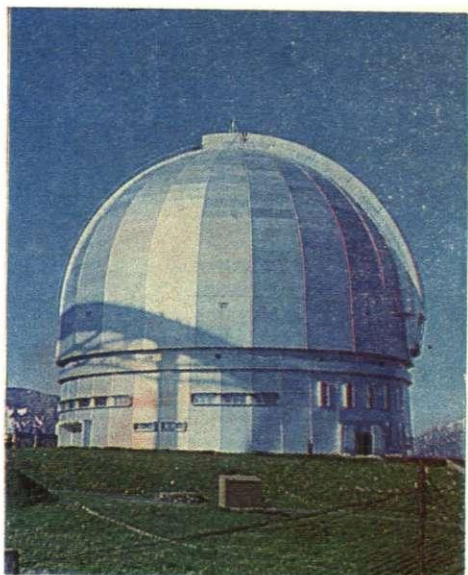
#### JUPITERA LIELIE PAVADOŅI

*Augšā* — Eiropas virsma: simtiem un tūkstošiem kilometru garu, desmitiem kilometru platu, taču ļoti seklu plaisu tīkls («Voyager-2»).

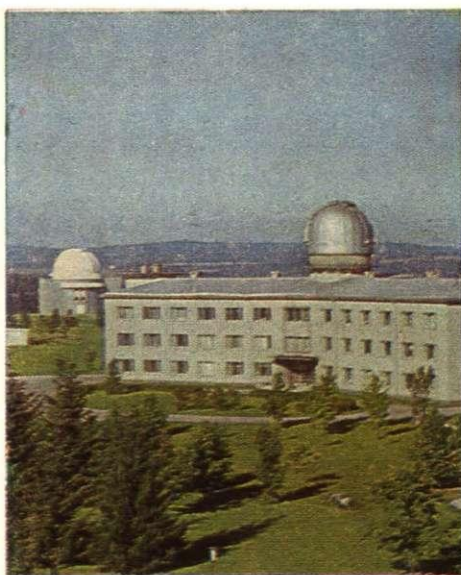


*Gar kreiso malu* — vulkāniskas darbības izpausmes uz Jo (triju augšējo attēlu krāsas pastiprinātas): apmēram 100 km augsti gāzes un putekļu fontāni virs vulkāniem *Amirani* un *Mauī* («Voyager-2»); līdzīga augstuma fontāns virs vulkāna *Loki*; gaišzilas gāzes izplūde no kādas bezvārda kalderas; atpakaļ uz virsmas nokritušu gaišu putekļu loks ap vulkānu *Prometheus* («Voyager-1»). *Apakšā vidū* — Jo puslode, kas vērsta pavadoņa kustības virzienā («Voyager-1»); visspēcīgākā gāzu un putekļu fontāna avots — vulkāniskais veidojums *Pele* ar caurmēru 1200 km un liels apdzisis vulkāns ar neparasti krasu reljefu uz dienvidrietumiem no tā. *Apakšā pa labi* — Kalisto lielākā koncentriskā struktūra *Valhalla* — līdzens gaišs laukums ar caurmēru 600 km, ko apjož gandrīz divarpus desmiti gredzenveida grēdu ar maksimālo rādīsu ap 2000 km («Voyager-1»). (NASA/JPL attēli.)





PSRS Zinātņu akadēmijas Speciālā astrofizikas observatorija Ziemeļkaukāzā pie Zelenčukas. Novērošanas tornis ar kupolu 6 m diametra teleskopam.



Igaunijas PSR Zinātņu akadēmijas observatorija Tiraverē Tartu tuvumā. Skats uz galveno ēku, 1,5 m teleskopa un 50 cm teleskopa paviljonu.



PSRS Zinātņu akadēmijas Krimas astrofizikas observatorijas 22 m radioteleskops Krimas dienvidu piekrastē netālu no Simeizas.



Ukrainas PSR Zinātņu akadēmijas Galvenā astronomijas observatorija Golosejevā pie Kijevas. 40 cm dubultastrogrāfs.

$U$  un  $t$  saskaņā ar uzdevuma nosacījumiem vienāds.

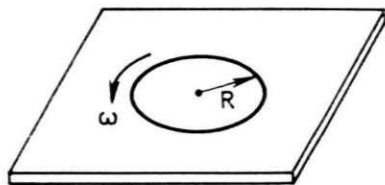
Ja viena konvektora augšu aizklāj ar plānu plāksnīti (kuras siltumietilpību praktiski var neievērot), tā aizkavē sasilušā gaisa cirkulāciju (konvekciju), kā rezultātā ievērojami samazinās no konvektora aizplūstošā sasilušā gaisa daudzums. Tas savukārt noved pie šī konvektora sildspirāles temperatūras paaugstināšanās. Rezultātā pieaug spirāles pretestība  $R$ . Tāpēc no Džoula—Lenca likuma izriet, ka aizklātā konvektora sakarsusi spirāle pie vienādiem barošanas spriegumiem izdala mazāku siltuma daudzumu nekā neaizklātā konvektora spirāle. Tāpēc istabā, kurā konvektors nav aizsegts, pēc 1 stundas temperatūra būs augstāka.

Pirmajā brīdī šķiet paradoksāli, ka karstākā spirāle izdala mazāku siltuma daudzumu. Taču paradoksa te nav. Jāņem vērā, ka ķermeņa apkārtējai videi atdotais siltuma daudzums atkarīgs no tā un apkārtnes temperatūru starpības. Aizklātā konvektora karsto spirāli arī apņem sakarsētais gaiss, kas nevar brīvi aizplūst no konvektora.

Atliek vēl piebilst, ka šo relatīvi vienkāršo uzdevumu pareizi bija atrisinājuši tikai daži olimpiādes dalībnieki.

## 2. uzdevums (8K, 9K, 9L, 10L)

Uz horizontāla galda atrodas tievs gredzens ar rādiusu  $R$  (1. att.). Gredzenu iegriež, piešķirot leņķisko ātrumu  $\omega$ . Cik apgriezienu izdarīs gredzens līdz apstāšanās brīdim, ja berzes koeficients starp to un galdu ir  $k$ ?



1. att.

## Atrisinājums

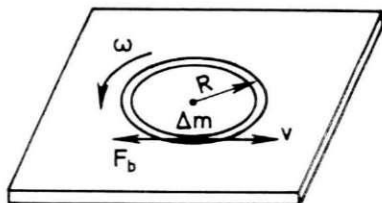
Izdalīsim iedomātu gredzena elementu ar masu  $\Delta m$  (sk. 1. att.). Tā kinētiskā enerģija ir

$$E = \frac{\Delta m \cdot V^2}{2} = \frac{\Delta m R^2 \omega^2}{2}. \quad (1)$$

Šī enerģija, gredzenam rotējot, pāries darbā berzes spēku pārvarēšanai. Tā kā elementa  $\Delta m$  ātrums (pārvietojums) un berzes spēks vērsti pa vienu taisni dažādos virzienos, kā tas redzams 2. att., tad

$$A = F_b \cdot s = k \cdot \Delta m g \cdot 2\pi R \cdot n, \quad (2)$$

kur  $n$  — apgriezienu skaits līdz gredzena apstāšanās brīdim.



2. att.

Pielīdzinot  $E$  un  $A$  no izteiksmēm (1) un (2), varam atrast apgriezienu skaitu

$$n = \frac{R\omega^2}{4\pi k g}. \quad (3)$$

## 3. uzdevums (8K, 9L)

Automobilis posmā Rīga—Tukums brauca ar ātrumu 40 km/h, bet posmā Tukums—Ventspils ar ātrumu 60 km/h. Kāds ir automobiļa kustības vidējais ātrums posmā Rīga—Ventspils, ja automobilis ceļā neapstājās, bet attālumus no Tukuma līdz Ventspilij ir divas reizes lielāks par attālumu no Rīgas līdz Tukumam?

## Atrisinājums

Apzīmēsim ar indeksu «1» lielumus, kas attiecas uz posmu Rīga—Tukums, bet ar indeksu «2» — lielumus posmā Tukums—



Ventspils. Apzīmējumi bez indeksa attiecas uz visu ceļu. Lietojot skolā tradicionālos apzīmējumus  $v$ ,  $s$ ,  $t$  (attiecīgi — ātrums, ceļš, laiks), var rakstīt, ka

$$v = \frac{s}{t} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} = \frac{l + 2l}{\frac{l}{v_1} + \frac{2l}{v_2}} = \frac{3v_1v_2}{2v_1 + v_2} = \frac{360}{7} = 51,4 \text{ (km/h)}.$$

#### 4. uzdevums (8K, 9L)

Kādā gadījumā satiksies divi pa vienu taisni kustieši ķermeņi, ja viens no tiem tiek mests bez sākuma ātruma no augstuma  $h$ , bet otrs mestis no zemes augšup ar sākuma ātrumu  $v$ . Gaisa pretestību neievērot.

#### Atrisinājums

Lai uzdevumā aplūkoti ķermeņi gaisā satiktos, laikam, kuru lidojumā pavada no zemes izmestais ķermenis, jābūt lielākam par laiku, kādā no augstuma  $h$  nokrīt otrs ķermenis.

No zemes ar sākuma ātrumu  $v$  mestā ķermeņa augšuplidojuma laiks ir  $t_0 = \frac{v}{g}$  un pilnais lidojuma laiks

$$t_1 = 2t_0 = \frac{2v}{g}. \quad (1)$$

Laiks, kurā no augstuma  $h$  krītošais ķermenis sasniegs zemi, ir

$$t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}}. \quad (2)$$

Prasām, lai  $t_1 > t_2$ .

$$\begin{aligned} \text{Tāpēc } \frac{2v}{g} &> \sqrt{\frac{2h}{g}} && \text{vai} \\ v &> \sqrt{\frac{gh}{2}}. \end{aligned} \quad (3)$$

#### 5. uzdevums (8K, 9L)

Izskaidrot, kādēļ dienā māju logi izskatās tumši?

#### Atrisinājums

Logu rūtis ir caurspīdīga, un tās atstaro daudz mazāk gaismas nekā māju sienas.

No telpu iekšējām sienām atstarotā gaisma tikai daļēji iziet atpakaļ caur logiem, jo pirms tam ēkas iekšienē tā tiek vairākkārt atstarota (tas saistīts ar zināmas gaismas enerģijas daļas absorbciju sienās un pāreju siltumā).

Varam vēl piebilst (tas gan iziet ārpus attiecīgo klašu mācību programmu ietvariem), ka sienas šī iemesla dēļ sasilda siltumvadīšanas ceļā apkārtejo gaisu un izstaro enerģiju spektra infrasarkanajā rajonā ( $\lambda = 10^{-4} - 10^{-2}$  cm).

#### 6. uzdevums (8K, 9L)

Tika demonstrēts eksperiments. Divas metāliskas lodītes, kuru masas būtiski atšķiras, krīt kopā uz cietu virsmu. Krītot mazākā lodīte atrodas virs lielākās. Aprakstiet novērojamās parādības kvalitatīvās īpatnības gadījumā, kad krišanas procesā lodīšu centru kustība notiek pa vienu taisni un vienas lodītes masa daudzkārt pārsniedz otras masu. Visa veida enerģijas zudumus var neievērot. Raksturojiet novērojamo parādību kvantitatīvi.

*Piezīme.* Olimpiādes dalībniekiem demonstrētajā eksperimentā bija vērojams, ka, metot lodītes aprakstītajā veidā, mazākā lodīte pēc atsienas sasniedza augstumu, kas vairākkārt pārsniedza to, no kura abas lodītes tika nomestas. Lodītes izmeta bez sākuma ātruma.

#### Atrisinājums (1. var.)

Aplūkojam divu ķermeņu ar masu  $m$  un  $M$  kustību. Ja kādā laika momentā to ātrumi attiecīgi ir  $v_1$  un  $v_2$ , bet citā laika mo-

mentā šo pašu ķermeņu ātrumi ir  $v'_1$  un  $v'_2$ , tad procesam, kurā spēkā impulsa un enerģijas saglabāšanās likumi, pastāv sakarības:

$$\begin{cases} \vec{m}v_1 + Mv_2 = m\vec{v}'_1 + M\vec{v}'_2 & (1) \\ mv_1^2 + Mv_2^2 = mv_1'^2 + Mv_2'^2 & (2) \end{cases}$$

Sistēmas (1) + (2) atrisinājums absolūti elastīga divu lodīšu centrāla trieciena gadījumā, ja  $\frac{m}{M} \ll 1$ ,

$$\text{ir}^* \quad v_1' = 2v_2 - v_1, \quad (3)$$

$$v_2' = v_2. \quad (4)$$

Lodītēm krītot no kāda augstuma  $h$ , tās sasniedz atbilstošu ātrumu  $v = \sqrt{2gh}$ . Tā kā lielākā lodīte ir zemāk, tad tā pirmā sasniedz galda virsmu un absolūti elastīga trieciena rezultātā atlec ar tādu pašu, taču ar augšup vērstu ātrumu  $v$ . Tūlīt pat šī lielākā lodīte sāduras ar lejup krītošo mazāko lodīti, kas, tāpat kā lielākā, virzās lejup ar ātrumu  $v$ . Ievietojot sakarībā (3)  $v_2 = v$  un  $v_1 = -v$ , iegūstam:

$$v_1' = 2v - (-v) = 3v. \quad (5)$$

Kustoties augšup ar ātrumu  $3v$ , mazākā lodīte sasniedz augstumu

$$h_1' = \frac{(v_1')^2}{2g} = \frac{(3v)^2}{2g} = \frac{9v^2}{2g} = 9h, \quad (6)$$

t. i., tādu, kas deviņas reizes pārsniedz izmešanas augstumu.

Iegūtais rezultāts ar deviņkārtēja augstuma sasniegšanu ir teorētiskā robeža. Demonstrējot eksperimentu, izdevās realizēt mazākās lodītes «uzlekšanu» līdz apmēram 4–5-kārtīgam augstumam. Tas tādēļ, ka iz-

vedumā izmantotā nosacījuma  $\frac{m}{M} \ll 1$  vietā

eksperimentā bija  $\frac{m}{M} \approx 0,1$ . Bez tam reāls trieciens nav absolūti elastīgs. Arī precīzi centrālu sadursmi šādā demonstrējumā grūti nodrošināt.

#### Atrisinājums (2. var.)

Viss process norit šādi: kopā krīt lielākā un mazākā lodīte. Starp tām ir (kaut arī ļoti niecīga) sprauga. Lielākā lodīte pēc sadursmes ar virsmu kustas uz augšu ar ātrumu  $v$ , bet mazākā joprojām ar ātrumu

---


$$* \text{ [No (1) } v_2' = \frac{m}{M} (v_1 - v_1') + v_2. \quad (A)$$

Ievietojot  $v_2'$  izteiksmē (2) un sagrupējot locekļus, iegūstam

$$\begin{aligned} & \left[ \left( \frac{m}{M} \right)^2 + \frac{m}{M} \right] v_1'^2 - 2 \left[ \left( \frac{m}{M} \right)^2 v_1 + \frac{m}{M} \cdot v_2 \right] v_1' + \\ & + \left[ \left( \frac{m}{M} \right)^2 - \frac{m}{M} \right] v_1^2 + 2 \frac{m}{M} v_1 v_2 = 0. \quad (B) \end{aligned}$$

Ievērojot, ka  $\left( \frac{m}{M} \right)^2 \ll \frac{m}{M} 1$ , un uzskatot, ka ātrumi līdz sadursmei  $v_1$  un  $v_2$  ir vienas lieluma kārtas, var locekļus, kas satur  $\left( \frac{m}{M} \right)^2$ , atnest kā augstākas kārtas mazus lielumus. Tad pēc saīsināšanas ar  $\frac{m}{M}$  iegūstam

$$v_1'^2 - 2v_2 v_1' + 2v_1 v_2 - v_1^2 = 0. \quad (C)$$

Atrisinot kvadrātvienādojumu (C) attiecībā pret  $v_1'$ , iegūstam  $v_1' = v_2 \pm (v_2 - v_1)$ , kas dod

$$(v_1')_1 = 2v_2 - v_1 \text{ vai } (v_1')_2 = v_1. \quad (D)$$

Ievietojot šīs  $v_1'$  vērtības sakarībā (A) un ievērojot, ka reizinātājs  $\frac{m}{M}$  ir mazs, iegūstam atbilstošās  $v_2'$  vērtības

$$(v_2')_1 = (v_2')_2 = v_2.$$

Sakņu pāris  $(v_1')_2$  un  $(v_2')_2$  atbilst gadījumam, kad lodītes pagājušas viena otrai garām bez sadursmes, bet ātrumiem pēc sadursmes atbilst  $(v_1')_1$  un  $(v_2')_1$ , kas pēc indeksa «'» atmešanas sniegtas kā sakarības (3) un (4).]

$v$  krīt lejup. Tā kā lodīšu relatīvais ātrums ir  $2v$ , tad pēc sadursmes ar lielāko lodīti mazākā iegūs šo ātrumu (ātrums  $2v$  attiecībā pret lielāko!).

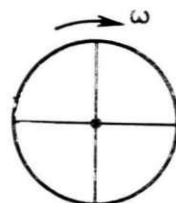
Nemot vērā, ka lielākā lodīte kustējās augšup ar ātrumu  $v$ , varam secināt, ka mazākās lodītes ātrums attiecībā pret zemi ir  $3v$ . Tāpēc tā sasniegs augstumu  $9h$ .

Var rasties jautājums, kādēļ gan bija vajadzīgs tik garš formulām un matemātiskiem pārveidojumiem piesātināts uzdevuma risinājuma pirmais variants, ja rezultātu var iegūt šādā daudz īsākā un uzskatāmākā veidā.

Uzmanīgāks lasītājs tomēr būs pamanījis, ka otrajā risinājuma variantā mēs netieši izmantojām iepriekšējā varianta rezultātus, proti, sakarību (3), no kuras (ja vienu ķermeni pieņem par nekustīgu) izriet, ka ievērojami atšķirīgu masu ķermeņiem  $v_1 = -v$ .

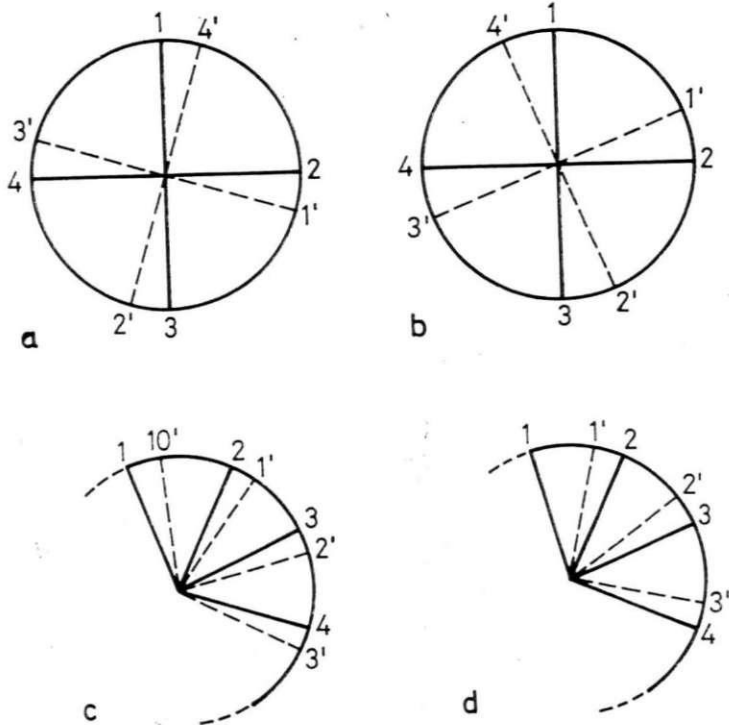
Ši atziņa, ka ķermeņa ātrums pēc sadursmes ar daudz masīvāku objektu mainās uz pretējo, otrajā variantā tika izmantota bez stingra analītiska pamatojuma, balstoties vienīgi uz intuitīviem, ar pieredzi saistītiem priekšstatiem.

7. uzdevums (8K, 9K, 10K, 9L, 10L, 11L)



3. att.

Tika demonstrēts eksperiments. a) Rotējošs disks, uz kura iezīmētas tumšas radīalas līnijas, tiek apgaismots ar gaismas



4. att.

impulsiem. Atkarībā no diska griešanās leņķiskā ātruma novēro palēninātu radiālo līniju griešanos un pat to griešanos virzienā, kas pretējs diska rotācijas virzienam. Izskaidrot minēto parādību.

b) Izskaidrot, kādēļ, skatoties kinofilmu, šķiet, ka braucošas karieses riteņi griežas pārāk lēni vai pat uz pretējo pusi. Aprēķināt šķietamās griešanās frekvenci un virzienu, ja kariete kustas ar ātrumu 25 km/h, riteņu rādiuss 60 cm, bet spieķu skaits riteņī 10. Filma tiek demonstrēta ar ātrumu 24 kadri sekundē.

### Atrisinājums

Acs redz disku tikai tajā momentā, kad tas ir apgaismots. Taču redzes aparāta inercēs dēļ tiek uztverta nepārtraukta kustības aina. Ja laikā starp diviem viens otram sekojošiem gaismas impulsiem disks izdara veselu skaitu ceturtdaļapgriezumu un vēl pagriezumu par leņķi  $\alpha < 90^\circ$ , tad acs uztver tikai pagriezumu par  $\alpha$  un tiek novērota palēninātas griešanās aina. 4. att., *a* redzams, ka griešanās rezultātā laikā starp diviem sekojošiem gaismas uzliesmojumiem, punkts 1 pārgājis pozīcijā 1' utt., tātad reālais pagriezums ir  $90^\circ + \alpha$ .

Turpretī, ja laikā starp gaismas impulsiem disks pagriežas par leņķi  $90^\circ n - \alpha$  ( $n$  — vesels skaitlis), tad vizuāli šķiet, ka tas griežas pretējā virzienā (4. att., *b*).

Aprakstīto parādību sauc par strobo-skopisko efektu.

b) Analogs efekts vērojams kinofilmu demonstrējuma laikā. Pieņemsim, ka kadrā (4. att., *c*) redzams karieses spieķu stāvoklis, kas parādīts ar nepārtrauktām līnijām (attēloti tikai četri no desmit spieķiem).

Pēc  $1/24$  sekundes (līdz ieraugām nākamam kadru) spieķi ieņēmuši stāvokli, kas 4. att., *c* atzīmēts ar punktētām līnijām.

Gadījumā, kas redzams 4. att., *c*, skatītājam šķiet, ka spieķis 2 nokļuvis stāvoklī 1', spieķis 3 — 2' utt. Attēlā parādītajā gadījumā novērojama palēnināta riteņu griešanās pareizā virzienā. Otrais gadījums

(4. att., *d*) atbilst tādām karieses riteņu griešanās virzienam, kas pretējs dabā reāli filmētajam.

Mūsu aplūkotajā gadījumā riteņa griešanās reālā frekvence

$$n = \frac{v}{2\pi r} = 1,84 \text{ (apgr./s)}$$

Viena kadra laikā ritenis pagūst izdarīt

$1,84 \cdot \frac{1}{24} = 0,0767$  apgriezienus. Spieķis 1 ieņems stāvokli 2, ja tiek izdarīts 0,1 apgriezums. Tāpēc sekundes laikā pagrieziena šķietamais lielums ir  $0,0767 - 0,1 = -0,0233$  apgr. (4. att., *d* parādītais gadījums). Šķietamā karieses riteņa rotācijas frekvence

$$n' = -0,0233 \cdot 24 = -0,56 \text{ (apgr./s)}$$

I. Fabrikants, L. Šmits

## DESMITĀ SKOLENU ASTRONOMIJAS OLIMPIĀDE

Astronomijas olimpiādes iemantojušas pelnītu popularitāti republikas skolēnu vidū. Pirmā šāda olimpiāde notika 1973. gada aprīlī un bija veltīta Nikolaja Kopernika 500 gadu atcerei. Nu jau desmito gadu pēc kārtas Rīgas, kā arī atsevišķu republikas rajonu skolu audzēkņi sanāk mēroties zināšanām astronomijā un kosmonautikā.

Astronomijas olimpiādes pamatoti varam pieskaitīt pie svarīgākajām ārpusklases darba formām. Tās padziļina skolēnu zināšanas un praktiskās iemaņas astronomijā, orientē skolēnus uz nopietnāku astronomijas priekšmeta apgūšanu mācību stundās, piesaista papildliteratūras lasīšanai, rosina regulāri apmeklēt planetārija lekcijas. Olimpiādes kalpo jaunās paaudzes estētiskās un ateistiskās audzināšanas

mērķiem, palīdz jauniešu materiālistiskā pasaules uzskata veidošanā.

Desmitās skolēnu astronomijas olimpiādes organizētāji bija Republikāniskā Zinību nama planetārijs, Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļa un Rīgas pilsētas Skolu metodiskais kabinets.

Saskaņā ar nolikumu olimpiāde notiek divās kārtās. Šogad pirmā kārtā noritēja 9. aprīlī Skolu metodiskā kabineta telpās, bet otrā kārtā — 11. aprīlī Zinību nama planetārijā. Uz olimpiādes pirmo kārtu ieradās pārstāvji no Rīgas 1., 10., 15., 20., 31., 37., 38., 45., 51., 58., 60., 63., 64., 65., 74., 75. un 79. vidusskolas. Rajonu skolas šogad pārstāvēja Tukuma rajona Kandavas internātskola un Alūksnes 1. vidusskola.

Olimpiādes pirmās kārtas dalībniekiem bija rakstiski jāatrisina četri uzdevumi un jāatbild (arī rakstiski) uz vienu jautājumu.

Sniedzam vienu no pirmās kārtas uzdevumu variantiem.

1. Lai noteiktu vietas ģeogrāfisko platumu, izmērīts Altaira (Ergļa  $\alpha$ ) augstums uz meridiāna  $h=48^{\circ}15'$  (dienvidos no zemīta). Šīs zvaigznes deklinācija  $\delta=+8^{\circ}50'$ .

a) Aprēķināt vietas ģeogrāfisko platumu.

b) Noteikt, vai šī zvaigzne var būt redzama šajā vietā arī apakšējā kulminācijā un kāds ir tās augstums.

2. Pieņemot, ka planētas kustas ap Sauli pa vienā plaknē novietotām riņķveida orbītām, enerģētiski visizdevīgākā trajektorija pārlidojumam no vienas planētas uz otru ir puse no elipses, kura perihēlijā pieskaras Saulei tuvākās planētas orbītai, bet afēlijā — tālākās planētas orbītai. Aprēķināt lidojuma ilgumu no Zemes līdz Urānam (ar precizitāti līdz gada desmitdaļai). Urāna attālums no Saules ir 19,2 astronomiskās vienības.

3. Spektrālā līnija ar viļņa garumu  $\lambda=5000\text{Å}$  ir nobīdīta tālās galaktikas spektrā par 100Å uz sarkano spektra daļu.

Pieņemot, ka Habla konstante vienlīdzīga 100 km/s/Mps, noteikt attālumu līdz šai galaktikai.

4. Saules plankuma redzamais diametrs ir 9". Cik liels ir šī plankuma diametrs kilometros?

5. Kāda astronomiska parādība notika 1981. gada 31. jūlijā? Aprakstīt šo parādību un tās novērojumus.

Darbu rezultātus vērtēja pēc punktiem — par katru pareizi atrisinātu uzdevumu vai pareizu atbildi skolēns saņēma noteiktu punktu skaitu. Maksimālais kopējais punktu skaits — 40.

Saskaņā ar olimpiādes nolikumu tiesības piedalīties otrajā kārtā ieguva tie skolēni, kuri pirmajā kārtā saņēma vismaz 20 punktus.

11. aprīlī Zinību nama planetārijā pulcējās 20 finālisti. Noslēguma kārtas dalībniekiem bija mutiski jāatbild uz dažādiem jautājumiem par mūsdienu astronomiju un kosmonautiku.

Lūk, daži no otrās kārtas jautājumiem.

Kādus instrumentus un metodes savā darbā lieto astronomi?

Kas ir radioastronomija?

Saules un Mēness aptumsumi.

Kas ir «planētu parādes»?

Saules ietekme uz Zemi.

Kvazāri, pulsāri, «melnie caurumi».

Ko jūs zināt par sakaru pavadoņiem?

Astronomiskie novērojumi no ZMP un orbitālām stacijām.

Kādus pētījumus veica orbitālajā kosmiskajā stacijā «Salūts-6»?

Lielo planētu izpēte ar kosmisko aparātu palīdzību.

Starptautiskā sadarbība kosmiskajos pētījumos.

Kosmisko lidojumu teorētiskie pamati un principi.

Saskaņā ar olimpiādes nolikumu, vērtējot skolēnu atbildes, žūrijas komisija ņēma vērā arī viņu patstāvīgos darbus (referātus).

Labākie no tiem bija «Visums: tā uzbūve un evolūcija» (G. Upmalis,

45. vidussk.), «Kosmisko civilizāciju sakari» (I. Maslovs, 63. vidussk.), «Saturns — Saules sistēmas brīnums» (Z. Belovs, 63. vidussk.), «Galileo Galilejs» (T. Treikale, 60. vidussk.). Daudziem referātiem piemita kopējs trūkums — nebija literatūras saraksta.

Vērtējot desmitās skolēnu astronomijas olimpiādes rezultātus, jākonstatē, ka dalībnieku zināšanu līmenis caurmērā bija augstāks nekā iepriekšējā gadā. Bija jūtams, ka labākās zināšanas parāda tie skolēni, kuri regulāri izmanto planetārija mācību lekcijas astronomijā. Skolēni, kuri vispār nav bijuši planetārijā, vāji orientējās jautājumos par astrofizikas un kosmonautikas jaunākajiem sasniegumiem. Daudzi nezināja pastāstīt par galvenajiem posmiem planētu izpētē ar automātiskajiem kosmiskajiem aparātiem, nezināja, kas ir gredzenveida Saules aptumsums, kur uzstādīts radioteleskops «RATAN-600», ar ko izskaidrojama sarkanā nobīde tālo Visuma objektu spektros, cik pavadoņu ir Jupiteram. Krievu plūsmā skolēni nezināja pastāstīt par radioastronomu pētījumiem mūsu republikā.

Par desmitās skolēnu astronomijas olimpiādes uzvarētājiem latviešu plūsmā kļuva Gints Upmalis (Rīgas 45. vidussk.), Aleksandrs Aržanovskis (Tukuma raj. Kanda-

vas internātskola) un Inese Krūzīte (Alūksnes 1. vidussk.). Otro vietu izcīnīja Ivars Dzērve (Rīgas 45. vidussk.), bet trešo — Māris Malceņieks (Rīgas 45. vidussk.). Krievu plūsmā pirmo vietu izcīnīja Tatjana Treikale (Rīgas 60. vidussk.), otro vietu — Nina Solomko (Rīgas 60. vidussk.) un Zoja Belova (Rīgas 63. vidussk.), trešo vietu — Igors Maslovs (Rīgas 63. vidussk.), Andrejs Mihailenko (Rīgas 79. vidussk.) un Samuils Levins (Rīgas 15. vidussk.).

Skolēnu zināšanas vērtēja olimpiādes žūrijas komisija: fizikas un matemātikas zin. kand. E. Grasbergs un I. Šmelds (LPSR ZA Radioastrofizikas observatorija), fizikas un matemātikas zin. kand. J. Zagars (P. Stučkas LVU Astro-nomiskā observatorija), A. Asare (VAGB Latvijas nod.), A. Vērdiņa (Rīgas pilsētas Skolu metodiskais kabinets), E. Dellova (Rīgas 1. vidussk.), N. Boborikins (Rīgas 60. vidussk.), D. Kalašņiks (Rīgas 63. vidussk.), G. Svabadnieks (Rīgas 45. vidussk.), L. Kondraševa un J. Miezijs (Zinību nams).

Rīgas un Latvijas rajonu vidusskolēni! Gaidām jūs nākamajā gadā kārtējā astronomijas olimpiādē! Olimpiādes termiņus izziņos 1983. gada martā «Skolotāju Avīzē».

**J. Miezijs**



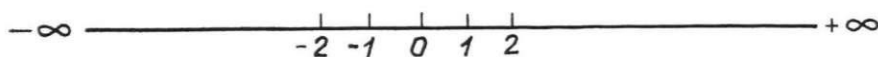


## CAUR PAGĀTNI UZ NĀKOTNI

### (Vēlreiz par bezgalību matemātikā un dzejā)

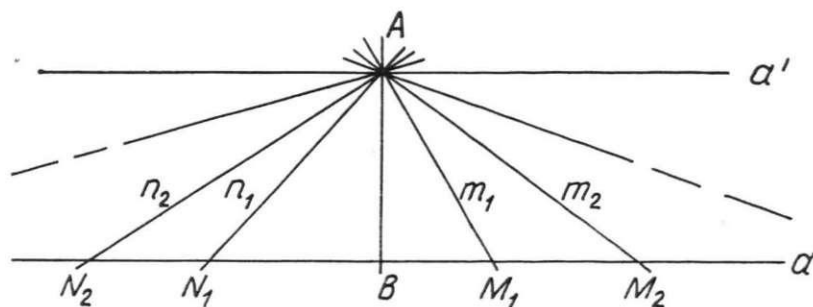
Turpināsim «Zvaigžņotās debess» vasaras numurā sāktu sarunu par bezgalību. Tur stāstītais par naturāliem skaitļiem var radīt iespaidu, ka iespējama tikai viena bezgalība un aplūkoto divi viedokļi atspoguļo tikai vienas un tās pašas bezgalības divus aspektus jeb šķautnes. Tomēr iespējamās arī sarežģītākas situācijas. Atkal sāksim ar matemātiku un beigsim ar dzeju.

Apskatīsim visus veselos skaitļus:  $0, \pm 1, \pm 2$  utt. Šeit skaidri parādās jau divas bezgalības, kuras matemātikā pieņemts saukt attiecīgi par plus bezgalību, mīnus bezgalību un apzīmēt šādi:  $+\infty$  un  $-\infty$ . Īpaši skaidri tas saskatāms, ja veselos skaitļus ģeometriski attēlo uz taisnes (skaitļu ass):

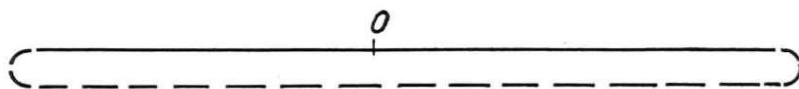


Šeit mēs saskaramies ar citu matemātikas nozari — ģeometriju un redzam, ka taisnei dabīgā veidā piekārtojamas divas bezgalības (taisnes «labajam galam» plus bezgalība, bet «kreisajam galam» mīnus bezgalība). Iedziļināsimies pavisam nedaudz tā sauktās projektīvās ģeometrijas pieejā, kas parādīs, ka reizēm lietderīgi piekārtot taisnei tikai vienu nevis divas bezgalības.

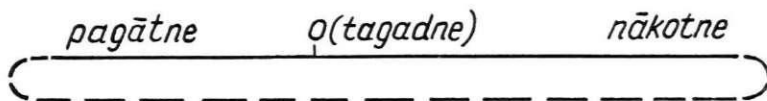
Apskatīsim noteiktu taisni (apzīmēsim viņu ar  $a$ ) un kādu punktu  $A$  ārpus šīs taisnes:



Caur punktu  $A$  varam novilkt ļoti daudz taisyņu saimi (attēlā parādītās taisnes  $n_2, n_1, b, m_1, m_2, a'$  ir dažas no tām). Jebkura no taisnēm, izņemot taisni  $a$  paralēlo taisni  $a'$ , krusto taisni  $a$  tieši vienā punktā (taisne  $b$  punktā  $B$ , taisne  $m_1$  punktā  $M_1$  utt.). Ievērosim: jo mazāk kāda no taisnēm atšķiras no  $a'$ , jo tālāk pa labi vai pa kreisi no punkta  $B$  atrodas tās krustpunkts ar taisni  $a$  (taisnes  $m_2$  krustpunkts  $M_2$  ir tālāk pa labi no  $B$  kā  $m_1$  krustpunkts  $M_1$  un  $N_2$  ir tālāk pa kreisi no  $B$  kā  $N_1$ ). Nepatīkami, ka taisne  $a'$  nepakļaujas vispārējai likumībai: nekrustojas ar taisni  $a$ . Ja gribam taisni  $a'$  «iekļaut» kopējā likumībā — lai tā krustotu taisni  $a$  — tad, pirmkārt, jāpieņem, ka  $a'$  un  $a$  krustojas bezgalībā. Otrkārt, kopējā likumība par vienu jebkuras taisnes krustpunktu ar taisni  $a$  prasa tikai vienas bezgalības eksistenci. Tātad projektīvā plāknē jebkuras taisnes kreisajam un labajam «galpunktam» jāsakrīt! Nosacīti to var attēlot šādi:



Tātad, ja mēs no kāda šīs taisnes punkta  $0$  aizietu pa kreisi, tad, izejot «cauri bezgalībai», nonāktu atpakaļ punktā  $0$  no labās puses! (Bet tā tas arī mēdz būt, — piemēram, uz mūsu pašu zemeslodes.) Iedomāsimies šo taisni kā laiku attēlojošu (punkts  $0$  — tagadne):



Aizejot pa kreisi — pagātnē — «bezgalīgi tālu», mēs beigu beigās nonāksim atpakaļ tagadnē. To teic arī Imants Ziedonis:

Es iegāju spogulī, otrādi  
un spogulī viss bija otrādi  
tur čiganietei es zilēju  
tur tevi es otrādi mīļēju  
tur projām, tur spogulī atpakaļ  
kur tavi kauli manus kaulus maļ  
no aubes jau vecīgi čaganās  
jā, vellatās, jā, raganās  
jā, medus, mēnesis, medījums  
medus gadījums, medīgs radījums  
jā, āzis, jā, kazenēs, ievainē  
kur Ādams nav teicis vēl Ievai «nē»  
vēl tālāk, vēl tālāk otrādi  
prom spogulī, dziļāk otrādi

kur pēc visa reiz kādreiz vienreiz uzreiz  
es satiku tevi pirmoreiz  
tālāk — skolas, bērnu dārzi un nami  
un neesam mēs vēl pazīstami  
tu izzūdi un tu man pazūdi  
mazi meiteni, rīti rasoti  
bizbizmārīte uz pirksta man sanēja  
bizbizmārīte kura būs manējā  
kura no viņām — caur pasaciņām  
tevi nes sevī — kura no viņām  
bet viss zūd vēl tālāk bijušā zībā  
vēl dziļāk — otrādi bezgalībā  
un es izkāpjos lēnām atpakaļ  
te kur zīle dzied, te kur dzenis kaļ..

(Ziedonis I. Caurvējš. Rīga, Liesma, 1975, 101. lpp.)

Ejot cauri «pagātnes bezgalībai», Imantam Ziedonim noteikti bija jāiet cauri arī nākotnei. Ko viņš sajuta lēciena no pagātnes uz nākotni brīdī? Un ko paguva ieraudzīt nākotnē?

A. Buiķis



NATĀLIJA CIMASOVIČA

## ZINĀTNES POPULARIZĒŠANA J. RAIŅA LAIKA «DIENAS LAPĀ»

Lasot Raiņa dzejas kosmiskās rindas, mūs pārsteidz to bagātais informatīvais saturs.<sup>1</sup> Pretstatā plaši izplatītajai elementārajai jūsmai par zvaigžņotās debess skaistumu Raiņi saista pasaules Visuma būtību. Un, iegājis kosmiskajā izpratnē, viņš aicina sev līdz arī lasītāju. Šai ziņā ļoti zīmīga ir Raiņa darbība «Dienas Lapas» atbildīgā redaktora postenī no 1891. gada 17. decembra līdz 1895. gada 30. novembrim.

Stājoties redaktora amatā, dzejnieks deklarē: «Dienas Lapa arī turpmāk centīsies visiem spēkiem izplatīt gara gaismu, kura ir katras tautas augstākais mērķis, viņas lielākais spēks un viņas varenākais cīņas ierocis, kam stipri gara ieroči, tas nav pārvarāms nekādās dzīves briesmās. [...] jo plašāki sniedzas izglītība, jo lielāks tautai spēks.»<sup>2</sup>

Un tiešām, «Dienas Lapā» līdztekus tēmām ar praktisku nozīmi — medicīna, audzināšana, lauksaimniecība — sāk parādīties arvien vairāk t. s. tīri zinātniskās informācijas: ievērojamu zinātnieku biogrāfijas, dažādu atklājumu apraksti — elektrības izmantošanas iespējas zinātnē, meteoroloģisko parādību cikliskums, balto asinskermenīšu funkcijas, Zemes ģeoloģiskās un kosmiskās evolūcijas jautājumi. Šādiem materiāliem ļoti bieži nav autora paraksta, nav izslēgts, ka tos sagatavojis pats atbildīgais redaktors.

1893. gada 1. februāra numurā pēc angļu žurnāla «Observatory» materiāliem dots iepriekšējā gada astronomisko atklājumu apskats:

«Janv. 20. d. no Maksa Volfa (Heidelbergā) atrastais planēts, kurš dabūja 324. numuru<sup>3</sup>, tajā ziņā ievērojams, ka pie viņa uziešanas pirmoreiz tapa izlietota fotogrāfiska noņemšana, kas stipri pārspēj visas līdzšinējās metodes. Janv. 23. d. Dr. Andersons uzgāja Nova Aurigae zvaigzni, kuras spektrums stipri līdzinājas Oriona miglai. Febr. 11. d. parādījās liels saules plankums, kurš izpletās 150 000 angļu jūdžu garumā. Plankums sa-  
ceļa stipri manāmu magnēta adatas kustēšanos un bija pavadīts no skaistām ziemeļa blāzmām. [...] Sept. 9. d. prof. Bernards atrada Jupitera piekto pavadoni un kādas nedēļas vēlāk caur fotogrāfiju jaunu astes zvaigzni.»

Tā paša gada 10. maijā sniegts paziņojums «Godalgu izolijums»:

«Smitsona institūts (Smithsonian Institution) Vašingtonā (Ziemeļamerikā) mums pie-sūtījis sekošu paziņojumu, kurā teikts, ka institūts dabūjis no Toma Hodžkinsa dāvinātu kapitālu, uz kura pamata minētais institūts izsola sekošas godalgas: 1) 10 000 šilingus (šilingi 50 kap.) par rakstu, kurš satur dažus jaunus un svarīgus atradumus par atmosfē-riskā gaisa dabu un īpašībām. Šis īpašības aplūkojamas pēc sava iespaida uz meteorolo-ģiju, veselības kopšanu, bioloģiju vai fiziku; 2) 2000 šilingus par 2 labākiem rakstiem,

<sup>1</sup> Sk. «Zvaigžņotā debess», 1981. gada rudens, 2.—7. lpp.

<sup>2</sup> «Dienas Lapa», 1891, 17. dec.

<sup>3</sup> Domāta mazā planēta.

kuri tāpat zīmējas uz atmosfēriskām gaisa īpašībām; 3) 1000 šilingus par labāko populāru rakstu par atmosfēriskā gaisa īpašībām un radniecību. Šis raksts nedrīkst būt lielāks par 20 000 vārdiem, jābūt sastādītam vienkāršā valodā un derīgam tautas izglītošanai; 4) zelta medaļu līdz ar 2 sudraba vai bronzas nospiedumiem izsolis ik gadus vai ik pāri gadus par labākiem rakstiem atmosfēriskā gaisa izpētīšanā un tā praktiskā izlietošanā cilvēku labklājībai».

Ļoti interesants ir 1893. gada 13. maija numurā ievietotais t. s. zinātniskais feļetons — apraksts ar nosaukumu «Zvaigžņu tālums un gaismas ātrums». Te minēti skaitļi, kas raksturo vairāku zvaigžņu — Centaura  $\alpha$ , Gulbja  $\beta$ 1, Kastors, Sīriuss, Vega, Arkturs — attālumus. Lasām: «Tikai neizmērojamais tālums, kurš mūs no tām atšķir, padara, ka tās izliekas kā mierīgi spīdekļi, kas maigi snauž tumšajā naktī.» Un šai pašā rakstā tālāk teikts: «No bezgalīgā tāluma nāk arī tas, ka mēs debess plašumu, kāds istenībā ir, nekad neesam redzējuši, ne redzam, nedz arī kad redzēsīm; jo kad mēs šo vakaru uzskatāmies uz debesīm, tad mēs nevienu zvaigzni neredzam tur, kur viņa tiešām atrodas, nedz arī tādu, kāda tā istenībā ir.» Raksta autors īpaši uzsver, ka «gaismas stars, reiz atšķīries, skrej mūsu mūžam.» Arī šim materiālam nav paraksta, iespējams, ka to sagatavojis pats Rainis. Protams, šāds pieņēmums pagaidām nav argumentēts ar tiešiem faktiem. Varbūt, pētot Raiņa rokrakstus, izdosies atrast kāda analoga manuskripta pēdas. Tomēr var uzskatīt par pilnīgi drošu, ka Rainis šo materiālu ir lasījis — atbildīgais redaktors lasa un akceptē katru avīzes numuru. Zvaigžņu gaismas staru ceļojums bezgalīgajā Visumā ir dziļi iespiedies dzejnieka domās. Vēlāk, emigrācijā Sveciē, viņš uzraksta šādas rindas:

Kas reiz uzliesmo, tas viņņo  
Mūžīgi tais staru viņņos,  
Kuri iet bezgala telpās,  
Zvaigzne iet un deg, un izdziest,  
Dzīsušo vēl redz šīs acīs,  
Staru vizmā garām ejot.  
Zvaigzne dziest, ij mūsu acīs,  
Pasaulēs, kas mīt aiz zemes,  
Starus redzēs citas acīs.<sup>4</sup>

Zinātniski precīza, pareiza, kodolīga informācija.

«Dienas Lapas» 1893. gada 29. novembra ievadrakstā «Par dabas zinātņu popularizēšanu» pasvītrotā nepieciešamība paplašināt gara apvāršņus, apgūstot eksakto zinātņu sasniegumus: «...bet cik kūtri gan nav savā garā paši mācītīte, taisni tie, kuri no 15. līdz 20. gadam prata Homēru pārtulkot un Horāciju lasīt, kad tiem jāapskatas stingrās zinātnes laukā? Mēs dzīvojam ļoti lielā laikā, lielāko izgudrojumu un atklājumu laikmetā, un tomēr cik maz vien pilnīgi sajēdz šo lielumu? [...] Par mācītu cilvēku pie mums daudz vien tura tādu, kurš prot dažas valodas, izveicīgs sadzīvē un labi pārzin beletristiku.» Tiek arī norādīts, ka latviešiem «...trūkst vēl arvien pietiekošā daudzumā vajadzīgu populāru dabaszinātnisku rakstu, kuri modinādami modina patīkšanu uz šīm zinātnēm», kamēr Anglijā: «...augstākās zinātnes zvaigznes ar lielāko dedzību centušās un cenšas noturēt atklātus priekšlasījumus priekš tautas, ar to pierādīdamas, ka ir tikpat liels nopelns patiesības pasludināt visai tautai, kā jaunas patiesības izdibināt. [...] Arī krievu zinātnes vīri arvienu mēdz savas mācības pasniegt cik iespējams viegli saprotamā veidā, un krievu literatūrā daudz ievērojamu populāru zinātnisku rakstu priekš tautas.»

Kad ar 1895. gada sākumu «Dienas Lapa» sāk iznākt jaunā palielinātā formātā, redakcijas ievadrakstā teikts: «Ar pirmo dienu 1895. g. «Dienas Lapa» uzsāk savu desmito

<sup>4</sup> Rainis J. Kopoti raksti, 3. sēj. Rīga, 1980, 238. lpp.

gadagājumu; viņas panākumi dod viņai iespēju šo dienu iezīmēt caur to, ka viņa jo plaši pavairo savu saturu, izlietodama brīvās telpas it sevišķi zinātnisku-praktisku rakstu ievietošanai.» Lasītājam tiek solīta «...sevišķa nodaļa «Zinātne un dzīve» ar zinātniski-praktiskiem rakstiem un sīkām ziņām iz zinātnes lauka...»

Tiesām, šāda nodaļa avīzē parādās arvien biežāk. Tajā atrodam interesantus materiālus dažādās zinātnes nozarēs, arī astronomijā: «Kosmogonija», «Ūdens un viņa īpašības», «Argons — jauna gaisa sastāvdaļa», «Par planētu Marsu», «Profesors D. Mendeļejevs devies uz Parīzi» u. c.

Interese par dabaszinātnēm Rainim paliek visu mūžu. Dzejnieka bibliotēkā dabaszinātniska un natūrfilozofiska satura grāmatās atrodam daudzus pasvitrojumus. Tā, piemēram, ļoti rūpīgi Rainis lasījis populārzinātnisko 379 lappušu biezo monogrāfiju «Das Sternenzelt», kas izdota Berlīnē 1893. gadā. Grāmatas autors — profesors K. Tituss. Gaņdriz vai katrā grāmatas lappusē atrodam Raiņa atzīmes. Īpaši uzmanīgi lasītas nodaļas «Die Einwirkungen des Mondes auf der Erde» (Mēness ietekmes uz Zemi) un «Die sogenannte vierte Dimension in der Astronomie» (Tā sauktā ceturrtā dimensija astronomijā).

Gūt informāciju par pasaules uzbūvi — tā Rainim bija dziļa iekšēja nepieciešamība. Tikpat nepieciešams viņam bija arī atklāt tālākus apvārsņus savam lasītājam — gan publicistiskos un populārzinātniskos rakstos, gan savā dzejā.

## RAIBUMI ★★ RAIBUMI ★★ RAIBUMI ★★ RAIBUMI ★★

★★ Tuvākajā laikā katoļu baznīca pārskatīs spriedumu, ar kuru Galilejs 1633. gadā tiek apvainots ķecerībā par Kopernika teorijas propagandu.

★★ Pazīstamais angļu astronoms Viljams Heršels, Urāna atklājējs, savu dzīvi sācis kā profesionāls mūziķis. Viņš spēlēja uz četriem dažādiem mūzikas instrumentiem, tai skaitā ērģelēm un vijoles, diriģēja orķestrus un korus, kā arī komponēja. Viņš ir uzrakstījis 24 simfonijas, 7 koncertus vijolei, 2 ērģelkoncertus, daudzas kora dziesmas, kā arī citus darbus.

★★ Viegli gaistošo vielu sastāvs komētās dod iespēju pieņemt, ka tās ir kondensējušās pirmssaules miglāja aukstajās daļās.

★★ Meteorītu vielas pētījumi ļauj izdarīt secinājumu par šīs vielas ķīmisko un pirmbioloģisko attīstību. Tie liek domāt, ka abiotiskas sintēzes rezultātā radies daudz diezgan sarežģītu organisko savienojumu, ieskaitot aminoskābes, ko atrod meteorītos.

★★ Pētījumi rāda, ka Senķīnas hronikā minētā Jupitera konjunkcija ar zvaigzni Su-Siņ ir notikusi 416. gadā. Minētā zvaigzne ir Spika ( $\alpha$  Vir).

## P. BOLS UN VIŅA LAIKABIEDRI

**JURIJS  
GAIDUKS**

Matemātiķis un zinātnes vēsturnieks J. Gaiduks (Harkova), nenogurstošs Pīrsa Bola darbības pētnieks, sagatavojis šo rakstu speciāli mūsu izdevumam.

Paturēdams savu interešu lokā visu zinātnes attīstības kopainu mūsu zemē, J. Gaiduks īpašu uzmanību veltī krievu un Baltijas novadu zinātnieku sakariem. J. Gaiduks vairākkārt publicējis «Zvaigžņotās debess» slejās.

Ar saviem pētījumiem harmoniskās analīzes vispārināšanā un kvalitatīvajā diferenciālvienādojumu teorijā Rīgas matemātiķis Pīrss Bols (1865—1928) devis būtisku ieguldījumu pasaules matemātikas zinātnes attīstībā. Daudzu viņa pētījumu izejas punkts bija debess mehānikas problēmas.<sup>1</sup>

Bola zinātniskie nopelni pietiekami pilnīgi novērtēti tikai nesen. Par šī novērtējuma izpausmi uzskatāms arī 1974. gadā Rīgā izdots zinātnieka kopoto rakstu izdevums L. Reiziņa redakcijā.<sup>2</sup>

Runājot par tik augsta līmeņa zinātnieku kā Bols, interesants šķiet jautājums — kādu atbalsi viņa darbi radīja laikabiedros. Šajā rakstā mēģināsim dot pilnīgāku atbildi uz šo jautājumu nekā līdz šim.

Varam uzskatīt, ka Bola iesvētīšana zinātniekos notika 1893. gadā, kad viņš savā dzimtajā Tartu universitātē aizstāvēja maģistra disertāciju «Par viena mainīgā funkciju attēlošanu, izmantojot trigonometriskās rindas ar daudziem argumentiem, kas proporcionāli vienam mainīgajam». Galvenais disertanta oponents bija lietišķās matemātikas profesors Ā. Knēzers (1862—1930), kurš augstu novērtēja gan pašu darbu, gan tā autora spējas. Abi zinātnieki sadraudzējās, un šī draudzība pozitīvi ietekmēja Bola turpmāko zinātnisko darbību. Bola disertācija diemžēl palika neievērota, kaut arī tajā bija izveidoti jaunas «paplašinātā nozīmē periodisku» funkciju teorijas pamati. Šī teorija daļēji apsteidza dāņu zinātnieka H. Bora (1887—1951) spožo 1923.—1925. gadā izveidoto «gandrīz periodisku» funkciju teoriju. Nepelnītā nevērība pret Bola pētījumiem lielā

<sup>1</sup> Sīkāk par astronomijas motīviem P. Bola darbos sk.: Рабиннович И. М. Некоторые проблемы небесной механики в трудах П. Г. Боля. — В кн.: Историко-астрономические исследования, вып. 4. М., 1958, с. 467—479.

<sup>2</sup> Болъ П. Собрание трудов. Перевод с нем. И. М. Рабиновича. Вступит. статья и комментарии Л. Э. Рейзиня и И. А. Хенинъ. Под ред. Л. Э. Рейзиня. Рига, Знатне, 1974. 518 с. Padomju matemātiķu uzmanību P. Bola devumam pievērsa viņa «Darbu izlases» izdošana 1961. gadā (Болъ П. Г. Избранные труды. Вступит. статья и коммент. А. Д. Мышкиса и И. М. Рабиновича. Рига, Изд-во АН ЛатвССР, 1961. 240 с.), kā arī vairākas I. Rabinoviča, A. Miškisa u. c. autoru publikācijas par Bolu. Īpaši atzīmēsim I. Rabinoviča populārzinātniskos rakstus «Zvaigžņotajā debesī» (1965. gada rudens, 30.—34. lpp.; 1975. gada rudens, 37.—50. lpp.; 1975./76. gada ziema, 8.—10. lpp.).





1. att. Pirss Bols.

mērā bija izskaidrojama ar to, ka viņa darbu saturs netika atspoguļots toreiz vienīgajā vācu matemātikas referatīvajā žurnālā «Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik» («Matemātikas panākumu gadagrāmata».)<sup>3</sup>

1897. gadā, kad Bols jau bija Rīgas Politehnikuma adjunktprofesors, aktuāls kļuva jautājums par šīs mācību iestādes pārvēršanu pilntiesīgā institūtā. Tautas izglītības ministrija uzdeva Harkovas Tehnoloģiskā institūta direktoram V. Kirpičovam iepazīties ar Politehnikuma pasniedzējiem un novērtēt viņu noderību turpmākajam darbam.

Revīzijas atskaitē V. Kirpičovs raksturoja Bolu kā vienu no visperspektīvākajiem profesoriem zinātniskajā un pedagoģiskajā aspektā un noteikti rekomendēja atstāt viņu par adjunktprofesoru. Starp citu, atskaitē teikts: «Jaunais zinātnieks .. pasniedz augstāko matemātiku, izklāstot šo zinātņi stingras mūsdienu analīzes garā. Izklāsts ir ļoti precīzs, skaidrs un korekts un atstāj vispatīkamāko iespaidu. Kaut arī Bola kungs vēl nav paspējis publicēt lielāku skaitu zinātnisku pētījumu, tomēr jau izdarītais parāda viņu kā talantīgu, daudzsološu zinātnieku, kurš spēj izteikt oriģinālas idejas un zinātniski izstrādāt tās.»<sup>4</sup> Kirpičova rekomendācija tika ņemta vērā.

<sup>3</sup> Gadagrāmatas 25. sējumā ir atrodams tikai šis Bola publikācijas bibliogrāfisks apraksts (nosaukums, iznākšanas dati), bet nav atsegts darba saturs. A. Miškisa un I. Rabinoviča brošūrā «Математик Пирс Боль из Риги» (Rīga, 1965) izteiktais pretējais apgalvojums nav precīzs.

<sup>4</sup> Sk. E. Bahmutskas un J. Stradiņa rakstu «Отчет В. Л. Кирпичева о реорганизации Рижского политехнического института (1897 г.)» krāj: «Из истории естествознания и техники Прибалтики», вып. 1. Рига, 1968, с. 51—64.

Kirpičova vārdi izrādījās pravietiski: Bola turpmākā darbība pilnībā attaisnoja uz viņu liktās cerības. Šķiet, ka Kirpičova dotais Bola novērtējums atspoguļoja ne tikai viņa personisko viedokli. Kirpičovs savu atskaiti sastādīja jau Harkovā, pēc atgriešanās no Rīgas. Ļoti iespējams, ka Kirpičovs, ārkārtīgi nopietni uztverdams savu misiju, apsprieda ar saviem Harkovas kolēģiem — Tehnoloģiskā institūta profesoriem iespaidus par Rīgas kolēģiem. Institūta vadošais matemātiķis tajā laikā bija V. Steklovs — zinātnieks, kurš no Bola maģistra disertācijas bija spējīgs gūt pareizu priekšstatu par viņa radošajam potenciēm.<sup>5</sup>

Pēc maģistra disertācijas aizstāvēšanas Bols uz vairākiem gadiem pārtrauca tālāku vispārināti periodisko funkciju teorijas izstrādi un visu uzmanību veltīja aktuāliem pētījumiem parasto diferenciālvienādojumu teorijā (šajā darbā daļēji izmantojot savas maģistra disertācijas rezultātus). Šie pētījumi drīz vien tika apkopoti viņa doktora disertācijā «Par dažiem mehānikā izmantojamiem vispārīga veida diferenciālvienādojumiem», kuru 1900. gadā publicēja Tartu.

Šajā fundamentālajā darbā Bols izpētīja kādu visai vispārīgu diferenciālvienādojumu sistēmu, bet īpaši — gadījumu, kad tā pieļauj trīgonometriskus atrisinājumus. Tika doti svarīgi vispārinājumi Puankarē teorēmai par debess mehānikas vienādojumu asimptotiskajiem atrisinājumiem, kā arī Knēzera rezultātiem par kustībām nestabila līdzsvara stāvokļa tuvumā. Izmantojot savas maģistra disertācijas rezultātus, autors pierādīja, ka eksistē stabils atrisinājums, kas izsakāms ar kvaziperiodiskām funkcijām. Būtiski, ka vesela virkne vispārīgu spriedumu šajā darbā balstās uz oriģināliem topoloģiskiem apsvērumiem. Ievēribu pelna darba pielikums par Saturna un tā gredzenu kustību (šeit Bola un Laplasa secinājumi atšķiras).

Kaut arī otra oponenta P. Grāves atsauksme bija nelabvēlīga, Bols disertāciju sekmiģi aizstāvēja, jo tās pirmais oponents — Knēzers — to novērtēja visai augstu. Autors ieguva lietišķās matemātikas doktora grādu un līdz ar to arī RPI ordinārā profesora vietu. Bola disertācijas darbs kļuva plašāk pazīstams, pateicoties atreferējumam minētajā «Gadagrāmātā» (31. sēj.). Referātu bija uzrakstījis toreiz Jekaterinoslavā (Dņepropetrovskā) strādājošais D. Sincovs, speciālists diferenciālvienādojumu ģeometriskajā teorijā. Acimredzot pareizi izpratis darba vērtību, viņš panāca (parasti gan «Gadagrāmata» atturējās no disertāciju izskatīšanas), ka «Gadagrāmātā» ievietoja tam veltītu referātu — tiesa, diezgan konspektīvu un bez konkrētiem, vērtējošiem spriedumiem.

Pēc 10 gadiem šis Bola darbs pievērsa sev franču vadošo matemātiķu uzmanību un tika pieņemts lēmums publicēt tā tulkojumu biedrības žurnālā.<sup>6</sup> Redakcijas piezīmē bija uzsvērtā autora attīstīto «pilnīgi jauno apsvērumu» (topoloģiska rakstura — J. G.) lielā loma diferenciālvienādojumu teorijā. Rakstu tulkoja Harkovas matemātiķa S. Bernšteina skolniece F. Tarnaridere, kura strādāja Parīzē. Bola darbu pārpublicējums šajā žurnālā, kam bija augsta autoritāte un starptautiska rezonanse, pavēra tam ceļu plašākās zinātnieku aprindās. Vācu «Gadagrāmātā» (41. sēj.) parādījās redaktora E. Lampes sastādītais šī tulkojuma referāts. Galvenajos vilcienos tas sakrīta ar D. Sincova atsauksmi, taču tajā bija iztirzāti arī Bola apskatītie pielietojumi mehānikā un fizikā.

Franču matemātiķi saskatīja Bolā cienīgu A. Puankarē (1854—1912) un A. Ļapunova (1857—1918) vadītā matemātiķu pulka pārstāvi, jaunas kvalitatīvās diferenciālvienādojumu teorijas tālāku veidotāju. E. Kotons (1872—1950) memuāros «Par diferenciālvienā-

<sup>5</sup> Starp citu, disertācijas eksemplārs atradās Harkovas Matemātiskās biedrības bibliotēkā.

<sup>6</sup> Bulletin de la Société mathématique de France, 1910, t. 38, p. 1—134.

dojumu asimptotiskajiem atrisinājumiem» (1911) izklāstīja Ļapunova un Bola rezultātus, daļēji tos papildinot un vispārinot. Bols darbā «Par diferenciālajām nevienādībām» (1913) savukārt izmantoja dažus Kotona paņēmienus.

Vēl dažus gadus pirms Bola doktora disertācijas franču varianta publicēšanas viņam negaidīti aizsākās sadarbība ar citu franču zinātnieku — Bordo pilsētas astronomu E. Esklangonu (1876—1954). Tas notika šādi.

1902. gadā Parīzes Zinātņu akadēmijas «Ziņojumos» (135. sēj.) parādījās akadēmiķa P. Penleve (1863—1933) iesniegtais nelielais Esklangona raksts — «Par kādu periodiskuma jēdziena paplašinājumu». Autors balstījās uz pētījumu par saliktām funkcijām, kas atkarīgas no vairākām periodiskām funkcijām ar dažādiem periodiem. Viņš izvirzīja mērķi dot to klasifikāciju un parādīt, ka tās pieder plašākai funkciju klasei, bet to īpašības nosaka sava veida vispārināts periodiskums. Autors solīja drīzumā iesniegt minētajiem jautājumiem veltītu darbu.

Šo Esklangona rakstu pamanīja Bols. Viņš viegli identificēja Esklangona «kvaziperiodisko funkciju» klasi ar savu «paplašinātā nozīmē periodisku funkciju» klasi. Bols par to informēja Penlevē un acimredzot nosūtīja viņam savas maģistra disertācijas eksemplāru.

1903. gadā «Ziņojumos» publicētais otrais Esklangona raksts «Par kvaziperiodiskām funkcijām» apliecināja, ka raksta autors atzīst Bola prioritāti jaunās funkciju klases atklāšanā. Bez tam Esklangons paziņoja, ka nonācis pie tām pašām funkcijām neatkarīgi no Bola, nezīnot par pēdējā pētījumiem. Esklangons parādīja arī, ka pastāv dažas atšķirības viņa un Bola pieejas dotu funkciju klases izpētē (varētu teikt, ka franču matemātiķa pieeja bija «algebriskāka», bet ridzinieka — «analītiskāka»), un formulēja vairākus bez pierādījuma dotus jaunus rezultātus. Bols jutās drīzāk iepriecināts nekā apbēdināts par kompanjona parādīšanos jauno funkciju klases pētīšanā. Bols sarakstē ar Esklangonu informēja viņu par saviem iegūtajiem jaunajiem rezultātiem un labvēlīgi apsprieda sava korespondenta nodomus. Šādas Bola attieksmes uzmundrināts, Esklangons 1904. gadā Parīzes universitātē aizstāvēja doktora disertāciju «Kvaziperiodiskas funkcijas» un publicēja to. Disertācijas aizstāvēšanas komisijā bija P. Apels, A. Puankarē un P. Penlevē.

Augsti novērtējot vispārināti periodisko funkciju teorijas dibinātāja, Rīgas matemātiķa nopelnus, Esklangons savā disertācijā formulēja jaunu svarīgu Bola rezultātu — teorēmu par kvaziperiodiskas funkcijas primitīvo funkciju (tās pierādījumu Bols publicēja vēlāk darbā «Par kādu diferenciālvienādojumu perturbāciju teorijā», 1906).

Esklangons, cenšoties atrast jaunas kvaziperiodisko funkciju īpašības un lietojumu nozares (īpaši meteoroloģijā), kā arī nedaudz vispārinot šo funkciju koncepciju, turpināja pētījumus līdz pat 1919. gadam. Pateicoties Esklangonam, «Matemātisko zinātņu enciklopēdijas» franču izdevumā, viņa papildinātajā Burharda rakstā «Par trigonometriskiem izvirzījumiem», tika atspoguļotas arī kvaziperiodiskas funkcijas. Taču dažos Esklangona darbos bija arī kļūdas.

Šajā laikā ļoti autoritatīvajā «Matemātisko zinātņu enciklopēdijā» var atrast arī citas atsauksmes par Bola rezultātiem. Īpaši atzīmēsim P. Penlevē pārskata rakstu «Par diferenciālvienādojumu pirmsintegrāļu eksistenci» (1910, 2. sēj., 3. grām., 1. laid.), kurā bija novērtēts un daļēji izklāstīts Bola darbs «Par mehāniskas sistēmas kustību līdzsvara stāvokļa tuvumā» (1904).

Nav apšaubāma kaut kādu saišu pastāvēšana starp Bolu un tolaik jauno uzlēcošo franču matemātiķa zvaigzni Z. Adamāru (1865—1963). Jau minētajā 1906. gadā sarakstītajā darbā Bols citē Adamāra rezultātus un analizē to saskares punktus ar saviem; Bola doktora disertācijas autorizētajā franču tulkojumā pieminēti arī citi viņu pētījumu saskarsmes punkti. Tādos apstākļos vajadzēja pastāvēt publikāciju apmaiņai starp zināt-

niekiem. Par to, ka Adamārs labi pārzināja Bola sasniegumus, liecina arī tas, ka tieši viņš, kad parādījās pirmās H. Bora publikācijas par gandrīz periodiskām funkcijām (1923—1924), vērsa autora uzmanību uz tolaik jau mirušā Bola darbiem. (Par Adamāru vēl runāsim tālāk.)

Attīstījās Bola kontakti arī ar citiem Eiropas matemātiķiem. Sakarus ar vācu matemātiķiem veicināja no Tartu dzimtenē atgriezies Knēzers. Turpmāk Bols savus darbus publicēja galvenokārt tajos pašos vācu žurnālos, kur Knēzers. Četri no tiem (1904, 1906, 1909, 1913) nāca klajā «Tīrās un lietišķās matemātikas žurnālā», divi (1890, 1906) «Matemātikas un fizikas žurnālā». Un tikai viens (neskaitot sīku rakstiņu 1912. gadā) parādījās «Matemātiskajās annālēs». Jānožēlo šāda Bola darbu dislokācija: ja «Annālēs», toreiz galvenajā jauno matemātisko ideju atspoguļotāja, butu publicēts vairāk Bola pētījumu, tie būtu guvuši lielāku ievēribu. Tomēr arī «Tīrās un lietišķās matemātikas žurnālā» ievietotais Bola memuārs «Par kādu sekulāro perturbāciju teorijas problēmu» (1905) kļuva par ierosmi «Annālēs» publicētajam F. Bernšteina rakstam «Par kādu kopu teorijas lietojumu sekulāro perturbāciju teorijā» (1911). Šo darbu tā matemātiskajā daļā Bols atzina par «attiecīgo pētījumu vērtīgu turpinājumu» (vidējās kustības problēma), bet nepieņēma autora definēto papildu aksiomu un apšaubīja iegūto «praktisko» secinājumu par vidējās kustības nerealizējamību (šīs Bola piezīmes izteiktas minētajā «Annālēs» publicētajā rakstiņā).

Vairāki ievērojami vācu matemātiķi iepazinās ar Bola darbiem, referējot tos «Gadagrāmatai». (Šādā nozīmē mēs jau pieminējām Lampi). Bola rezultāti un metodes jūtami ietekmēja astrōnijas nodaļas redaktoru O. Dziobeku: atreferējot 1907. gadā darbu «Par kādu trīs ķermeņu problēmu», viņš atzina par «ārkārtīgi asprātīgu» Bola izstrādāto pierādījumu teorēmai «Par Saturna gredzenu kustības stabilitātes nosacījumiem». Dziobeks referēja vēl divus Bola darbus — «Par kādu sekulāro perturbāciju teorijas problēmu» un «Piezīmes par sekulāro perturbāciju teoriju». Referents S. Vallenbergs analizēja darbu «Par kādu diferenciālvienādojumu perturbāciju teorijā» (1906). Jāteic, ka šajā referātā tika akcentētas norādes uz Bola un Esklangona kvaziperiodisko funkciju pētījumiem. Atreferējot minēto Kotona memuāru, Vallenbergs Bola rezultātus svarīguma ziņā ierindo tūlīt aiz Puankarē un Ļapunova rezultātiem.

Norādes uz Bola sasniegumiem var atrast arī citos «Gadagrāmatas» materiālos. Interesanti ir Norberta Vinera (vēlākā kibernetikas radītāja) īsie referāti, kas veltīti diviem H. Bora rakstiem par gandrīz periodiskām funkcijām (1923). Referents Bora teoriju traktē kā Bola (toreiz jau mirušā) teorijas vispārīgumu, pasvītrotot, ka Bora pierādījums par gandrīz periodiskās funkcijas aproksimāciju «balstās uz Bola kvaziperiodisko funkciju koncepciju».<sup>7</sup>

Runājot par Bola saitēm ar vācu matemātiķiem, vēl atgādināsim, ka literatūrā<sup>8</sup> jau atspoguļots H. Veila (1885—1955) darbā «Par skaitļu ar moduli 1 vienmērīgu sadalījumu» (1915—1916) izteiktais atzinums par Bola prioritāti vienā no apskatāmās teorijas galvenajiem rezultātiem.

Zināms arī tas, ka Bols (1904) apsteidza Holandes matemātiķa L. Brauera svarīgus rezultātus (1911) kopu teorētiskajā topoloģijā (pats Brauers toreiz to atzina tikai daļēji). Te gan jāpiebilst, kā to nesen parādījis H. Freidentāls,<sup>9</sup> liela loma Brauera topolo-

<sup>7</sup> Turpretim K. Knops, kurš vēlāk detalizēti un jūsmīgi atreferēja Bora lielo memuāru (1924) par gandrīz periodiskām funkcijām, Bola nopelnus pilnībā noklusēja.

<sup>8</sup> Bola kopotajiem rakstiem (1974) pievienotajos komentāros L. Reiziņš izvērsti parāda, kā daudzi Bola rezultāti apsteiguši viņa laikabiedru un pēcteču pētījumus.

<sup>9</sup> Freudenthal H. The cradle of modern topology. — Hist. math., vol. 2, 1975, p. 495—502.

ģijas radīšanā bijusi Adamāram (mēs jau minējām, ka viņš labi zināja Bola darbus). Mūsaprāt, iespējams, ka tieši no Adamāra Brauers uzzināja par Bola rezultātiem, kas varēja ietekmēt paša Brauera pētījumus.

Pēc Kirpičova un Sincova labvēlīgajām atsauksmēm Krievijā pirmā rakstiskā atbalss Bola darbam izskan tikai 1917. gadā, kad Petrogradā iznāca Steklova skolnieka J. Tarmarkina monogrāfija «Par dažiem vispārīgiem parasto diferenciālvienādojumu teorijas uzdevumiem un patvaļīgu funkciju izvirzīšanu rindās». Kādā no šīs grāmatas nodaļām (4. nod.) tiek izmantota «Bola pierādītā» (no Diofanta nevienādbu teorijas) «interesanta teorēma». Bols šo teorēmu pierādīja 1906. gadā darbā «Par kādu diferenciālvienādojumu perturbāciju teorijā». Atzīmēsim, ka turpat Bols formulēja šīs teorēmas tiešas sekas, kuras 1920. gadā no jauna pierādīja zviedru matemātiķis S. Vennbergs un pēc tam izmantoja (sākumā bez norādes uz Bolu) H. Bors, veidojot savu gandrīz periodisku funkciju teoriju.

Visaugstāko rezumējošo novērtējumu, kādu laikabiedri spēja dot Bola nopelniem, mēs atrodam Ā. Knēzera (kopā ar A. Mederu) rakstītajā nekrologā: «Tas, ko Bols ir veicis visos savos darbos, ieskaitot arī pašus agrinākos, — reprezentē pašu labāko, pašu istāko lietišķo matemātiku un ir bijis produktīvas un oriģinālas zinātniskas darbības rezultāts. . . Viņš godam nesa lietišķās matemātikas doktora nosaukumu, kas tik augstu tika vērtēts toreiz Krievijā. . .»<sup>10</sup> Tomēr arī šajā nekrologā neredzam pietiekami vispusīgu un «nākotnē vērstu» — «asi un dziļi domājoša matemātiķa» — Bola darbu analīzi. Diemžēl tur nav pieminēta arī Bola un attiecīgo Ļapunova pētījumu atbilstība.

Teiktais ļauj secināt, ka laikabiedru vidū Bolam diezgan ātri nostiprinājās pirmklasīga zinātnieka reputācija. Sāka iezīmēties tieša, bet reizēm arī «netieša» viņa ideju un iegūto rezultātu apguve.

Pirmais pasaules karš, kas pārtrauca normālus zinātniskos sakarus, slimība, kas pārāgrī aprāva zinātnieka dzīves pavedienu, visbeidzot — jauno matemātiķu paaudžu interešu novirzīšanās abstraktās sfērās, — tas viss aizkavēja, reizēm pat uz ilgu laiku, Bola darbu padziļinātu izpēti un produktīvu izmantošanu. Kad beidzot tas tika paveikts, šo darbu vērtība zinātnes attīstībai atklājās sevišķi spilgtā gaismā.

Bola zinātniskā mantojuma likteņi neietilpst šā raksta ietvaros. Aprobežosimies ar norādi, ka 30. gados efektīvu pielietojumu N. Krilova un N. Bogoļubova veidotajā nelineārajā mehānikā (kas būtiska debess mehānikai un radiotehnikai) guva kvaziperiodiskas funkcijas, bet ilgi «ēnā palikušo»<sup>11</sup> būtisko Bola ieguldījumu stabilitātes teorijā pēdējos gados atsedza un izmantoja M. Kreins un J. Daļeckis, izstrādājot diferenciālvienādojumu teoriju.

Biogrāfi attēlo Bolu kā savai zinātnei absolūti uzticīgu cilvēku, kam sveša patmīlīga godkāriba.<sup>12</sup> Acīmredzot viņš pieskaitāms pie tiem cilvēkiem, kuri, tāpat kā F. Neimans, uzskata, ka «jaunas patiesības atklāšana pati par sevi sniedz lielāko laimi, atzišana tai klāt nevar pielikt gandrīz neko».

No krievu val. tulkojis A. B u i ķ i s

<sup>10</sup> Kneser A., Meder A. Piers Bohl zum Gedächtnis. — Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung, Bd. 33, 1925, S. 25—32.

<sup>11</sup> Sk. mūsu ziņojumu «Роль ученых Советской Украины в освоении идейного наследия П. Боля». — Grām.: Вопросы истории науки и техники Прибалтики. Вильнюс, 1979, с. 107—109.

<sup>12</sup> Mūsaprāt, Bolu labi raksturo šāda viņa biogrāfijas detaļa — neraugoties uz saņemtiem diezgan plašajiem sakariem ar Francijas un Vācijas zinātniekiem, viņš neiestājās ne Francijas, ne Vācijas matemātikajās biedrībās.

## TURAIIDAS PILS SAULES PULKSTEŅI

JĀNIS  
GRAUDONIS

Vissenākie laikrāži, šķiet, bijuši saules pulksteņi. Latvijā līdz mūsu dienām to nonācis visai nedaudz — tie atrodas uz māju sienām, muzeju kolekcijās, dažkārt tos uziet arheoloģiskajos izrakumos. Par Turaidas pils saules pulksteņiem šoreiz stāsta pils arheoloģiskās izpētes vadītājs vēsturnieks J. Graudonis.<sup>1</sup>

Jau vistālākā pagātnē cilvēkiem viņu eksistences nodrošināšana neatliekami prasīja orientēties telpā un laikā. Viņiem palīdzēja dažādas dabas parādības, no tām galvenokārt debess ķermeņi: saule, mēness, zvaigznes.

Šo debess ķermeņu regulārā, noteiktos ciklos atkārtotā atrašanās pie debess velves noteiktās vietās deva pamatu nosacīt savas kustības virzienu (piem., no apmetnes uz zvejas vai medību vietām) vai kāda konkrēta objekta atrašanās virzienu. Saules kustība, mēness fāzes, gadalaiki, diennakts ritms radīja laika jēdzienu. Cilvēkiem izveidojās priekšstats par dažādām laika vienībām — gadu, četriem gadalaikiem, mēnešiem, diennakti. Saules kustības vērojumi saistībā ar citām dabas parādībām (piem., ziedu atvēršanās un aizvēršanās u. c.) veidoja jēdzienu par diennakts iedalījumu mazākās laika vienībās.

Pētnieku vidū nav vienprātības par to, kad, kāpēc un kur tieši radušies mazāku laika vienību mēritāji, ko saucam par pulksteņiem. Šķiet, ka Latvijas PSR teritorijā dzīvojošās tautības līdz 13. gs. pulksteņus nav vēl pazinušas, jo, pētot arheoloģiskos pieminekļus, norādījumi par to pagaidām nav iegūti.

Saules pulksteņi Latvijā ieviesušies no Rietumeiropas. Veseli pulksteņi vai to fragmenti ir atrasti tikai mūra piļu arheoloģiskos izrakumos. Altenes ordeņa pili (Stučkas raj. Seces c.) raksta autora vadītajos izrakumos 1963. gadā (VI inv. nr. 88) uzgāja no plienakmens gatavota saules pulksteņa malas fragmentu, bet 1964. gadā (VI inv. nr. 113) — smilšakmens pulksteņa centra daļu. Veselu no kaula darinātu saules pulksteņi ieguva arheologs M. Atgāzis 1978. gadā Alūksnes pili,<sup>2</sup> fragmentu arī Z. Apala Cēsu pili.<sup>3</sup> Divi saules pulksteņi atrasti Turaidas pils arheoloģiskajos izrakumos. To zinātniskā nozīmība jo lielāka tāpēc, ka tie praktiski ir pilnīgi veseli un noder drošiem zinātniskiem mērījumiem.

Pirmo saules pulksteņi Turaidā ieguva 1979. gadā.<sup>4</sup> To atrada būvgružos bijušā alus brūža telpā (I. att.). Var domāt, ka saules pulkstenis tur bija nokļuvis 17. gs., kad šī telpa pieblīvēta ar būvgružiem, lai augstākā līmenī celtu jaunas apbūves kārtas ēkas.

Saules pulkstenis (inv. nr. 457) izgatavots no sarkaniem māliem. Tā ir 230×230 mm liela, 64—68 mm bieza flīze (sk. krāsu ielikumā augšējo attēlu). Pulksteņa nostiprināšanai

<sup>1</sup> 1983. gadā izdevniecība «Zinātne» laidis klajā J. Klētnieka bagātīgi ilustrēto grāmatu «Saules pulksteņi Latvijā», kurā būs apkopoti un sistematizēti visi līdz šim mūsu republikā atrastie saules pulksteņi.

<sup>2</sup> Atgāzis M. Izrakumi Alūksnes pili. — Zinātniskās atskaites sesijas materiāli... Rīgā, 1979, 15.—17. lpp.

<sup>3</sup> Apala Z. Cēsu arheoloģiskās ekspedīcijas darbs. — Zinātniskās atskaites sesijas materiāli... Rīgā, 1982, 11. lpp.

<sup>4</sup> Graudonis J. Izrakumi Turaidas pilsdrupās 1979. gadā. — Zinātniskās atskaites sesijas materiāli... Rīgā, 1980, 61. lpp.





1. att. Turaidas pilsdrupās atsegta alus brūža telpa, kurā atrasts pirmais saules pulkstenis.

uz pamata diagonāli pretējos stūros flīzei ārpus ciparnīcas apla izveidoti caurumi (augšpusē  $\varnothing$  ap 12 mm, apakšpusē —  $\varnothing$  8 mm), kas piemēroti kalto naglu vai viegli koniskas tapas iedzišanai. Ciparnīcas centra 10 mm diametra caurumā saglabājušās dzelzs ēnas metēja stieniša (gnomona) paliekas.

Ciparnīca veidota, uzvelkot ap 212 mm diametra aploci (augšdaļā renītes platums ap 4 mm). Aplis ar stundu līnijām sadalīts 24 daļās, t. i., 24 stundās. Stundu galvenās līnijas ievilkta kā 4—5 mm, pārējās kā 2,5—4 mm platas renītes. Renīšu izveide ļauj secināt, ka tās iestrādātas jēlķieģeli un nostiprinātas, to apdedzinot. Šķiet, ciparnīcu rotājoša nozīme ir otrai ar 160 mm diametru ievilkta aplocei (renītes platums 1,5 mm, dziļums ap 1,0 mm).

Uz ciparnīcas viegli ievilkti cipari 6, 7, 8, 9, bet to nozīme nav izprotama, jo stundu līniju galos vispār ciparu nav. Katra stundu līnija beidzas ar apaļu bedrīti. Platāko renīšu — stundu pamatlīniju gali iezīmēti ar trim bedrītēm.

No sarkanajiem māliem darinātais saules pulkstenis izgatavots Turaidā uz vietas. Tā mālu masa pēc krāsas un rakstura līdzīga pili izmantoto ķieģeļu masai. Bez tam pili ir atrastas arī citas līdzīga lieluma flīzes.

Pēc izrakumu materiāliem spriežot, pulkstenis var būt izgatavots 15. gs.

Otru no balta plienakmens gatavotu saules pulksteni (inv. nr. 1465) atrada Turaidas pils dienvidu daļā, telpā, kas veidojas pils austrumu aizsargmūra un palasta (pils centrālā celtne) austrumu sienas saejā.<sup>5</sup> Pulksteni atrada būvgružos, kas pieminētajā telpā, šķiet, sabērti 15. gs.

Sis saules pulkstenis (sk. krāsu ielikumā apakšējo attēlu) veidots kā apaļa 61—62 mm bieza ripa ar 290—295 mm lielu diametru. Ciparnīca darināta kā 22—25 mm aplis, kas

<sup>5</sup> Graudonis J. Izrakumi Turaidas pilsdrupās 1980. un 1981. gadā. — Zinātniskās atskaites sesijas materiāli... Rīgā, 1982, 83. lpp.

tāpat kā stundu līnijas norādošo ciparu virsma, paceļas ap 2 mm pāri zemāk nokaltai pulksteņa plāksnes apmalei. Pulksteņa centru iezīmē aploce 40 mm diametrā, pie kuras beidzas stundu līniju iekšējie gali. Šī aploce un stundu līnijas plienakmens plāksnes slipētajā gludajā virsmā iegravētas kā apmēram 1 mm platas 0,5—1,0 mm dziļas gropītes. Leņķi starp atsevišķām stundu līnijām nevienādi. Pēc J. Klētnieka datiem, šāda stundu līniju kļūdaina dalījuma dēļ ar šo pulksteni vietējo laiku varēja nosacīt tikai ar 15—20 minūšu novirzi.<sup>6</sup>

Stundu līnijas apzīmētas ar cipariem: kreisajā pusē 3—12, labajā 1—9. Starp 3. līniju kreisajā pusē un 9. labajā nav ripas apmales pazeminājuma, nav stundu līniju gravējuma. Rūpīgi izkalto ciparu augstums ir 12—18 mm, platums 8—11 mm, tie salasāmi skaidri.

Divas ēnu metēja līgzdas (centrā un pie 12<sup>st</sup> līnijas) norāda, ka te vajadzēja atrasties trīsstūrveida metāla ēnu metējam. Abās ripas pusēs pret 6—8 iestrādātās 15 mm dziļās līgzdas (augšmalā ap 10 mm diametrā) bija domātas pulksteņa nostiprināšanai pie pamatnes.

Tā kā pulkstenis tika atrasts pie palasta, liekas, ka to izmantojuši tieši šī palasta apdzīvotāji (bīskaps).

Ievērojot konstatējamo Turaidas pils plašāko pārbūvi 14.—15. gs. mijā, var domāt, ka jau 15. gs. pulkstenis nokļuvis tā atrašanās vietā, turklāt jau lietošanai nederīgs. Pēc šādiem apsvērumiem pulkstenis var būt izgatavots 14. gs. vai 15. gs. sākumā. Pēc materiāla spriežot, tas gatavots tepat Turaidā.

---

<sup>6</sup> Autors pateicas J. Klētniekam par laipni sniegto informāciju.

## JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ

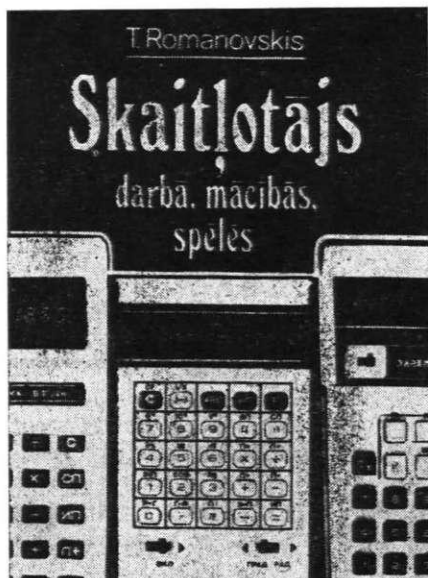
★★ Padomju un franču speciālisti gatavo lidojumam kosmosā ultravioletā diapazona teleskopu ar galvenā spoguļa diametru 80 cm, kas uzbūvēts Krimas astrofizikas observatorijā ar Marseļas kosmiskās astronomijas laboratorijas līdzdalību. Pavadoni ar šo instrumentu paredzēts ievadīt stipri izstieptā eliptiskā orbitā ar apogēju 200 tūkst. km augstumā, t. i., ārpus Zemes radiācijas joslām, kas izraisa traucējumus starojuma uztvērējos.

★★ Gūts vērtīgs — lai arī vēl tikai daļējs — panākums kosmisko gamma uzliesmojumu avotu identificēšanā ar citos staros novērojamiem objektiem. Pārlūkojot 50 gadus vecus tā debess apgabala uzņēmumus, no kura, pēc starptautiska kosmisko aparātu tīkla mērījumiem, 19.11.78 pienācis gamma uzliesmojums, amerikāņu astronoms B. Šefers atradis tajos augstākais 10 minūtes ilga optiska uzliesmojuma pēdas. Pašreiz šajā vietā nav saskatāms neviens objekts ar spožumu līdz 25. zvaigžņlielumam, t. i., praktiski līdz mūsdienu spēcīgāko teleskopu jutības robežai.



### ASTRONOMISKIEM SKAITĻĀJUMIEM PLAŠAS IESPĒJAS

Astronomija nav iedomājama bez matemātiskiem skaitļojumiem. Dažāda veida skaitliski aprēķini jāveic arī, mācoties astronomiju gan vidējās, gan arī speciālajās un augstākajās mācību iestādēs. Aplūkojamo uzdevumu piemērus arvien nācies stipri ierobežot, jo aprēķinu gaitā veicamas daudzas matemātiskas operācijas ar visai lielu zīmīgo ciparu skaitu. Ne velti tautā ir iegājušies lielus skaitļus saukt par astronomiskiem.



Astronomisko uzdevumu risināšanas tehniskās grūtības mūsu dienās ievērojami palīdz pārvarēt ne tikai lielās skaitļošanas centru elektroniskās skaitļošanas mašīnas (ESM), bet arī miniatūrie elektroniskie kabatas skaitļotāji, kas jau visai plaši izplatījušies. Šo skaitļotāju milzīgās praktiskās iespējas vēl ne tuvu nav pilnīgi izmantotas, un dažkārt pat ne apjaustas. Iepazīstināšanai ar kabatas skaitļotāju dažnedažādām iespējām ir veltīta T. Romanovska grāmata «Skaitļotājs darbā, mācībās, spēlēs» (Rīga, «Zvaigzne», 1982. 274 lpp., cena 85 kap.). Autors vispusīgi iepazīstina lasītāju ar daudzveidīgiem padomju mikroskaitļotājiem, parāda, kā ar tiem rīkoties, un piedāvā daudz saistošu uzdevumu, spēļu un eksperimentu.

Autors dažkārt pievērsies arī astronomiskai tematikai. Grāmatā atrodami uzdevumi, kas saistīti ar kalendāra problēmu (kādā nedēļas dienā esi dzimis?), ar aptumsumu atkārtošanos, ar debess ķermeņu kustību (ZMP trases aprēķināšana, Keplera likumu izmantošana, kustība centrālo spēku laukā) u. c.

Tādējādi T. Romanovska grāmatas piemēri var noderēt gan skolas astronomijas kursā, gan arī ārpusklasses nodarbībās ar mikrokalculatoriem.

Leonids Roze

## ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

### 1982./83. GADA ZIEMĀ

Skaidrās bezmēness ziemas naktis ir sevišķi piemērotas visdažādākiem astronomiskiem novērojumiem.

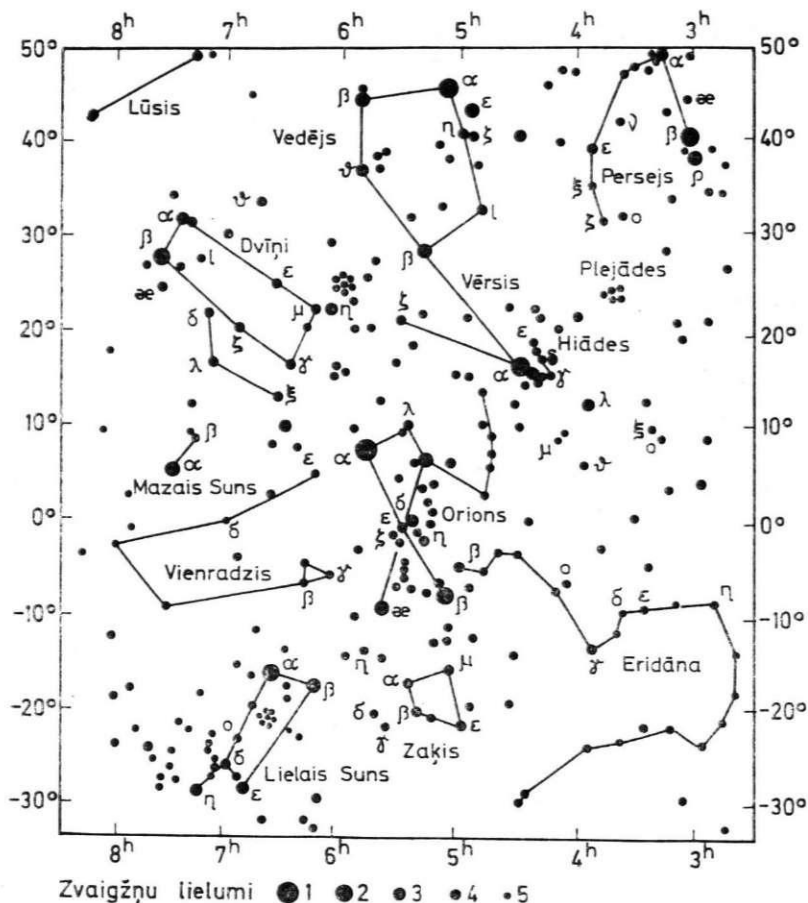
Visu gadu debesīs redzam Lielos un Mazos Greizos Ratus, W-veidīgo Kasiopejas zvaigznāju, Cefeju, bet ziemas mēnešos debess sfēru vēl rotā Perseja, Vedēja, Vērša, Dvīņu, Oriona, Vienradža, Lielā Suņa u. c. zvaigznāji. Cauri nosauktajiem zvaigznājiem kā šaura lente vijas Piena vai Putnu Ceļš, kas gan nav tik krāšņš kā Gulbja, Kasiopejas un Strēlnieka zvaigznājos.

Trīs pirmā lieluma zvaigznes — Betelgeize, Procions un Sīriuss veido t. s. ziemas trijstūri. Isi pakavēsimies pie tām.

Sarkanīgā, relatīvi aukstā Betelgeize (Oriona  $\alpha$ ) ir ļoti spoža, tā atrodas 200 parseku attālumā. Betelgeize ir viena no nedaudzajām zvaigznēm, kuras diametru ir izdevies izmērīt ar interferometru. Atrasts, ka tas ir 450 reižu lielāks nekā Saulei. Ja Betelgeizi noliktu Saules vietā, tā aizpildītu visu telpu tālu ārpus Marsa orbītas. Betelgeize ir pusregulāra mainīgzvaigzne. No savdabīgās spožuma maiņas liknes var izdalīt divas — ar periodiem 180 un 2070 dienas. Interesanti, ka starp spožuma svārstībām un Betelgeizes diametra maiņām novēro sakarību. Spožuma maksimumā zvaigznes diametrs ir minimāls (temperatūra maksimāla), bet minimumā — otrādi.

Lielā Suņa  $\alpha$  ir spožākā debess zvaigzne, tas ir Sīriuss. Sīriuss no Zemes atrodas tikai 2,7 parseku attālumā un attālinās no Saules ar ātrumu 8 km/s. Kā jau tuvai zvaigznei tam ir samērā liela īpatnējā kustība — 1",3 gadā. Sīriusa diametrs ir apmēram 2 reizes lielāks nekā Saulei, tas ir arī divreiz karstāks par Sauli.

Pētot Sīriusa kustību telpā, vācu astronoms un matemātiķis Besels 1844. gadā atklāja, ka zvaigznes kustības trajektorijas projekcija uz debess sfēras ir viļņveida līnija. Besels izteica domu, ka tas ir neredzama pavadoņa iespaids un Sīriuss kopā ar pavadoni riņķo ap kopēju smaguma centru ar 50 gadu periodu. 1862. gadā amerikāņu optiķis Klarks atklāja blakus Sīriusam  $8^m,6$  lieluma zvaigzni, kas maksimāli attālinās no Sīriusa par 11". Tas bija pirmais atklātais baltais punduris, t. i., zvaigzne ar augstu temperatūru un mazu starjaudu. Pavadoņa masa ir gandrīz tikpat liela kā Saulei, bet diametrs ir tikai 3 reizes lielāks nekā Zemei.



1. att. Ziemas zvaigznāji.

Procions (Mazā Saņa  $\alpha$ ) ir viena no spožākajām mūsu debess zvaigznēm. Tā atrodas samērā tuvu, 11 gaismas gadu attālumā, un tuvojās Saulei ar ātrumu 250 km/min. Zvaigznes spožums ir 7,4 reizes lielāks par Saules spožumu. Vienlaikus ar Sīriusa kustības izpēti Besels atklāja Prociona viļņveidīgu īpatnējo kustību. Arī šajā gadījumā Besels izteica domu, ka zvaigznei ir neredzams pavadoņš. 1862. gadā vācu astronoms Auvers aprēķināja neredzamā pavadoņa orbitu, bet pēc 34 gadiem Seberlē Lika observatorijā ieraudzīja šo zvaigzni, kuras eksistence bija paredzēta pirms pusgadsimta. Pavadoņa redzamais lielums ir  $11^m$ , un tas atrodas vidēji  $4''$  attālumā no Prociona. Zvaigznīte izstaro 10 reizes mazāk gaismas nekā Sīriusa pavadoņš, un tādēļ tā ir vēl blīvāka. Prociona pavadoņš arī ir baltais punduris.

Ziemas mēnešos pie debess ar neapbruņotu aci vai ar nelielu tālskati iespējams apskatīt arī citus interesantus objektus.

Katrs, kas interesējas par astronomiju, ir dzirdējis par brīnišķīgo Oriona miglāju un ar to saistīto zvaigžņu grupu — Trapēci. Interesanti, ka šo objektu nejauši atklāja Citazus, 1618. gadā pētot spožu komētu. Oriona miglājs ir jonizēta ūdeņraža mākonis, kuru apspīd Trapēces zvaigžņu ultravioletais starojums. Izrādās, ka Oriona miglājs ir tikai daļa no plaša gāzveida mākoņa, kura masa sastāda 50 000 līdz 100 000 Saules masu. Ar Oriona kompleksu saistās vairāki spēcīgi infrasarkanā starojuma avoti, kas pieļauj domu, ka šeit notiek zvaigžņu veidošanās. Kompleksa iekšienē ir vairāki savdabīgi gāzu un putekļu veidojumi, piemēram, Zirga Galvas miglājs. Padomju astronoms P. Parenago atklāja visas šīs miglāju un zvaigžņu sistēmas griešanas. Blaus un Morgans atrada, ka trīs zvaigznes — Vedēja AE, Gulbja  $\eta$  un Auna 53 ar ātrumu ap 100 km/s attālinās no Oriona kompleksa. Domājams, ka šādu ātrumu zvaigznēm piešķīris grandiozs sprādziens Orionā apmēram pirms 2 500 000 gadiem. Cilvēks ar asu redzi var ieraudzīt Oriona miglāju kā miglainu plankumiņu zem Oriona jostas. Lai redzētu Oriona Trapēci, ir jāizmanto tālskatis vai binoklis.

Vērša zvaigznājā atrodas viena no skaistākajām vaļējām zvaigžņu kopām — Sietiņš jeb Plejādes, kas atrodas 130 parseku attālumā un satur apmēram 130 zvaigznes. Novērotāji parasti saskata kopā 5—6 zvaigznes, bet Keplera skolotājs Mestlins redzēja Plejādēs 11 zvaigznes. Ja aplūkosim Plejādes binoklī, tad redzamo zvaigžņu skaits strauji pieaug. 1859. ga-



2. att. Zirga Galvas miglājs Oriona kompleksā Oriona  $\xi$  tuvumā pēc uzņēmuma, kas iegūts ar Radioastrofizikas observatorijas 1,2 m Šmita teleskopu. N — pa kreisi.





3. att. Hiādes — kopas centrālā daļa ap Vērša  $v_1$  un  $v_2$  pēc uzņēmuma, kas iegūts ar Radioastrofizikas observatorijas 1,2 m Smita teleskopu.

dā atklāja, ka Plejādes ietver gaišs putekļu mākonis. Plejādes uzskata par samērā jaunu zvaigžņu kopu (ap 2,5 milj. gadu vecu), kuras spožākās zvaigznes ir karsti baltie milži ar temperatūru augstāku par  $15\,000^\circ\text{K}$ . Ja Sauli novietotu starp kopas zvaigznēm, tad tā būtu vāja  $10^m$  lieluma zvaigzne. Kopā ir arī aukstākas zvaigznes, bet tajā nav sarkano milžu. Kopas locekles kustās pa paralēlām trajektorijām ar gandrīz vienādu ātrumu.

Blakus oranžajam Aldebaranam grupējas mums tuvākā zvaigžņu kopa — Hiādes, kurā ietilpst ap 100 zvaigžņu. Attālums līdz kopai — 40 parseki. Hiādes sastāv no mazākām un aukstākām zvaigznēm nekā Plejādes. Tajās ir daudz Saulei līdzīgu zvaigžņu un pat daži sarkanie milži. Domājams, ka Hiādes ir samērā veca zvaigžņu kopa, jo to neaptver gāzu miglājs. Kopas locekļiem ir samērā lielas īpatnējās kustības, un tās attālinās no kopējā punkta (tuva Betelgeizei), kas liecina, ka zvaigznes kustas telpā paralēli un ir fizikāli saistītas. Aprēķināts, ka pirms 80 000 gadiem Hiādes ir palidojušas garām Saulei 80 parseku attālumā un pēc 65 miljoniem gadu kopas locekles, kuras mēs tagad labi redzam ar neapbruņotu aci, kļūs par vājām  $12^m$  lieluma zvaigznēm.

## Planētas

*Merkurs* novērojams dienvidrietumos pēc Saules rieta decembrī un janvāra sākumā, ļoti zemu kā  $-0,^{m}4$  spīdeklis.

*Venēra* novērojama janvārī vakaros dienvidrietumu pusē zemu pie apvāršņa kā  $-3,^{m}3$  spīdeklis. Līdz 4. janvārim Venēra būs Strēlnieka, tad Mežāža zvaigznājā, bet 27. janvārī Ūdensvīra zvaigznājā. Februārī un martā Venēru varēs labi novērot vakaros, no 18. februāra līdz 18. martam Zivju zvaigznājā.

*Marss* līdz 13. janvārim saskatāms vakaros Mežāža zvaigznājā. Tā redzamais spožums būs no  $1,^{m}3$  līdz  $1,^{m}4$ . Pēc tam Marss būs redzams Ūdensvīra zvaigznājā, no 18. februāra tas pāries Zivju zvaigznājā.

*Jupiters* būs saskatāms kā  $-1,^{m}3$  spīdeklis no rītiem Svaru zvaigznājā. Janvārī to redzēs dienvidrietumu pusē pirms Saules lēkta pie apvāršņa Skorpiona zvaigznājā. Februārī un martā Jupiteru varēs novērot nakts otrajā pusē Cūskneša zvaigznājā.

*Saturns* gada sākumā novērojams tikai no rītiem, bet martā gandrīz visu nakti Jaunavas zvaigznājā kā  $0,^{m}9$  līdz  $0,^{m}6$  spīdeklis.

*Urāns* visu laiku atradīsies Cūskneša zvaigznājā. No decembra līdz februārim būs redzams no rītiem, bet martā nakts otrajā pusē.

## Mēness

### ☾ Jauns Mēness

14. janvārī	8 <sup>h</sup> 09 <sup>m</sup>
13. februārī	3 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup>
14. martā	20 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup>

### ☾ Pirmais ceturksnis

22. janvārī	8 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup>
20. februārī	20 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup>
22. martā	5 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup>

### ☽ Pilns Mēness

30. decembrī	14 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup>
29. janvārī	1 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup>
27. februārī	11 <sup>h</sup> 59 <sup>m</sup>

### ☽ Pēdējais ceturksnis

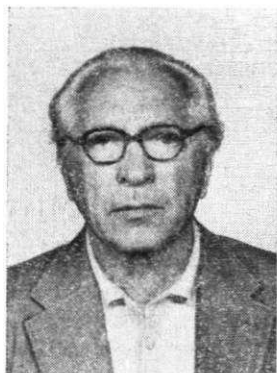
23. decembrī	17 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup>
6. janvārī	7 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup>
4. februārī	22 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup>
6. martā	16 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup>

M. Eglīte

## PIRMO REIZI «ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESI»



**Māriete EGLĪTE** — fiziķe. Pēc LVU Fizikas un matemātikas fakultātes beigšanas strādāja Jūrmalas 4. vidusskolā par fizikas un astronomijas skolotāju, pašreiz — LPSR ZA Radioastrofizikas observatorijas Astrofizikas daļas vecākā laborante. Nodarbojas ar oglekļa zvaigžņu spožuma maiņas pētījumiem.



**Jānis GRAUDONIS** — vēsturnieks, LPSR Zinātņu akadēmijas Vēstures institūta zinātniskais līdzstrādnieks, vēstures zinātņu kandidāts. Pētī Latvijas PSR vēstures agro metālu perioda un agrā dzelzs laikmeta problēmas. No 1976. gada vada Turaidas pils ansambļa arheoloģisko izpēti. Vairāku zinātnisku un populārzinātnisku rakstu un grāmatu autors.

★★ Ja uz divām pēc lieluma līdzīgām kaimiņplanētām — Venēras un Zemes — kopējais ūdens daudzums būtu aptuveni vienāds, Venēras ļoti karstajai un blivajai atmosfērai vajadzētu sastāvēt par trim ceturtdaļām no ūdens tvaika, kamēr patiesībā tas reģistrēts tikai procenta daļu apjomā. Val uz Venēras ūdens bijis daudz mazāk nekā uz Zemes jau pašā sākumā vai arī tas pazudis laika gaitā, tvaika molekulām sašķeloties Saules ultravioletā starojuma ietekmē un to vieglākajai sastāvdaļai — ūdeņraža atomiem — aizplūstot no planētas kosmosā, diezgan drošu atbildi, kā nesen secināts, snieguši jau «Pioneer-Venus-2» («Pioneer-13») maspektrometra mērījumi tieši Venēras atmosfērā 1978. gadā. Konkrēti, smagā ūdeņraža jeb deitērija (D) relatīvais daudzums salīdzinājumā ar parasto izotopu (H) izrādījies nevis tāds kā uz Zemes, bet gan krietni augstāks, kas liecina par šīs gāzes intensīvu aizplūšanu kosmosā un tātad lielu pirmatnējā ūdens zudumu.

★★ 1986. gadā gaidāma unikāla parādība — Haleja komētas atgriešanās (nākamreiz šī komēta parādīsies 2061. gadā). Pirmoreiz zinātnes vēsturē būs iespēja pētīt komētu, sūtot uz to kosmiskos aparātus. Tas ļaus vairāk uzzināt par komētu un Saules sistēmas izcelšanos un evolūciju. «Starptautiskā Haleja komētas sardze» izstrādā svarīgākos virzienus komētas pētījumiem. Pētījumu programmu veido četras daļas: pētījumi no kosmiskiem aparātiem, kas nosūtīti uz komētu; pētījumi no ZMP; pētījumi no lidmašīnām, gaisa baloniem un raketēm; pētījumi no Zemes virsmas.

★★ Publicētas ziņas par Venēras un Haleja komētas izpētes pasākumu VEGA (ВЕГА = Венера + Галактика), ko Padomju Savienība paredz realizēt 1984.—1986. gadā, piedaloties vairāku sociālistisko valstu, Francijas, Austrijas un VFR zinātniekiem. Saskaņā ar pašreizējo plānu automātiskās stacijas startēs 1984. gada decembrī, 1985. gada jūnijā pārlidos Venēru, nogādājot tās atmosfērā pa nolaižamajam aparātam (ne aerostatam, kā tika ziņots agrāk), un 1986. gada martā tiksies ar Haleja komētu, aizdrāžoties tai garām 10 tūkst. km attālumā. Komētu iecerēts novērot ar fototelevīzijas iekārtām un spektrometriem, kas pirmo reizi padomju starpplanētu lidojumu praksē būs uzstādīti uz brīvi grozāmas platformas; ar citiem instrumentiem paredzēts veikt tiešus mērījumus komētas tuvākajā apkaimē. Vēl divus kosmiskos lidaparātus — «Giotto» un «Planet-A» — Haleja komētas izpētei gatavo Rietumeiropas valstis un Japāna.

★★ Haleja komēta, kas patlaban kārtējo reizi tuvojas Saulei un nonāks perihēlijā 1986. gadā, jau pamanīta, lai gan atrodas vēl viņpus Saturna orbītas. Komētas pirmo attēlu, izmantojot ārkārtīgi jutīgu elektronisku gaismas uztvērēju, 1982. gada 16. oktobrī ar Palomāra kalna 5 m spoguļteleskopu ieguvusi E. Danielsona vadīta Kalifornijas tehnoloģiskā institūta astronomu grupa.

★★ Gāzēm, kas sasalušā stāvoklī veido komētu kodolus, bet pēc iztvaikošanas Saules siltuma iespaidā — astes, galvenās spektra līnijas ir ultravioletajos staros, kas Zemes virsmu nerasniedz. Tādēļ 1980. 81. gadā veselās septiņas komētas, dažas no tām visai vājas, novērotas ar pavadoņa IUE (ASV + Rietumeiropa) ultravioleto teleskopu. Spriežot pēc ļoti līdzīgajiem līniju spektriem, šo spīdekļu sastāvs ir praktiski vienāds, un tādēļ var domāt, ka tiem ir arī kopīga izcelšanās. Turpreti nepārtrauktie spektri, ko nosaka cietu vielas daļiņu daudzums un raksturlielumi, izrādījušies diezgan atšķirīgi, norādot, ka dažas komētas ir stipri «putekļainākas» nekā citas.

## JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ

★★ 1982. gada 29. jūlijā saskaņā ar programmu beidzies padomju zinātniskās orbitālās stacijas «Salūts-6» lidojums, kas ilga 4 gadus 10 mēnešus. Kopš 1981. gada 19. jūnija līdz pastāvēšanas beigām tā bija saslēgta ar pavadoni «Kosmoss-1267», kas bija palaists tā paša gada 25. aprīlī, lai izmēģinātu perspektīvas kosmiskās tehnikas elementus un lielu orbitālo kompleksu samontēšanas metodes.

★★ Saskaņā ar PSRS un Indijas valdības vienošanos kopš aizejošā gada septembra J. Gagarina kosmonautu sagatavošanas centrā kopīgam pilotējamam lidojumam gatavojas divi Indijas pilsoņi — R. Malhotra un R. Šarma.

★★ Pirmo ekspluatācijas reisu (pēc četriem izmēģinājumu lidojumiem) 1982. gada 11.—16. novembrī sekmīgi veicis amerikāņu kosmoplāns «Columbia». Izplatījumā tika nogādāti ASV un Kanādas komerciālie sakaru pavadoņi SBS-2 un «Anik-D» kopā ar raķešu pakāpēm PAM-D to nosūtīšanai tālāk uz ģeostacionāro orbitu; neatdalāma platforma ar Zemes dabas resursu izpētes instrumentiem; nelieli standarta konteineri ar iekārtām VFR zinātnieku un amerikāņu vidusskolnieku sagatavotu tehnoloģisko eksperimentu veikšanai. Kosmoplānu pilotēja V. Brands un R. Overmajers, bet ar kravām rikojās Dž. Alens un V. Lenuārs — pirmā četru cilvēku apkalpe, kas devusies ceļā vienā kosmiskajā lidaparātā. Plānotā divu kosmonautu iziešana atvērtaajā kravas telpā (ar nolūku izmēģināt darbariskus pavadoņu remontēšanai orbitā) tika atcelta sakarā ar kļūmēm jauno atklātā kosmosa skafandru funkcionēšanā.

★★ Pirmajā ekspluatācijas lidojumā, kas notika 1982. gada 10. septembrī, degvielas turbosūkņa bojājuma dēļ neveiksmi cietusi Rietumeiropas kosmonautikas pārvaldes (ESA) nesējraķete «Ariane». Rezultātā zudumā gājis Rietumeiropas valstu kopīgi izstrādātais jūras sakaru pavadoņs MARECS-B un Itālijas eksperimentālais sakaru pavadoņs «Sirio-2». Nākošās raķetes starti tagad pārcelti uz 1983. gada aprīli.

★★ Sasniedzot 300 km augstumu un 500 km tālumu, 1982. gada 9. septembrī pirmo sub-orbitālo izmēģinājumu lidojumu sekmīgi veikusi raķete «Conestoga», ko ASV privātā firma «Space Services, Inc.» paredz izmantot kā standarta bloku komerciāli ekspluatējamās kosmiskās nesējraķetes izveidošanai 80. gadu vidū.

## СОДЕРЖАНИЕ

Э. Мукин. Большие спутники Юпитера. НОВОСТИ. У. Дзервитис. Найден третий двойной радиопульсар. З. Алксне. Является ли Вега переменной звездой? А. Балклавс. Еще раз на тему «Солнце и мы». ОСВОЕНИЕ КОСМОСА. Вступила в строй орбитальная станция «Салют-7». (По сообщениям ТАСС.) Э. Мукин. Испытательные полеты «Space Shuttle». В НАШЕЙ РЕСПУБЛИКЕ. Л. Дунцанс, У. Дзервитис, Я.-И. Страуме. Исследования продолжаются (к семидесятилетию со дня рождения Я. Икауниека), Т. Романовскис. Сотрудничество Росток—Рига развивается. УЧЕНЫИ И ЕГО РАБОТА. Я.-И. Страуме. Академик Виктор Соболев. В ШКОЛЕ. И. Фабрикант, Л. Шмит. 7-я республиканская открытая олимпиада по физике. Я. Миезис. Десятая астрономическая олимпиада школьников. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ КЛУБКОВ. А. Буйкис. Через прошлое в будущее. ИСТОРИЯ. Н. Цимахович. Популяризация науки в газете «Дниенас Лапа» во времена Райниса. Ю. Гайдук. П. Бohl и его современники. Я. Граудонис. Солнечные часы Турайдского замка. НОВЫЕ КНИГИ. Леонид Розе. Широкие возможности для астрономических вычислений. М. Эглите. Звездное небо зимой 1982/83 г.

## CONTENTS

E. Mūkins. The Galilean satellites of Jupiter. NEWS. U. Dzērvītis. Third double radiopulsar found. Z. Alksne. Is Vega a variable star? A. Balklavs. Once more on the subject "The Sun and we". SPACE EXPLORATION. Space station "Salyut-7" in action (According to TASS). E. Mūkins. Test flights of the Space Shuttle. IN OUR REPUBLIC. L. Duncāns, U. Dzērvītis, J. I. Straume. Investigations continued (In honour of the 70th anniversary of J. Ikaunieks birthday). T. Romanovskis. The Rostock—Riga cooperation is developing. SCIENTIST AND HIS WORK. J. I. Straume. Academician Victor Sobolev. AT SCHOOL. The seventh open physics olympiad in Latvia. J. Miezis. The tenth pupils' astronomical olympiad. BALL CONSERVATION LAW. A. Buiķis. Through past to future. HISTORY. N. Cimašoviča. Rainis «Dienas Lapa» — popularizer of the science. Yu. Gaiduk. P. Bohl and his contemporaries. J. Graudonis. The sun-dials of Turaida castle. NEW BOOKS. L. Roze. Wide possibilities for astronomical calculations. M. Egļite. Starry sky in the winter of 1982/83.

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО, ЗИМА 1982/83 ГОДА

Издательство «Зиннатне». Рига 1982  
На латышском языке

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 1982./83. GADA ZIEMA

Redaktore *I. Jansone*. Mākslinieciskais redaktors *V. Kovaļovs*. Tehniskā redaktore *I. Zaļaiskalne*.  
Korektore *L. Vancāne*.

ИБ № 980

Nodota salikšanai 02.09.82. Parakstīta iespiešanai 06.12.82. JT 14524. Formāts 70×90/16. Tipogr. papīrs Nr. 1. Literatūras garnitūra. Augstspiedums. 4,25 fiz. iespiedl.; 4,97 uzsk. iespiedl.; 5,47 izdevn. l. Mēitens 2500 eks. Pasūt. 100977. Maksā 25 kap. Izdevniecība «Zinātne», 220018 Rīga, Turgeņeva ielā 19. Iespēsta Latvijas PSR Valsts izdevniecību, poligrāfijas un grāmatu tirdzniecības lietu komitejas Rīgas Paraugtipogrāfijā, 226004, Vienības gatvē 11.





Ostina komēta (Austin 1982g). Uzņēmumu ieguvis I. Jurģītis 1982. gada 5. septembra vakarā ar Riekstukalna Šmita teleskopu zilajā gaismā (ORWO ZU21 fotoplate, ekspozīcija 1 min.).

● Jupitera pavadonis Ganimēds tuvplānā («Voyager-2» uzņēmums): ledus un akmeņu maisījuma veidota virsma, kuras izskatu formējuši gan meteorītu triecieni, gan riekšēji tektoniski procesi. Senais, ar krāteriem bagātais un tumšais apvidus mijas ar jaunāku un gaišāku, kam raksturīgākā reljefa forma ir savdabīgi paralēlu rievu saišķi. Uz Ganimēda sastopami gan relatīvi jauni krāteri, kam saglabājies samērā augsts valnis ar krasu šķautni, gan ļoti veci, no kuriem palicis pāri tikai pavisam līdzens tīrāka un tādēļ gaišāka ledus plankums.



● Attēlā ietverta seno apvidu šķērso daudzas paralēlas lokveida vagas, kuras Ganimēda garozā acimredzot izveidojuši saspieduma viļņi, kad pavadoņa virsmā ietriecies ārkārtīgi liels meteorīts. Sprīezet pēc vagu liekuma, šādi radusies koncentriskā struktūra ir bijusi vēl plašāka nekā jebkurš no trijiem līdzīgiem veidojumiem uz kaimiņpavadoņa Kalisto. Taču līdz mūsu dienām no tās saglabājies tikai fragments — visu pārējo, ieskaitot pašu trieciena vietu, iznīcinājusi virsmas pārveidošanās tektonisku procesu dēļ. (Sk. rakstu 2. lpp.)