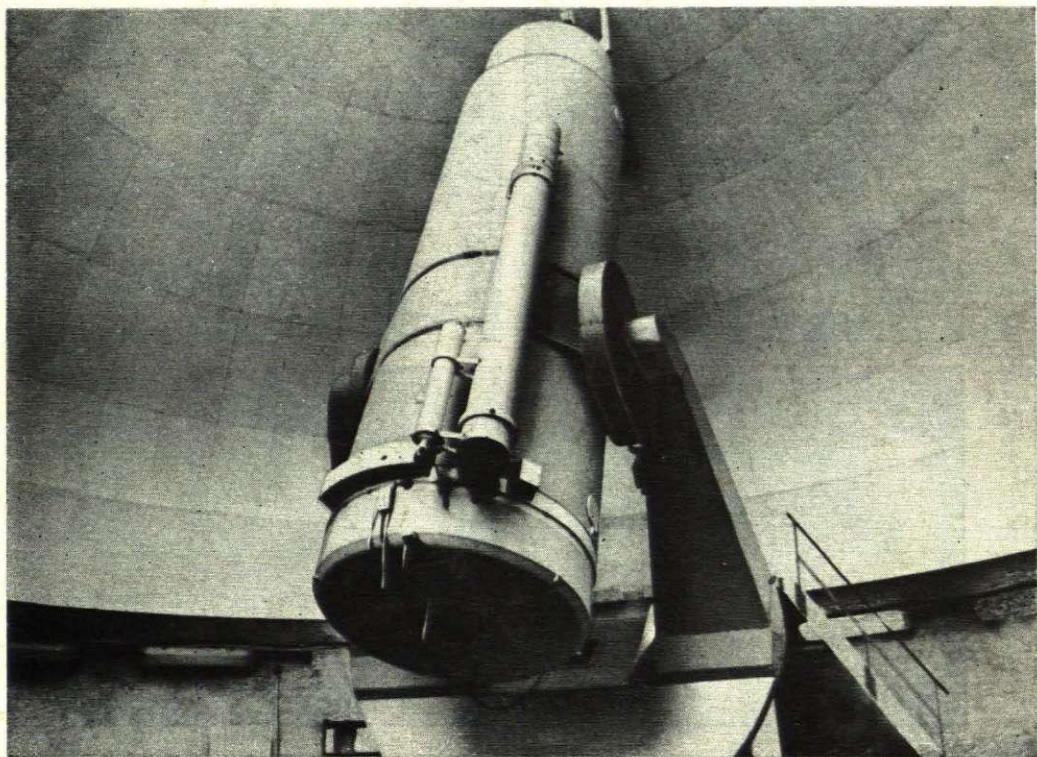


ZVAIGŽNOTĀ DEBESS



Daudzsološs atklājums — atrasti «augsttemperatūras» supravadītāji ● 300 gadu jubileja izcilākajam Ņūtona darbam ● Ko jaunu esam uzzinājuši par komētām ● Lielajā Magelāna Mākonī uzliesmojusi pārnova ● «Energija» — pašlaik pasaulē spēcīgākais kosmosa transportlīdzeklis ● J. Ikaunieka un profesora K. Steina piemiņai veltītās zinātniskās konferences ● Kosmoss mākslā

1987./88.
ZIEMA



Zinātniskajā konferencē «Aukstie milži» (Jūrmala, 1987. gada aprīlis): 1 — PSRS ZA korespondētājloceklis A. Bojarčuks; 2 — profesore A. Maseviča un LVU Astronomiskās observatorijas vadītājs J. Zagars, 3 — profesore K. Barhatova; 4 — profesori I. Koļeņņiks un V. Gorbackis; 5 — Igaunijas PSR ZA akadēmiķis J. Einasto un fiz. un mat. zin. doktors T. Kipers; 6 — PSRS ZA Galvenās astronomijas observatorijas (Pulkovā) direktors V. Abalakovs un Ukrainas PSR ZA Golosejevas observatorijas vadošais zinātniskais līdzstrādnieks M. Orlovs. J. I. Straumes foto.

Vāku 1. lpp.: Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorijas Smita teleskops. J. I. Straumes foto.

ZVAIŽŅNOTĀ DEBESS

LATVIJAS PSR
ZINĀTŅU AKADEMIJAS
RADIOASTROFIZIKAS
OBSERVATORIJAS
POPULĀRZINĀTNISKS
GADALAĪKU IZDEVUMS.
IZNĀK KOPŠ 1958. GADA RUDENS
CETRAS REIZES GADĀ.

1987./88. GADA ZIEMA (118)



REDAKCIJAS KOLĒĢIJA:

A. Alksnis, A. Balklavs (atbild. red.), J. Bīrzvalks (atbild. red. vietn.), A. Buiķis, N. Cimahoviča, L. Duncāns (atbild. sekr.), J. Francmanis, J. Kalniņš, J. Klētņieks, T. Romanovskis, L. Roze, E. Vēbers

Numuru sastādījis
A. Alksnis

Publicēts saskaņā
ar Latvijas PSR
Zinātņu akadēmijas
Redakciju un izdevumu padomes
1987. gada 25. jūnija
lēmumu.



SATURS

A. Petrovs. Gadsimta atklājums . . .	2
Zinātnes ritums	
E. Mūkins. Komētas pēc iepazīšanās tuvplānā	5
B. Rolovs. Triumfa trīssimt gadi . . .	14
Jaunumi	
L. Začs. Pārnova Lielajā Magelāna Mākonī	21
A. Balklavs. Interesanti Saules uzlies- mojumu izpētes rezultāti	25
A. Balklavs. Magnētisko cilpu izstiep- šanas mehānisms Saules atmosfērā . .	28
I. Rudzinska, M. Diriķis. Jaunas ma- zās planētas	29
Kosmosa apgūšana	
Otrā ekspedīcija uz orbitālo staciju «Mir» (pēc padomju preses materiā- liem)	32
E. Mūkins. Nesējraķete «Energija» . .	34
Zinātnieks un viņa darbs	
E. Riekstiņš. Srinivasa Ramanudžans . .	36
Mūsu republikā	
A. Salītis, M. Diriķis. Profesora K. Steina piemiņai veltītā zinātniskā konference	39
J. Freimanis, I. Pundure. J. Ikaunieka piemiņai veltītā PSRS ZA Astronomi- jas padomes biroja sēde Latvijā . . .	41
N. Cimahoviča. Zentas Loginas piemi- ņas izstāde	45
J. Strauhmanis. Pirmais Padomju Lat- vijas kompleksais atlants	49
Skolā	
L. Šmits. Republikas divpadsmitā at- klātā fizikas olimpiāde	50
Skaitļotājs astronomijā	
A. Raudis. Kalendārs — uz displeja . .	55
Konferences, sanāksmes	
J. Nāgelis, D. Šķērse. Zinātniskās pa- domes «Saules—Zemes sakaru fizika» simpozījs Irkutskā	57
Filatēlistiem	
J. Francmanis. Haleja komēta past- markās	60
Amatieru lappuse	
D. Kauliņa, J. Kauliņš. Astronomiskās optikas kopšana	62
Jaunas grāmatas	
Z. Alksne. Dzīvības meklēšana Visumā .	65
M. Nereta. Zvaigžņotā debess 1987./88. gada ziemā	67

GADSIMTA ATKLĀJUMS

ALEKSANDRS
PETROVS

Pasauli aplidojusi sensacionāla vēsts: ir atrastas vielas, kas kļūst par supravadītājiem jau samērā augstā temperatūrā — pat nedaudz virs slāpekļa viršanas temperatūras. LPSR ZA Fizikas institūta vadošais zinātniskais līdzstrādnieks A. Petrovs iepazīstina mūsu lasītājus ar šo izcilo atklājumu.

Sen zināms, ka, pazeminoties temperatūrai, samazinās metālu īpatnējā pretestība, turklāt šī atkarība, grafiski attēlota, ir tuva taisnei, kam jākrusto koordinātu ass absolūtās nulles ($-273,15^{\circ}\text{C}$) tuvumā. Pirms trim gadsimta ceturkšņiem tika atklāts, ka daļai metālu elektriskā pretestība vispār zūd, ja temperatūra kļūst zemāka par noteiktu kritisko vērtību T_c , kas parasti ir daži kelvini (tos ar Celsija grādiem tātad saista sakarība $t^{\circ}\text{C} = -273,15 + T$ K); vielai šajā stāvoklī piemīt tā sauktā supravadītspēja. Cik vilinoši būtu atrast supravadītājus ar pietiekami augstu T_c vērtību — ja nu ne gluži istabas temperatūru, tad vismaz ar tehniski samērā viegli realizējamu, apgūtu vērtību! Šī tā sauktās augsttemperatūras supravadītspējas problēma ir viena no visinteresantākajām fizikas zinātnē un ir ārkārtīgi svarīga praksei.

Šveices fiziķis K. Millers un viņa līdzstrādnieki 1986. gada beigās žurnālā «Zeitschrift für Physik» ziņoja, ka atrastas vielas, kuru $T_c = 36\text{—}38$ kelvini. Amerikāņu zinātnieks S. Ču kopā ar kolēģiem 1987. gada sākumā publicēja datus par supravadītājiem, kuriem $T_c \approx 100$ kelvinu. Lai saprastu šā atklājuma nozīmību, veiksīm mazu ekskursu vēsturē.

Holandiešu fiziķis H. Kamerlings-Onness slavenajā Leidenes laboratorijā 1908. gadā

ieguva šķidro hēliju (viršanas temperatūra $T_v = 4,21$ K) un 1911. gadā atklāja supravadītspēju dzīvsudrabam ($T_c = 4,15$ K). Ar šiem atklājumiem arī aizsākās supravadītspējas pētniecības vēsture, kuru tagad nosacīti var sadalīt trīs posmos.

Pirmajā posmā (1911.—1945. g.) plaši pētījumi netika izvērsti un praksē supravadītājus neizmantoja: šķidrās hēlijs bija dārgs, saņiegtās T_c — visai zemas. Tolaik pazīstamajiem supravadītājiem maza bija arī magnētiskā lauka indukcijas kritiskā vērtība B_c (ja $B > B_c$, supravadītspēja zūd; B_c ir atkarīgs no temperatūras). Pati supravadītspējas būtība palika nenoskaidrota, jo tai nebija pamatotas makroskopiskās un jo vairāk — mikroskopiskās teorijas. Tiešām, zinot to vien, ka vadītāja pretestība līdzstrāvai kļūst neizmērāmi maza (tādēļ arī nosaukums «supravadītspēja»), parādību izprast nevar. Zināms solis uz priekšu šajā ziņā bija Meisnera—Oksenfelda efekta atklāšana 1933. gadā. Šā efekta būtība ir lauka $B < B_c$ «izspiešana» no supravadītāja neatkarīgi no tā, vai vispirms radām lauku un pēc tam padarām vielu par supravadošu vai arī rīkojamies pretējā secībā. Kļuva skaidrs, ka viensakarīgs supravadītājs atšķiras no «ideāla vadītāja», kas lauku «sevi iesaldē» vienmēr. Ja, piemēram, vispirms vadītāju ievietojam laukā, bet pēc tam padarām to par

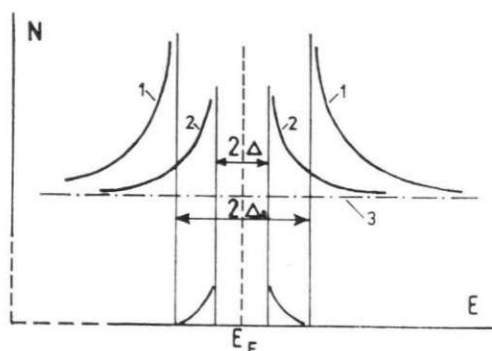
«ideālu», lauks tajā saglabājas; ja darām otrādi, lauks virsmas efekta dēļ vadītājā neieklūst.

Supravadītspējas pētniecības otrajā posmā (1946.—1965. g.) vairs nebija problēma ne šķidra hēlija iegūšana, ne supravadītspējas teorētiskais skaidrojums, ne arī supravadītāju izmantošana praksē. Pirmie apgūtie supravadītāji bija metāli, un metālu elektronu teorija ļāva izskaidrot arī supravadītspēju. Elektronu atgrūžas cits no cita, tomēr tas neierobežo «brīvo» elektronu modeļa izmantojamību. Kad elektronu enerģija kļūst tuva Fermi enerģijai, tie apvienojas pāros, kuriem spins ir vesels skaitlis — nulle, un tāpēc «kondensējas» līdzīgi bozoniem, t. i., daļiņām, kas pakļautas Bozes—Einšteina statistikai. So tā saukto Kūpera pāru izmērs ir liels (ap 10^{-4} cm) salīdzinājumā ar attālumu starp tiem, tāpēc kondensācija jāsaprot nosacīti. Supravadošā metāla elektronu enerģētiskajā spektrā izveidojas sprauga (t. i., aizliegto līmeņu diapazons), kuras platumam ir maksimālā vērtība, ja $T=0$; ja turpretī $T=T_c$, spraugas platumš kļūst vienāds ar nulli.

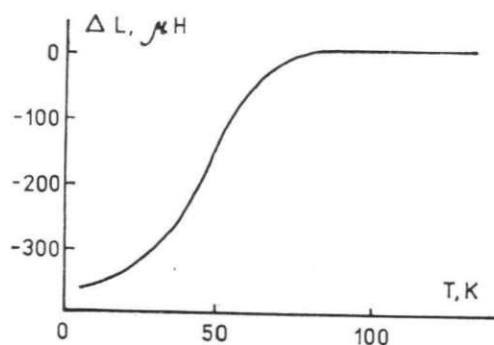
Kāpēc vadītspējas elektroni Fermi līmeņa tuvumā apvienojas pāros? Šī parādība ir tīri kvantisks efekts, un to izskaidroja supravadītspējas mikroskopiskās teorijas (1957. g.) autori Bārdins, Kūpers un Srifers (dažreiz viņu teoriju sauc par BKS teoriju). Elektronu savstarpējās pievilksnās pamatā ir to mijiedarbība ar metāla jonu režģi — kvantu mehānikas valodā runājot, ar režģa svārstību enerģijas kvantiem jeb fononiem (uzskatāmības labad varam iztēloties, ka pāra elektroni nepārtraukti met viens otram fononu kā bumbu). Šādu supravadītspējas mehānismu sauc par fononu mehānismu.

Sešdesmito gadu vidū tika radīti tā sauktie otrā veida supravadītāji — sakausējumi, kuru $T_c \approx 18$ K un $B_c \approx 20$ teslu (T), — kā arī uzbūvēti supravadītājmagnēti laukiem, kuru indukcija sniedzas līdz 10 teslu.

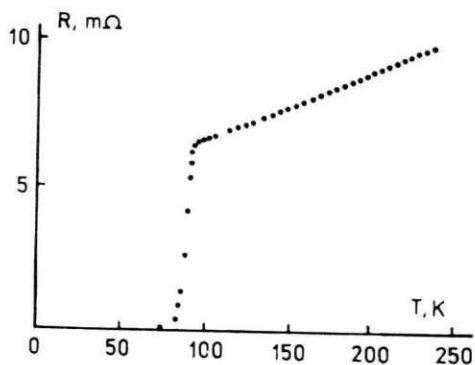
Trešajā supravadītspējas pētniecības attīstības posmā, t. i., pēc 1965. gada, «augsttemperatūras» supravadītāju radīšana izvirzījās kā reāla fizikāla problēma. Tika meklētas «eksotiskas» vielas, kas varētu kļūt par supra-



1. att. Kūpera pāros neapvienoto elektronu sadalījuma funkcijas N atkarība no elektronu enerģijas E ; E_F — Fermi enerģija (tās lieluma kārtā ir 5 eV). Ja $T=0$, spraugai ir maksimāls platumš (likne 1), vienāds ar $3,5 kT_c$ (BKS teorijā; k — Bolcmaņa konstante), parastajiem supravadītājiem ap 0,002 eV, «augsttemperatūras» supravadītājiem ap 0,025 eV (attēla mērogs nav ievērots). Ja $0 < T < T_c$, likne iegūst veidu 2, sprauga sašaurinās, $2\Delta < 2\Delta_0$. Ja $T > T_c$, supravadītspēja izzūd (3). Attēls neilustrē pašus Kūpera pārus, kas izveidojušies no elektroniem, kuru enerģija (nesapārotiem) bija vienāda ar spraugai atbilstošo enerģiju.



2. att. Sistēmā Y—Ba—Cu—O raksturīga un parauga magnētiskajai uzņēmībai χ proporcionāla mērspoles induktivitātes ΔL izmaiņa salīdzinājumā ar induktivitāti tai pašai spolei bez serdes (horizontālā taisne). Lieluma ΔL atkarība no temperatūras liecina, ka virs T_c paraugs ir paramagnētisks, zem T_c — stipri diamagnētisks. Skaitliskās vērtības (μH) attiecas tikai uz konkrēto paraugu (un spoli).



3. att. Tā paša parauga elektriskās pretestības R atkarība no temperatūras, kas tāpat attiecas tikai uz konkrēto paraugu.

vadītājiem, piemēram, tādas, kurās darbotos nevis fononu, bet gan eksitonu (režģa ierosināto stāvokļu) mehānisms, kas Fermi līmeņa tuvumā apvienotu elektronus pāros. Tad T_c varētu būt augstāka. Tomēr aizstāt fononus ar eksitoniem ir viegli tikai uz papīra. Patiesībā tādu objektu kā garu organisko molekulu, metāla — dielektriska robežvirsmi tuvu slāņu, viendabīgo un slāņaino metālisko savienojumu supravadītspējas pētniecība ļāva gan labāk izprast teorētiskos jautājumus, taču eksperimentāli iegūt T_c , kas būtu augstāka par 23,9 K (savienojuma Nb_3Ge plānajam kārtiņām), neizdevās. Tātad supravadītāju pētniecības vēstures gaitā T_c bija pieaugusi piecas sešas reizes, turpretī B_c — simtām reižu (minētajam Nb_3Ge tas ir nedaudz lielāks par 60 T).

Pēc teiktā var secināt, cik sensacionāls ir nesenais «augsttemperatūras» ($T_c \approx 100$ K) supravadītāju atklājums. Dārgās hēlija tehnoloģijas vietā tātad varēs izmantot vienkāršo un labi apgūto slāpekļa ($T_v = 77,35$ K) tehnoloģiju. Daudzas vēl vakar šķietami nereālas inženieriecēres šodien kā pēc burvja mājiņa ir kļuvušas realizējamas. Nekonkretizēsim tās, jo īstenība var izrādīties vēl neticamāka, skaidrāka un varenāka par izdomu. Vienīgi piebil-

disim, ka pašā jaunajā supravadītājā nav nekā eksotiska: tas ir vielu maisījums $Y_2O_3 \cdot BaCO_3 \cdot CuO$, kas ticis pakļauts noteiktai termiskai apstrādei. Tātad tā komponenti ir pavisam vienkārši («viss ģeniālais ir vienkāršs!»). Pastāv daudzi šādu maisījumu varianti, kuru supravadītspēju ir apstiprinājuši neskaitāmi eksperimenti ASV un PSRS, Ķīnā un Japānā, Polijā un VFR. Rezultāti ir reproducējami, kas zinātnē ir vissvarīgākais.

Pagaidām grūti pateikt, vai $Y-Ba-Cu-O$ sistēmas supravadītspēju var izskaidrot BKS teorijas ietvaros. Ticamāk šķiet, ka ne. Tomēr dažas hipotēzes jau tiek izvirzītas, tiesa, pirmām kārtām gan ar nolūku izskaidrot sistēmas $La-Ba(Sr)-Cu-O$ augsto T_c (36—38 K). Pirmkārt, ir konstatēts, ka supravadītspējas nodrošināšanā liela nozīme ir paraugu izgatavošanas tehnoloģijai un termiskajai apstrādei. Otrkārt, visiem paraugiem piemīt daudzfāžu vides īpašības (90% to tilpuma ir struktūra, kas līdzīga K_2NiF_4 , bet 10% ir nenoskaidrota fāze), visi tie ir nehomogēni pēc sastāva, un visi ir polikristāli. Treškārt, mērot magnētisko uzņēmību atkarībā no temperatūras, noskaidrots, ka Meisnera—Oksenfelda efekts gan izpaužas, tomēr tikai par 60—70 procentiem. Tas viss ir pamatā pieņēmumam, ka ļoti nozīmīgi ir efekti, kas saistīti ar valences mainīšanos un retzemju elementa lantāna koncentrācijas fluktuācijām. Iespējams, ka supravadoši pirmām kārtām ir polikristāla graudu robežvirsmām tuvie apgabali. Daži ārzemju autori sliecas domāt, ka attiecībā uz šo vielu klasi augstās T_c vērtības apmierinoši var izskaidrot tradicionālais fononu mehānisms.

Publikāciju autori parasti zīmē divas grafikas — īpatnējās elektriskās pretestības un magnētiskās uzņēmības atkarību no temperatūras, pēc kurām var viegli noteikt, vai pētāmais paraugs ir supravadītājs vai nav. Bet «augsttemperatūras» supravadītspējas vispārējais skaidrojums joprojām nav atrasts. Tāpēc jāveic vēl daudzi gan eksperimentāli, gan teorētiski pētījumi.

Sā gada oktobri kļuvis zināms, ka 1987. gada Nobela prēmija fizikā piešķirta K. Milleram (Sveice) un J. Bednožam (VFR), kas ir autori pirmajai publikācijai par jaunajām augsttemperatūras supravadošajām sistēmām.



KOMĒTAS PĒC IEPAZĪŠANĀS TUVPLĀNĀ

EDGARS
MŪKINS

Haleja komētas un Džakobīni—Cinnera komētas pētījumi ar tām pretim sūtītiem kosmiskajiem aparātiem, nepieredzēti plašie šo un citu komētu novērojumi no Zemes un tai tuvā kosmosa, kā arī jauni teorētiskie pētījumi ir īsā laikā ļoti bagātinājuši mūsu priekšstatus par šāda veida spīdekļiem. 1985./86. gadā iegūtais faktu materiāls tagad ir provizoriski apstrādāts un interpretēts, un līdz ar to kļuvis iespējams novērtēt, kuras līdzšinējās atziņas par komētām ir pareizas, kuras būtiski jākorrigē un kuras jāaizstāj ar jaunām.

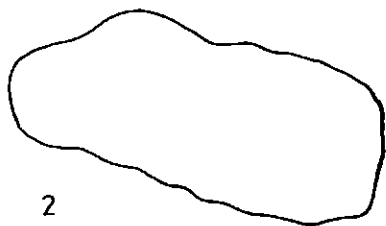
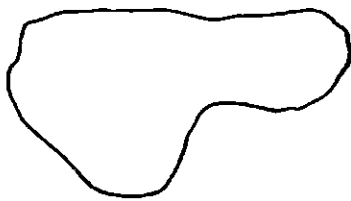
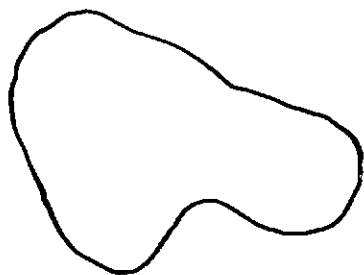
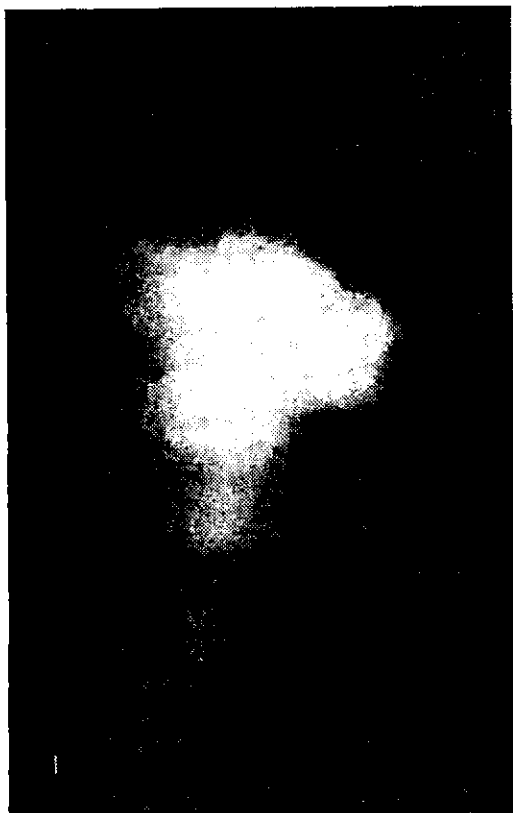
Uzskatos par komētu dabu līdz šim valdīja amerikāņu astronoma Freda Vipla 1950. gadā izteiktā hipotēze, ka komētas kodols ir «netīra sniega pika» — parastā (H_2O), sausā (CO_2) un citu veidu ledus maisījums ar grūtāk kūstoša materiāla piejaukumu. Orbītas perihēlija tuvumā ledus intensīvi iztvaiko un aizrauj sev līdzī kosmiskajā telpā arī siltumizturīgākās vielas puteklītšus, tādēļ ap kodolu izveidojas ļoti plašs retinātas gāzes un putekļu apvalks jeb komētas koma. Saules gaismas spiediens, iedarbodamies uz sīkām vielas daļiņām daudz stiprāk nekā šā ķermeņa pievilksanas spēks, izstiepj komētas putekļu apvalku garā, no Saules promjām vērstā astē. Gāzes molekulas un atomus, kurus ātri vien jonizē Saules ultravioletais starojums un citi kosmiskās vides faktori, tajā pašā virzienā dzen Saules vējš un ar to cieši saistītais starpplanētu magnētiskais lauks. Tā komētām veidojas gan putekļu, gan plazmas astes.

KOMĒTAS KODOLS

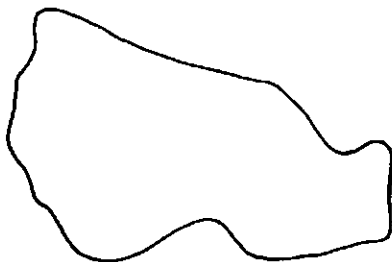
Komētas kodols pat visspēcīgākajā teleskopā saskatāms tikai kā punkts, un šim objektam, kā jau cietam ķermenim, spektrā nav krasu un

nepārprotami interpretējamu līniju, tādēļ priekšstati par komētas galveno komponentu vēl pavisam nesen pamatojās uz netiešu informāciju un teorētiskiem apsvērumiem. Par kodola sastāvu sprieda pēc komas sastāva, tā lineāros izmērus rēķināja gluži vienkārši pēc spožuma, piedēvējot šā ķermeņa virsmai ar putekļiem piesārņota sniega vai ledus atstarotspēju (albedo) — parasti ap 50 procentu. Šādā veidā vērtējot, kodola diametrs Haleja komētai iznāca daži kilometri, Džakobīni—Cinnera komētai — daži simti metru.

1984. gada beigās D. Krūkšenkā vadītā amerikāņu zinātnieku grupa, novērodama tobrīd vēl visai tālo Haleja komētas kodolu ar NASA 3 m infrasarkanā teleskopu, pirmoreiz izmērija šāda ķermeņa siltuma starojumu. Tā kā komētas kodols ir termiskā līdzsvarā (nedz strauji sakarst, nedz strauji atdziest), tas var atdot siltuma veidā tikai tieši tikpat daudz enerģijas, cik saņem, absorbējot Saules gaismu. Tāpat pēc infrasarkanajiem mērījumiem kļuva zināms viss kodola saņemamais Saules enerģijas daudzums (atstarotais+siltuma veidā izstarotais). Tas ļāva uzreiz aprēķināt patieso albedo un līdz ar to — arī kodola vidējo diametru. Rezultāts iznāca pārsteidzošs: Haleja komētas kodols ir



2



3

1. att. Haleja komētas centrālā daļa — atbilstoši novērojumiem no automātiskās stacijas «Vega-2»: 1 — vislabākais «Vegas-2» uzņemtais attēls (no ~8050 km attāluma) sākotnējā izskatā; 2 — no šā attēla aprēķinu ceļā PSRS ZA Kosmisko pētījumu institūtā iegūtie komētas kodola kontūru atveidojumi (publicēti attiecīgi 1986. g. pavasarī, 1986. g. vasarā un 1987. g. sākumā). Redzams, kā aizvien pamatotāku un precīzāku aprēķinu rezultātā pakāpeniski sarūk izcilnis, kura esamības iespaidu radījis spēcīgākais gāzu un putekļu fontāns, bet kodola izmēri kopumā nedaudz pieaug; 3 — kodola kontūru atveidojums, kas no tā paša «Vegas-2» attēla iegūts VDR ZA Kosmisko pētījumu institūtā (publicēts 1986. g. rudenī). (Sākotnējo attēlu pēc visvienkāršākās apstrādes — atšķirīga spožuma aizstāšanas ar dažādām krāsām — sk. «Zvaigžņotās Debess» 1987. gada vasaras numura krāsu ielikumā.)

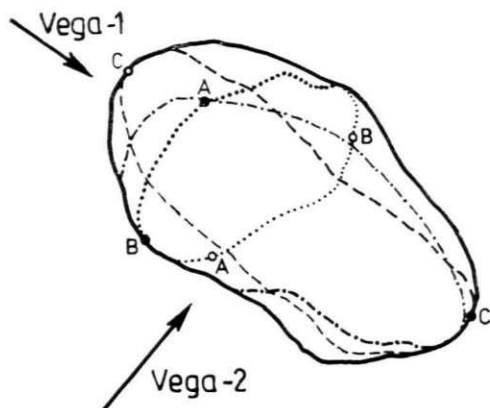
ārkārtīgi tumšs — atstaro tikai 3—5% Saules gaismas, bet tā diametrs var sasniegt 15—20 kilometru! Lai gan nupat izklāstītā paņē-

miena pareizība jau bija pārlicinoši apstiprinājiesies asteroīdu pētījumos (nosakot diametru arī ar daudz tiešāku un precīzāku metodi —

pēc asteroīda izraisītā zvaigznes aptumsuma ilguma), par Haleja komētas kodolu gūtā atziņa kādu laiku palika gandrīz neievērota.

1986. gada martā automātiskās stacijas «Vega-1», «Vega-2» un «Giotto» pārraidīja uz Zemi attēlus, kuros pirmo reizi bija redzama tuvplānā komētas centrālā daļa — kodolu ietverošais telpas apgabals dažu desmitu kilometru diametrā (attiecīgo televīzijas eksperimentu vadītāji — R. Sagdejevs un U. Kellers). «Vega-1» un «Vega-2» lidoja nepilnu 10 000 km attālumā gar Haleja komētas kodola apgaismoto pusi, no kuras Saules siltuma ietekmē izvirda spēcīgi gāzu un putekļu fontāni, ar savu spožumu pilnībā nomākdami šā ķermeņa virsmas gaismu (1. att., 1). Tomēr vēlāk, pēc attēlu fotometrēšanas datiem teorētiski atrēķinot nost, cik nu precīzi iespējams, putekļu «kokona» starojumu, tika pakāpeniski aizvien drošāk un pareizāk restaurēti arī kodola apveidi (1. att., 2, 3). Saskaņā ar 1987. gada sākumā publicēto apstrādes variantu, Haleja komētas kodols ir diezgan izstiepts, tomēr formas ziņā samērā regulārs (bez īpaši lieliem izciļņiem vai iedobēm) ķermenis — 16 ± 1 km garumā un 8 ± 1 km mazākajā diametrā (2. att.).

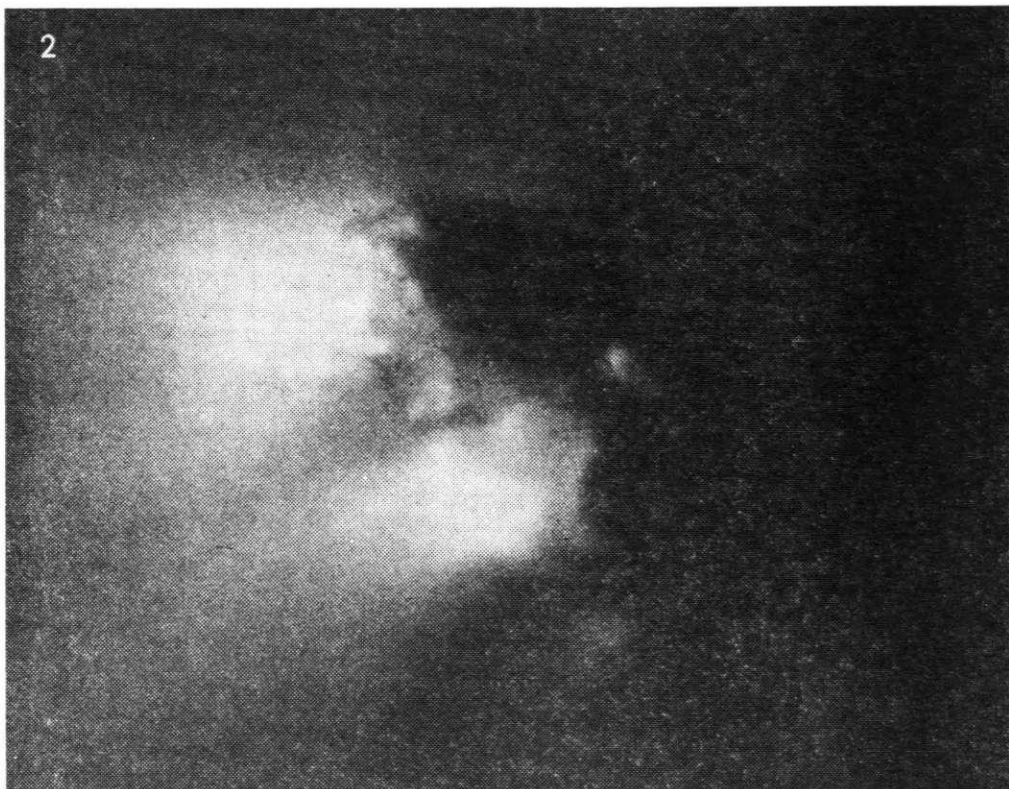
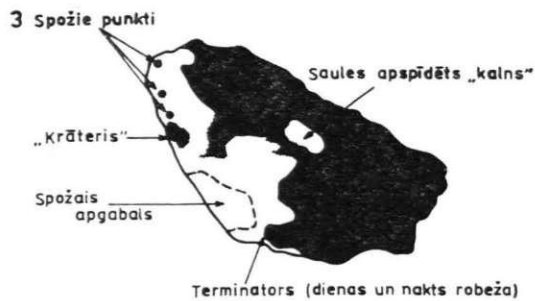
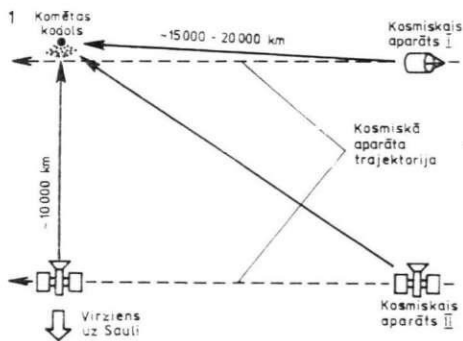
Arī «Giotto» lidoja gar Haleja komētas kodola apgaismoto daļu, bet pa trajektoriju, kas gāja garām šim ķermenim 600 km attālumā. Tādēļ, būdams dažus tūkstošus un desmitus tūkstošu kilometru no ceļamērķa, kosmiskais aparāts vēl atradās citā virzienā no komētas nekā Saule (3. att., 1), un uz Saules pusi izverdošā viela traucēja saskatīt tikai vienu kodola malu. Vēlāk izdevās ieraudzīt arī to (sk. krāsu ielikuma 2. lpp. augšā) — maksimāli palielinot kontrastu attēlu gaišākajās, t. i., putekļu fontānu stipri izgaismotajās, daļās (atrēķināt nost no visas uztvertās gaismas putekļu starojumu vai ar citādiem paņēmieniem būtiski pārveidot uzņēmumus Rietumeiropas speciālisti nemēģināja). Apvienojot visus «Giotto» iegūtos un šādi apstrādātos attēlus, Haleja komētas kodola apveidi, kādi tie izskatījās uzņemšanas rakursā, tika noskaidroti ar vidēji pārsimt metru precizitāti. Pēc 1986. gada rudenī publicētajiem datiem, šā ķermeņa pilnais (ne uz attēla plakni projicētais) garums ir 15,7 km un platums — 8,2 km; tā forma vispārējās vilcienos samērā regulāra, ir



2. att. Haleja komētas kodola formas atveidojums, kas iegūts, vairākos etapos matemātiski apstrādājot automātisko staciju «Vega» pārraidītos komētas centrālās daļas uzņēmumus (1987. g. sākumā publicētais variants). Rotēdams ap asi un acimredzot arī precesedams, kodols laikposmā starp abu padomju automātisko staciju pārlidojumiem bija mainījis orientāciju pret Saules stariem un uzņemšanas virzienu (abos gadījumos vienu un to pašu) gandrīz par taisnu leņķi: pret «Vegu-1» tas bija vērstas ar galu, pret «Vegu-2» — apmēram gareniski. Šis labvēlīgās situācijas dēļ pēc «Vegu» datiem kļuva iespējams novērtēt Haleja komētas kodola izmērus visās trijās dimensijās: virzienā AA — $7,5 \pm 0,8$ km, virzienā BB — $8,2 \pm 0,8$ km, virzienā CC — $16,0 \pm 1,0$ km.

tikai atsevišķi diezgan lieli kalni un krāteri (3. att., 2, 3).

Novērojumi tuvplānā apstiprināja, ka kodola virsma atstaro tikai dažus procentus Saules gaismas un tādēļ sasilst daudz stiprāk, nekā līdz šim tika uzskatīts. Piemēram, kosmisko pētījumu seansa laikā, kad šis objekts atradās 0,8 a. v. attālumā no Saules, tā virsmas temperatūra, pēc «Vegas-1» infrasarkanajiem mērījumiem, bija $75 \pm 20^\circ$ virs nulles. Taču gan komētas gāzu blīvuma mērījumi ar automātisko staciju aparāturu, gan spektroskopiskie novērojumi ultravioletajos staros no planētu mākslīgajiem pavadoņiem (IUE, «Astron», «Pioneer—Venus-1») parādīja, ka tvaika izdalīšanās temps no kodola ir šādai temperatūrai neaizbilstoši zems — vidēji pārdesmit tonnu sekundē (Džakobīni—Cinnera



3. att. Haleja komētas centrālās daļas novērojumi no automātiskās stacijas «Giotto»: 1 — uzņemšanas rakursa veidošanās shēma («Giotto» — kosmiskais aparāts I); 2 — komētas kodola attēls, kas izveidots no 60 labākajiem šā lidaparāta pārraidītajiem uzņēmumiem, iepriekš padarot to gaišākās vietas kontrastainākas nekā īstenībā (publicēts 1986. g. rudenī); 3 — attēla rezdmo detaļu atšifrējums. Kodola garums šajā projekcijā ir 14,9 km, platums — 8,2 km.

komētai — ap fonnu sekundē). Turklāt, kā liecina «Giotto» pārraidītie attēli, tvainks izplūda būtībā tikai atsevišķu spēcīgu fontānu veidā no kādiem 15 procentiem virsmas — no atsevišķiem apgaismotās puses apgabaliem, kuri izskatās gaišāki par apkārtni. Tāpat tumšais materiāls, pirmkārt, ir daudz siltumizturīgāks nekā sniegs vai ledus, otrkārt, veido tikai kodola pašu ārējo slāni un, treškārt, ir apveltīts ar visai zemu siltumvadītspēju.

Visu automātisko staciju (pat «Giotto») trajektorijas tomēr gāja pārāk tālu no Haleja komētas kodola, lai daudzmaz manāmi mainītos tā pievilksanas spēka ietekmē, tādēļ aprēķināt kodola masu visdrošākajā veidā — pēc kosmisko aparātu kustības — nebija iespējams. Novērtēt šo svarīgo parametru varēja, diemžēl — stipri aptuveni, tikai pēc nelielām pašas komētas kustības ātruma izmaiņām, kuras izraisīja uz Saules pusi izverdošo gāzes un putekļu fontānu reaktīvā vilce. Kā aprēķinājis zviedru zinātnieks H.Rikmans, lai šāda negravitācijas spēka iedarbība palielinātu Haleja komētas aprīņošanas periodu ap Sauli par šoreiz fiksētajām četrām diennaktīm, kodolam vajadzētu būt pēc masas līdzvērtīgam 50—130 km³ monolīta ledus (tā blīvums — 0,92 g/cm³). Tā kā faktiskais kodola tilpums, saskaņā ar kosmisko pētījumu datiem, ir vismaz 500 km³, šā ķermeņa vidējais blīvums iznāk tikai $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{4}$ ledus blīvuma, citiem vārdiem sakot, komētas kodols ir tik porains (izņemot varbūt tumšo virskārtu), ka tukšumi tajā aizņem vairāk vietas nekā pati viela.

1985. gada sākumā amerikāņu zinātnieki Z. Sekanina un S. Lārsons, izmantojot iepriekšējā parādīšanās reizē, t. i., pirms 75 gadiem, iegūtos Haleja komētas fotouzņēmumus, pēc regulārām pārmaiņām dažos komas veidojumos secināja, ka kodols rotē ap asi un tā rotācijas periods ir apmēram 53 stundas. Šo rezultātu drīz vien apstiprināja mūsdienu fotometriskie novērojumi no Zemes un sevišķi — no komētai pakāpeniski tuvojošās automātiskās stacijas «Suisei», proti, tika reģistrētas komas spožuma svārstības, kurām bija tieši tāds periods. Visbeidzot, 1986. gada martā mērījumi ar automātisko staciju «Vega» un «Giotto» aparātūru parādīja, ka no komētas izplūstošās putekļu

strūklas maina virzienu tiepā ar ātrumu, kas atbilst kodola rotācijai ar 51—55 stundu periodu.

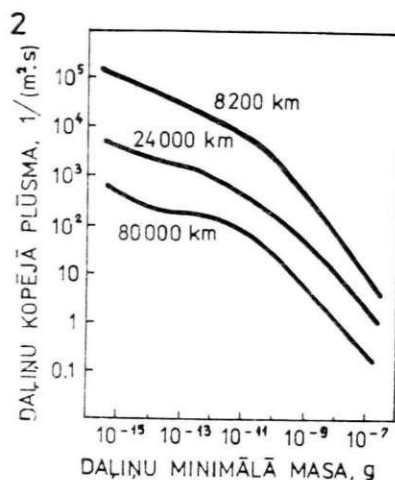
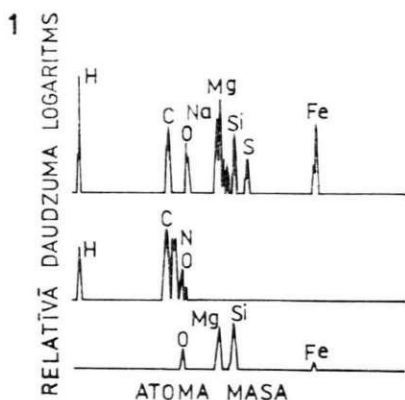
Taču mazliet vēlāk tajā pašā 1986. gada pavasarī amerikāņu astronomi R. Miliss un D. Šlaihers, veidami speciāli šim mērķim domātus fotometriskos novērojumus, neatrada ne mazākās 2,2 diennakšu perioda pazīmes, toties skaidri konstatēja 7,4 diennakšu periodu! Vēlāk izrādījās, ka ar garāko perioda vērtību saskan daži citi jaunākie novērojumi no Zemes, kā arī mērījumi, kas bija izdarīti jau februārī no Venēras mākslīgā pavadoņa «Pioneer—Venus-1» orbītas. Pretrunas novēršanai pašlaik visperspektīvākā šķiet hipotēze, ka Haleja komētas kodols ne vien rotē, bet arī strauji precesē, t. i., tā griešanās ass apraksta tiepā konisku virsmu. Turklāt pēc teorētiskiem aprēķiniem iznāk, ka šādas formas ķermenim jāprecesē nevis ar garāko, bet gan ar īsāko no abiem minētajiem periodiem un leņķim starp rotācijas un precesijas asīm jābūt ap 77 grādiem. Ja šāda situācija patiešām pastāv, tad, atkarībā no novērošanas vietas un laika mainoties komētas skatīšanas rakursam, fotometriski un citādi konstatējams var kļūt te viens, te otrs periods.

Tādējādi kopvērtējumā var sacīt, ka Haleja komētas jaunākie pētījumi ļoti paplašinājuši un vairākos aspektos stipri pārveidojuši mūsu priekšstatus par komētu kodoliem, tomēr pamatēze — ka šāds ķermenis ir «netīra sniega pika» — palikusi neskarta.

KOMĒTAS KOMA

Līdz pat pēdējam laikam priekšstati par komētas komu pamatojās uz ilggadējiem novērojumiem parastajā gaismā no Zemes un daudz īslaicīgākiem (kopš 1970. gada), taču visai informatīviem novērojumiem citos starojuma diapazonos no orbītas ap Zemi.

Pēc spektroskopiskiem pētījumiem ultravioletajos staros ar OAO sērijas pavadoņiem un pēc citiem datiem bija zināms, ka komētu komās ir daudz ūdeņraža (H) un hidroksila (OH) — tieši to vielu, kuras rodas, Saules ultravioletajam starojumam sašķeļot ūdens molekulas. Nejonizētās



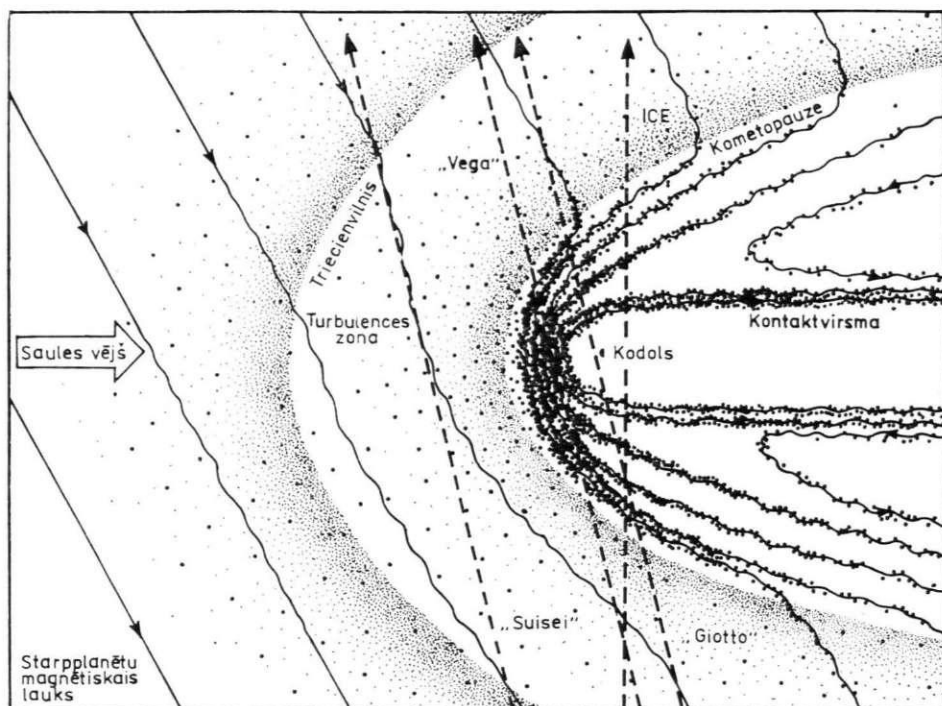
4. att. Haleja komētas putekļu apvalka raksturlielumi — atbilstoši kosmisko aparātu tiešajiem mērījumiem komētas komā: 1 — triju «Giotto» sastapto un sadursmē iztvaikojušo putekļu vielas masspektri; 2 — «Vegas-2» sastapto putekļu daudzums atkarībā no to masas (precīzāk, tādu putekļu daudzums, kuru masa ir vienāda vai lielāka par attiecīgo vērtību) dažādā attālumā no komētas kodola.

un nesašķeltās tvaika molekulas pirmoreiz izdevās konstatēt 1985. gada decembrī, kad ar NASA Koopera observatorijas (speciāli pār-būvēta lidmašīna) teleskopu Haleja komētas infrasarkanajā spektrā tika nepārprotami reģistrē-tas vairākas atbilstošas emisijas joslas. 1986. ga-da martā tajā pašā komētā ar «Vegas-2» infra-sarkano spektrometru tika konstatēta nejonizētā ogļskābā gāze (CO_2), kuras gan izrādījās diez-gan maz — tikai 2–3% ūdens tvaika dau-dzuma. Tvana gāzes (CO), spriežot pēc novē-rojumiem ultravioletajos staros no pavadoņa IUE un augstlidojuma raketēm, tofies bija visai daudz — līdz 20% ūdens tvaika dau-dzuma. Turpretī nekādas metāna (CH_4) pēdas nedz spektroskopiski, nedz tiešu mērījumu ceļā atrast neizdevās. Tādējādi Haleja komētas komas pētījumu gaitā pirmo reizi novērojumu ceļā pierādīts, ka kodola (vismaz tā viegli kūstošās vielas) galvenā sastāvdaļa ir parastais ledus, otro vietu ieņem saussais ledus, bet citu sasalušu gāzu tikpat kā nav.

Tā kā cietai vielai daudzmaz precīzi un vien-nozīmīgi atšifrēt ķīmisko sastāvu pēc spektro-skopijas datiem vien praktiski nav iespējams,

agrāk uz teorētisku apsvērumu un dažu novē-rojumu pamata uzskatīja, ka komētu putekļi ir visumā analogiski meteorītos sastopamajām oglekļa hondrītu daļiņām. Taču ar automātiska-jām stacijām «Vega» un «Giotto» veiktie mē-rījumi parādīja, ka Haleja komētas putekļu sastāvs patiesībā ir nesalīdzināmi daudzveidī-gāks. Tiesa, sastopamas gan oglekļa hondrītus, gan silikātiežus, gan parastā un sausā ledus maistjumu atgādinošas daļiņas, tomēr vairumam putekļu dažādu atomu proporcijas ir tādas, ka neatbilst nevienam mums pazīstamam minerā-lam vai citam daudzmaz parastam cietam ma-teriālam (4. att., 1); iespējams, ka daļu putekļu (daudz H, C, N, O saturošos) pat veido organiskas vielas. Taču, triekdamās pret instrumentu ar ātrumu ap 75 km/s, visas cietās daļiņas ne vien momentā iztvaikoja, bet arī sadalījās atsevišķos atomos, pēc kuru relatīvā daudzuma vien atminēt sākotnējo vielu vairumā gadījumu pietiekami droši nevar.

Haleja komētas komā pavisam negaidīti atklājās daudz putekļu, kuru masa ir 10^{-15} g un vēl mazāk (4. att., 2) un kuriem, saskaņā ar teoriju, Saules gaismas spiediena iedarbībā



5. att. Komētu mijiedarbība ar Saules vēju — atbilstoši kosmisko aparātu tiešajiem mērījumiem Džakobīni—Cinnera komētas (ICE) un Haleja komētas («Vega», «Giotto», «Suisei») apkaimē.

komētai (triecienvilņa attālums no kodola — 1 000 000 km utt.). Atklājās arī, ka vismaz dažiem veidojumiem skaitliskie raksturlielumi laika gaitā stipri mainās, piemēram, «Vegai-1» nācās šķērsot apmēram 10 000 km biezu triecienvilni, «Vegai-2» trīs diennaktis vēlāk — gandrīz desmit reizes biezāku.

«Vega-1», «Vega-2» un «Giotto» nepārprotami reģistrēja arī nākamo robežslāni — kometopauzi, turklāt izrādījās, ka tur krasi mainās ne vien Saules vēja ātrums, bet arī plazmas sastāvs. Proti, tikai 10 000 km garā posmā protonus lielākoties nomainīja no komētas nākušie un Saules vēja magnētiskajam laukam piesaistījušies relatīvi smagie joni (sk. krāsu ielikuma 3. lpp.). Visbeidzot, «Giotto» vidēji 4300 km attālumā no kodola šķērsoja arī kontaktvirsmu starp tīrajām un Saules vēja piesārņotajām komē-

tas gāzēm, ar šo robežu praktiski sakrītošos magnētiskā lauka intensitātes līniju saišķus un magnētiski neitrālo slāni.

Tātad Džakobīni—Cinnera un Haleja komētas kosmiskie pētījumi kopumā apstiprināja pastāvošos priekšstatus par šādu objektu mijiedarbību ar Saules vēju, taču detaļās lika ieviest dažus diezgan būtiskus labojumus un papildinājumus.

PAR TURPMĀKO PĒTĪJUMU PERSPEKTĪVĀM

Tā kā zinātnē par komētām iestājies kosmisko pētīšanas metožu laikmets, cerības iegūt principiāli jaunus faktus ar tradicionālajiem paņēmie-

Haleja komētas mūsdienu novērojumu hronoloģija

Datums	Novērojumu īpašās iezīmes	Tehniskais līdzeklis
1982. g. 16.X	Pirmie novērojumi redzamajā gaismā	Palomāra kalna 5 m spoguļteleskops (ASV)
1984. g. 20.XII	Pirmie novērojumi infrasarkanajos staros	Maunakeas 3,8 m spoguļteleskops (Anglija)
1985. g. 1.IV	Pirmie novērojumi ultravioletajos staros	Pavadoņa IUE 45 cm teleskops (ASV + Rietumeiropa)
1985. g. 22.VIII	Pirmie novērojumi radioviļņos	Nansē radioteleskops (Francija)
1986. g. 6. un 9.III	Pirmie novērojumi tuvplānā (ap 10 000 km), pirmie tiešie mērījumi komā un triecienviļņa zonā	Automātiskās stacijas «Vega-1» un «Vega-2» (PSRS + citas valstis)
1986. g. 13.III	Pirmie novērojumi ciešā tuvplānā (ap 1500 km), pirmie mērījumi komas iekšdaļā (ap 600 km)	Automātiskā stacija «Giotto» (Rietumeiropa)

niem vairs nav lielas, un daudzsološākās perspektīvas tagad saistās pirmām kārtām ar turpmākajiem kosmiskajiem eksperimentiem. Ļoti nozīmīga būtu kodola vielas analīze turpat uz vietas (vai pēc atgādāšanas uz Zemi) un citi ar nolaižamajiem aparātiem veicami tiešie pētījumi, sliktākā gadījumā kaut vai tikai kodola optiskie novērojumi no maza attāluma laukos, kad to nemaskē biezs putekļu apvalks. Diemžēl pagaidām no visiem nākotnes projek-

tiem komētu pētīšanai ar kosmiskajiem aparātiem gatavojas īstenot tikai vienu, daudz pieticīgāku — «Giotto» lidojumu vēl kādas komētas virzienā, trajektorijas mainīšanai izmantojot Zemes pārlidojumu 1990. gada jūlijā. Par varbūtiskāko ceļamērķi pašlaik izvirzījusies Griga—Skjellerupa komēta, kuru kosmiskais aparāts veiksmes gadījumā varētu sasniegt un pētīt ar darbspēju saglabājušajiem instrumentiem 1992. gadā.

PĒC TIKSANĀS AR KOMĒTU ★★ PĒC TIKSANĀS AR KOMĒTU

★★ Padomju automātiskās stacijas «Vega-1» un «Vega-2» pēc tikšanās ar Haleja komētu, lai arī pusi Saules bateriju jaudas zaudējušas, turpināja regulāri mērīt starplanētu vides raksturlielumus. Sakari ar tām izbeidzās tikai 1987. gadā.

★★ Padomju automātiskās orbitālās observatorijas «Astron» ultravioletais teleskops, ar kuru Haleja komēta bija novērota 1985. gada decembrī (sk. rakstu «Zvaigžņotās Debess» 1987. gada pavasara numurā), tika izmantots šā spīdekļa pētīšanai arī 1986. gadā no aprīļa līdz jūlijam.

TRIUMFA TRĪSSIMT GADI

BRUNO
ROLOVS

Fizikas nozari, kas pēta mehānisko kustību, — mehāniku daudzos gadsimtos pa kripatiņai vien veidojuši dažādu tautību, dažādu raksturu un arī dažādu spēju zinātnieki. Beidzot bija pienācis tāds brīdis, kad likās — viss it kā būtu zināms, trūkst tikai sistēmas, noteiktas kārtības. Šo sakārtotāja godu ieguva slavenais angļu fiziķis Izaks Ņūtons, savā darbā «Dabas filozofijas matemātiskie principi» apkopodams visu vērtīgo, kas jau bija zināms, un pievienodams tam arī paša izvirzītās idejas un likumus. 1987. gadā aprit 300 gadu kopš šā ģeniālā darba iznākšanas.

... pats sev es šķietu tikai zēns, kas rotājās jūras krastā un aizraujas ar laiku pa laikam atrastu īpaši krāsainu vai plakanu oļi vai sevišķi skaistu gliemežnīcu, kamēr lielais pafiesības okeāns plešas manā priekšā pavisam neizpētīts.

Izaks Ņūtons

Šķiet, ka dabaszinātņu vēsturē grūti atrast sacerējumu, kas nozīmes ziņā būtu pielīdzināms izcilā angļu zinātnieka Izaka Ņūtona darbam «Dabas filozofijas matemātiskie principi» (turpmāk — «Principi»). Tas pirmo reizi publicēts latīņu valodā 1687. gadā. Šī grāmata apkopoja un vispārināja visu, kas vairākos gadu tūkstošos bija uzzināts par vienkāršajām matērijas kustības formām. Tajā harmoniski iekļāvās Aristoteļa, Ptolemaja, Kopernika, Galileja, Keplera un Dekarta idejas un darbi.

Ņūtona mācība par telpu, laiku, masu un spēku deva vispārīgu shēmu jebkuru uzdevumu risināšanai mehānikā, fizikā un astronomijā. Ņūtona piedāvātā un iztirzātā debess un Zemes mehānikas sistēma, kas sasniedza kulmināciju ar vispasaules gravitācijas likuma atklāšanu, aizrāva visu zinātņi, lika tai iet pa jaunu ceļu. Ņūtona izstrādātā sistēma ir pamatā visai klasiskajai fizikai, kuras attīstība ilga gandrīz līdz pat mūsdienām. Radās klasiskā mācība par skaņu, siltumu, par vielas stāvokļiem, plašas lietišķās fizikas nozares, kuras lika pamatus mūsdienu tehnikai. Daudziem zinātniekiem pat šķita, ka «Principi» ir pēdējais sasniegums, uz kuru var un vajag balstīt visu zinātnes celtni.

Daļēji tas patiešām arī apstiprinājās. Deviņpadsmitajā gadsimtā Ņūtona sistēmu papildināja dižo angļu Maikla Faradeja (1791—1867) un Džeimsa Maksvela (1831—1879) mācība par elektrību un magnētismu. Gadsimta nogalē un vēl mūsu gadsimta sākumā klasiskā fizika visur centās realizēt elementāro masu (elektronu, atomu, molekulu) shēmu, kurā šīs masas mijiedarbojas ar gravitācijas un elektromagnētisko spēku starpniecību. Tā, papildinot klasisko mehāniku, akustiku, siltuma teoriju, tika izveidota klasiskā optika, kuras pamatā bija elektromagnētisms. Deviņpadsmitā gadsimta beigās šķita, ka programma, kura vispārīgā veidā tika izvirzīta «Principos», ir gandrīz izpildīta.

Ne velti slavenais franču matemātiķis Žozefs Lagranžs (1736—1813) savā laikā teica, ka Ņūtons ir ne tikai lielākais, bet arī vislaimīgākais ģēnijs, jo pasaules sistēmu var radīt tikai vienu reizi. Laime Lagranža skatījumā izpaudās tajā apstākļī, ka Ņūtona sistēma bija vienīgi pareizā un veidoja mūžīgu, nesatricināmu patiesību. Protams, tagad, 300 gadu pēc «Principu» publicēšanas, mēs daudz ko uztveram citādi nekā tolaik.

TĀDS BIJA SĀKUMS

Ritēja 1684. gads. Kādā Londonas kafējnīcā satikās trīs slavenības: astronoms Edmonds Halejs, arhitekts Kristofers Rens un fiziķis Roberts Huks. Pirms kāda gada Halejs, izmantojot Keplera likumus, bija atklājis, ka gravi-

fācijas spēks starp diviem ķermeņiem ir apgriezti proporcionāls to savstarpējā attāluma kvadrātam. Neraugoties uz to, viņam nekādi neizdevās parādīt, ka planētas kustas pa eliptisku trajektoriju. Rens ieteica izsolīt nelielu prēmiju tam, kurš pierādīs, ka tieši šāda veida kustība izriet no Haleja atklājuma. Visi trīs bija pārliecināti par šīs idejas pareizību, taču pierādīt to nespēja neviens. Atlika griezties pie slavenā Izaka Ņūtona. Tā paša gada augustā Halejs Kembridžā tikās ar Ņūtonu. Ņūtons teica, ka šāds pierādījums viņam ir zināms, un solīja nosūtīt Halejam attiecīgi sagatavotu rokrakstu. Novembrī Halejs to jau saņēma un, saprazdams šā darba lielo nozīmi, tūlīt dodas atkal uz Kembridžu, lai pierunātu Ņūtonu to publicēt. 1684. gada 10. decembrī Halejs ziņoja Londonas Karaliskajai biedrībai, ka drīzumā Ņūtons piesūtīsot ļoti svarīgu apcerējumu — «Par kustību». 1685. gada februārī Karaliskā biedrība to patiešām saņēma, taču Ņūtons nevēlējās šo darbu publicēt biedrības žurnālā. Viņš tikai lūdza to reģistrēt, lai katram gadījumam saglabātu prioritāti. Šķita, ka Ņūtons nesteidzās vēstīt sabiedrībai par saviem sasniegumiem. Viņš turpināja strādāt.

Jau nā iecerētā darba pirmā grāmata (daļa) bija sagatavota tikai apmēram pēc gada. Šajā laikā Ņūtons ilgstoši uzturējās savā lauku īpašumā Vulstorpā. Bet Karaliskajā biedrībā ar lielu nepacietību gaidīja viņa darbu. Un beidzot biedrības 1686. gada 28. aprīļa sēdes protokolā parādās ieraksts: «Doktors Vinsents nodod cienījamā Ņūtona manuskriptu ar nosaukumu «Principia mathematica philosophiae naturalis» («Dabas filozofijas matemātiskie principi»), kurā dots matemātisks pierādījums Kopernika hipotēzei tādā veidā, kā to izvirzījis Keplers, un visas debess ķermeņu kustības izskaidrotas, izmantojot vienu vienīgu pieņēmumu par pievilksanos uz Saules centru, kuras spēks ir apgriezti proporcionāls attāluma kvadrātam.»

Karaliskās biedrības 1686. gada 19. maija sēdē nolemj Ņūtona sacerējumu iespiest par biedrības līdzekļiem. Halejam uzdeva uzraudzīt šo pasākumu. Tomēr izrādījās, ka biedrībai trūkst nepieciešamo līdzekļu, un beidzot darba izdošanu apmaksāja Halejs pats. «Principi»



parādījās iespiestā veidā 1687. gada vidū. Tātad 1987. gadā apritēja 300 gadu kopš šā ievērojamā darba publicēšanas.

KAS BIJA PIRMS TAM

Lai labāk izprastu «Principu» vietu mūsdienu dabaszinātnēs, ir lietderīgi īsumā pastāstīt, kādi uzskati par mehānikas, astronomijas un gravitācijas likumiem valdīja pirms šā darba parādīšanās. Par zinātnisku pieeju minētajiem jautājumiem var runāt tikai pēc Kopernika (1473—1543) atklājumiem, kas deva iespēju pāriet no vairāk nekā tūkstošgadīgās Ptolemaja ģeocentriskās sistēmas uz heliocentrisko pasaules sistēmu. Ārēji šķietami sarežģītajā planētu kustībā tika ieviesta zināma kārtība un relatīva vienkāršība. Tāpēc arī varēja tikt formulēts mehānikas uzdevums attiecībā uz planētu kustības likumiem.

Kad Ņūtons sāka gatavot izdošanai savus «Principus», bija pagājis turpat pusotra gadsimta kopš Kopernika grāmatas «Par debess sfēru griešanos» iznākšanas (1543. g.). Šai laikā paveikts bija daudz. 1609. gadā Keplers publicēja divus empīriskus Saules sistēmas planētu kustības likumus, kurus viņš bija atklājis, apstrādājot galvenokārt T. Brahes pētījumus par Marsa kustību. 1. likums: katra planēta kustas pa elipsi, kuras vienā fokusā atrodas Saule; 2. likums (t. s. laukumu likums): līnija, kura savieno Sauli ar planētu (planētas rādiusvektors), vienādos laika intervālos apraksta vienādus laukumus. 1619. gadā Keplers publicē vēl 3. likumu — planētu riņķojuma periodu kvadrātu attiecība ir vienlīdzīga ar šo planētu orbītu lielo pusasu kubu attiecību.

Keplera atklātie likumi deva reālu pamatu Saules sistēmas debess ķermeņu mehānikas izstrādei. Turklāt tie izrādījās negaidīti precīzi, jo pat mūsdienās, kad pastāv daudz pilnīgākas pētīšanas metodes, konstatētas tikai niecīgas novirzes no tiem. Tālāk Keplers skaidri un

konkrēti formulēja astronomijas uzdevumu — noskaidrot, kādiem jābūt vispārīgākiem dabas likumiem, lai to rezultātā realizētos šie planētu kustības likumi. Intensīva darba rezultātā pats Keplers nonāca samērā tuvu patiesībai. Viņš atzina, ka planētu kustības cēlonis ir Saule: jo tālāk planēta no Saules, jo lēnāk tā kustas, turklāt Saule griežas ap nekustīgu asi tajā pašā virzienā, kā kustas planētas, tās it kā aizraujot kustībā sev līdzī. No Saules pa taisnām līnijām izplatās spēks, kas liek planētām kustēties vienkopus. Planētu dažādos riņķojuma periodus Keplers izskaidro ar to, ka palielinoties attālumam no Saules, samazinās tās pievilkšanās spēks. Gaismai un Saules iedarbības spēkam, saskaņā ar Keplera idejām, ir daudz kā kopīga un vienlaikus arī daudz atšķirīga. Gaismu izstaro virsma, un gaismas intensitāte mainās apgriezti proporcionāli attāluma (rādiusa) kvadrātam. Spēks, kas nāk no Saules, pēc Keplera domām, ir apgriezti proporcionāls attālumam. Tā bija kļūda, jo, kā tagad zināms, arī šis spēks ir apgriezti proporcionāls attāluma kvadrātam. Bez tam Keplers domāja, ka no Saules izejošais spēks darbojas tikai tajā plaknē, kurā kustas planētas, un netiek «nelietderīgi» patērēts citos virzienos.

Savā pamatdarbā «Jaunā astronomija jeb debesu fizika» (1609. g.) Keplers iztīrīja arī jautājumu par smaguma spēku (gravitāciju). Pēc viņa domām, gravitācija ir līdzīgu ķermeņu tendence savienoties un tā savā ziņā atgādina magnētisko pievilkšanos. Ja divi ķermeņi atrodas tādā vidē, kur nedarbojas citi spēki, tad tiem pievilkšanās rezultātā vajadzētu savienoties līdzīgi magnētiem. Zemes un Mēness pievilkšanās spēka izpausmi Keplers saskata paisuma un bēguma parādībā. Šajās un līdzīgās Keplera nojautās un minējumos nav grūti saskatīt vēlākos Ņūtona uzskatus un atziņas.

Ņūtona uzskatu veidošanos ietekmējis ne vien Keplers, bet arī slavenais itāļu fiziķis un astronoms Galileo Galilejs (1564—1642) — racionālās mehānikas, t. i., mācības par kustību spēka ietekmē, pamatlicējs. Galilejs bija kustībā saskatījis pašu galveno: ja uz ķermeni neiedarbojas nekāds spēks, tad tas atrodas miera stāvoklī vai vienmērīgā kustībā. Bez tam viņš formulēja arī otru svarīgu mehānikas likumu:

ja uz kustībā esošu ķermeni iedarbojas jauns spēks, tad jaunā kustība summējas no iepriekšējās kustības un no kustības, kuru izraisījis jaunais iedarbības spēks. Šos Galileja principus sevišķi veiksmīgi izmantoja slavenais holandiešu fiziķis, mehāniķis, matemātiķis un astronoms Kristians Heigenss (1629—1695) savā traktātā par pulksteņiem ar svārstu — «Horologium oscillatorum», kas publicēts ap 1673. gadu. Šajā darbā Heigenss deva matemātiskas izteiksmes centrālās spēkam, formulēja svārstu perioda nemainīgumu, risināja uzdevumu par ložu elastīgu sadursmi un citus.

Par Ņūtona ideju priekštečiem neapšaubāmi jāatzīst arī franču astronoms Buijo (Bulialds; 1605—1695), Galileja skolnieks Borelli (1608—1679) un slavenais angļu fiziķis Roberts Huks (1635—1703). Dažāds ir bijis šo zinātnieku ieguldījums Ņūtona uzskatu veidošanā. Tā, piemēram, 1645. gadā Parīzē publicētā Buijo grāmata visumā bija stipri konservatīva, jo autors tajā atbalsta Aristoteļa uzskatus un kritizē Keplera. Taču Ņūtons no šā darba aizguva Buijo ideju, ka gravitācijas spēks starp Sauli un planētu ir apgriezti proporcionāls attāluma kvadrātam (nevis pirmajai pakāpei, kā domāja Keplers).

Svarīgāka nozīme bija itālieša Borelli ap 1666. gadu izvirzītajām atziņām. Viņš, aplūkojot planētu un Jupitera pavadoņu kustību, secināja, ka debess ķermeņiem piemīt tendence pievilkties. Savukārt, planētu griešanās ap Sauli izraisa tendenci attālināties no pievelkošā centra (centrālās spēks). Līdzsvara stāvoklī, kad abi minētie spēki savstarpēji kompensējas, planēta kustas pa noteiktu trajektoriju. Tā Borelli teorijas sintētiskais raksturs: zinot grānētas ap Sauli kustas pa eliptiskām orbītām. Viņa spriedumos, lai tie izskatītos mūsdienīgi, gravitācijas un centrālās spēkiem pietrūka mūsdienu matemātiskās simbolikas. Jāatzīst arī Borelli teorijas sintētiskais raksturs: zinot gravitācijas spēku, dots secinājums par planētas kustību pa noslēgtu līkni. Kā redzēsīm vēlāk, Ņūtons savos spriedumos izmantoja apgrieztu analītisku metodi.

Visnozīmīgākā loma «Principu» tapšanā laikam tomēr bija Ņūtona diskusijām ar Huku. Katrā ziņā var droši apgalvot, ka smaguma

spēka un planētu kustības savstarpējais sakars bija skaidrs jau pirms Ņūtona. Londonas Karaliskajā biedrībā 1661. gadā (vēl pirms tās oficiālās apstiprināšanas) tika izveidota īpaša komisija, kurā ietilpa arī pazīstamais angļu ķīmiķis un fiziķis Roberts Boils (1627—1691). Komisijas uzdevums bija izpētīt jautājumu par smaguma spēku. 1666. gadā Huks ziņo biedrībai par saviem neveiksmīgajiem mēģinājumiem noteikt smaguma spēka atkarību no augstuma virs Zemes virsmas. Huks uzskatīja, ka smaguma spēks (gravitācija) ir līdzīgs magnētiskam vai elektriskam spēkam, un no šīs analogijas secināja, ka smaguma spēkam jāsamazinās, ja pieaug attālums no Zemes centra. Kādā citā referātā, kuru Huks iesniedz tajā pašā gadā, viņš no jauna pievēršas smaguma spēkam un planētu kustībai. Pēc Huka domām, planētu līklīnijas kustību izraisa spēks, kas pastāvīgi iedarbojas uz tām. Planētu tiekšanās uz centru varētu būt saistīta ar to, ka centram (Saulei) piemīt noteikta pievilksanas tendence. Šāds pieņēmums, pēc Huka domām, varētu izskaidrot planētu kustību, izmantojot parastos mehānikas principus, un dotu iespēju pēc dažiem planētu stāvokļu novērojumiem ar lielu precizitāti aprēķināt visu planētas kustības trajektoriju. Huks nebija matemātiķis, tāpēc centās konstatēt gravitācijas likumu tiešā veidā, novērojot ķermeņa svāra izmaiņu atkarībā no augstuma virs Zemes virsmas.

Pēc astoņiem gadiem, t. i., 1674. gadā, Huks publicē plašu darbu, kurā vēl vairāk tuvojas patiesībai par gravitāciju un planētu kustību. Huks uzsver, ka viņa izklāstītā pasaules uzbūves sistēma, kas visādā ziņā pakļaujas zināmajiem mehānikas likumiem, daudzās detaļās tomēr atšķiras no iepriekš pazīstamajām sistēmām. Pēc Huka domām, jaunās sistēmas pamatā ir trīs pieņēmumi. Pirmkārt, katrs debess ķermenis pievelkas tā centram, turklāt tas pievelk ne tikai savas sastāvdaļas, kā novērojams uz Zemes, bet arī citus debess ķermeņus. Tādējādi Zemes formu un kustību ietekmē ne tikai Saule un Mēness, bet arī Merkurs, Venēra, Marss, Jupiters un Saturns; savukārt Zemes pievilksanās spēks ietekmē visu pārējo planētu kustību.

Otrkārt, ikviens ķermenis, kurš ieguvusi taisnvirziena kustību, turpina to tik ilgi, kamēr kāds



Izaks Ņūtons (1643—1727).

cits spēks nepiespiež ķermeni kustēties pa riņķi, elipsi vai citu līkni.

Treškārt, spēki, kuri pievelk, darbojas jo stiprāk, jo tuvāk atrodas ķermenis, uz kuru šie spēki darbojas. Kas attiecas uz savstarpējā attāluma (rādiusa) pakāpi, kas nosaka pievilksanās spēka izmaiņu atkarībā no attāluma, Huks atzīst, ka tā viņam vēl nav zināma. Kad tā tiks noskaidrota, astronomi varēs aprēķināt planētu kustību. Taču ne daudz vēlāk, 1680. gada 6. janvārī, Huks vēstulē Ņūtonam raksta, ka, pēc viņa atzinuma, pievilksanās spēks ir apgriezti proporcionāls attāluma kvadrātam.

Ja aplūkojam vienkopus visus gandrīz divdesmit gadu ilgi ar Huka vārdu saistītos minējumus, apgalvojumus un izteikumus par gravitāciju un planētu kustību, tajos var saskatīt gandrīz vai visus secinājumus, kādus devis Ņūtons savos «Principos». Diemžēl Huks tos bija izteicis diezgan nepārlicināšā veidā un tajos bija vairāk minējumu un pieņēmumu nekā pārlicības. Un tomēr viņš, nerisīnot uzdevumu,

būtībā bija atradis atbildi. Viņam piemita izcila fizika-eksperimentatora talants, varētu pat teikt, priekšnojauta. Tik ģeniāla intuīcija fizikas vēsturē ir reti sastopama. Viens no tādiem ģēniļiem bija Faradejs. Diemžēl ne Huks, ne Faradejs nebija matemātiķi, kas varētu savu intuīciju ietvert pārliecinošā matemātiskā veidolā. To spēja veikt tikai Ņūtons un Maksvels. Neapšaubāmi, ka Huka gadiem ilgā cīņa ar Ņūtonu par prioritāti gan «Principu» publicēšanas laikā, gan arī pēc tam meta nepievilcīgu ēnu uz Huka vārdu. Paraugoties uz šo problēmu tagad, apmēram trīssimt gadu attāluma, viss ir saprotams. Huks nespēja iet tādu taisnu, korektu un loģiski pamatotu ceļu kā viņa laikabiedrs Ņūtons. Viņš gāja pa līkloču taciņu, kas galu galā tomēr aizveda viņu pie tā paša mērķa. Septiņpadsmitajā gadsimtā «Principus» uzrakstīt acīmredzot nespēja neviens cits kā tikai Ņūtons, taču nevar noliegt, ka būtībā «Principu» programmu jeb plānu ieskicēja Huks.

Tagad nedaudz par Ņūtona darbību pirms «Principu» sarakstīšanas. Jau savos optikai veltītajos darbos viņš bieži vien skāra debess ķermeņu kustību un gravitāciju. Septiņdesmitajos gados Ņūtona izvirzītā ētera hipotēze vienādā mērā attiecās kā uz optiskām parādībām, tā arī uz gravitāciju. Vispār 17. gadsimtā bija raksturīga optikas un gravitācijas vienlaicīga analīze. Dekarta sistēma vienādi labi izskaidroja vai, pareizāk sakot, neizskaidroja ne planētu kustību, ne optiskās parādības. Ņūtona skolotājs Barovs arī strādāja vienlaikus abās šajās nozarēs. Pētījumi optikā un gravitācijā sevišķi cieši savijās Huka un Heigensa darbos. Tātad Ņūtona aizraušānās ar optiku un gravitāciju pilnīgi atbilda laika garam.

Katrs būs dzirdējis stāstu par to, ka Ņūtonā pārdomas par gravitāciju izraisījusi ābola krišana dārzā. Šis nostāsts, jādodomā, atbilst īstenībai. To apliecina Ņūtona draugs Stekelijs, un to minējis arī Ņūtona radīniece Voltēram.

Sprīžot pēc dokumentiem, nav pamata šaubīties, ka jau ap 1666. gadu Ņūtonu nodarbinājis doma par gravitāciju. Vēstulē Halejam 1686. gadā viņš raksta, ka jau 1665. vai 1666. gadā viņš, balstīties uz Keplera likumiem, aprēķinājis: gravitācijas spēkam jābūt apgriezti

proporcionālam attāluma kvadrātam. Šis atklājums notika tajos divos drausmīgajos gados, kad Londonā, un ne tikai tur, plosījās mēra epidēmija un Ņūtons uzturējās Vулstorpā. Ņūtons pats atzīst, ka tolaik viņš bijis savu radošo spēku plaukumā un domājis par matemātiku un filozofiju vairāk nekā jebkad pēc tam. Ja paliešām jau 1666. gadā Ņūtons varēja no Keplera likumiem izsecināt gravitācijas likumus, tad viņam vajadzēja zināt arī centrālās spēka matemātisko izteiksmi, tāpēc var domāt, ka dažas «Principu» idejas Ņūtonam radušās jau studiju laikā.

Kā Ņūtonam nereti gadījās, bez kāda īpaša iemesla jautājumi par gravitāciju un citi mehānikas uzdevumi tika atlikti un viņš pilnīgi nodevās optiskajiem pētījumiem. Pie mehānikas uzdevumu risināšanas Ņūtons atgriezās atkal tikai ap 1679. gadu, t. i., apmēram pēc piecpadsmit gadiem. Ņūtonam pāreja no optikas uz mehāniku bija ne tikai pētījumu objektu, bet arī pētījumu metožu maiņa. No eksperimentālām metodēm Ņūtons pārgāja uz matemātiskās fizikas metodēm.

TĀ TAPA NEMIRSTĪBA

Kā īsti tapa nemirstīgais darbs «Principi»? 1685. gadā Ņūtons sev pieņēma sekretāru — arī Ņūtonu, tikai vārdā Hemfrijs. Hemfrijs Ņūtons nostrādāja pie zinātnieka līdz 1689. gadam un bija liecinieks «Principu» tapšanai. Hemfrijs pārrakstīja rokraksta lapas, sagatavojot tās iespiešanai. Šajā laikā Ņūtons strādāja, dzīvodams ļoti pieticīgi. Viņš sev neatļāvās nekādu izklaidēšanos un atpūtu. Gulēja ne vairāk kā četras piecas stundas diennaktī. Reti kad atstāja savu istabu, galvenokārt tikai tad, kad viņam kā Kembridžas universitātes profesoram bija jālasa lekcijas. Šīs lekcijas apmeklēja maz studentu, un vēl mazāk klausītāju tās saprata. Bieži vien zinātnieks vispār neatradā neviena klausītāja un pēc stundas ceturkšņa jau atgriezās mājās. Atkal darbs, darbs un vēlreiz darbs. Hemfrijs atceras, ka tai laikā Ņūtons bijis ļoti laipns, kautrīgs un nosvērts, nekad nekritis izmisumā un gandrīz nekad nesmejies. Un tad nāca jau minētās Haleja, Huka un Rena derības, kuras

netiešā veidā paātrināja «Principu» parādīšanos pasaulē.

«Principu» iespēšanu kavēja bezgalīgie Ņūtona un Huka strīdi. Hukam bija pamatotas pretenzijas, jo Ņūtons savas grāmatas pirmajā variantā pat nepieminēja viņa vārdu. 1686. gada 22. maijā Halejs paziņoja Ņūtonam, ka Huks pretendē uz prioritāti par atklāto gravitācijas spēka apgriezto proporcionalitāti attāluma kvadrātam. Pēc ilgiem strīdiem un diskusijām Ņūtons beidzot bija ar mieru pieminēt savā grāmatā Huka vārdu līdzās Rena un Haleja vārdiem, kuru darbība bija rosinājusi «Principu» uzrakstīšanu.

Kā jau teikts, «Principu» pirmais izdevums parādījās 1687. gada vidū, un Ņūtons palūdza Hemfriju nodot grāmatas dāvinājuma eksemplārus koledžas priekšniecībai un saviem draugiem. Dažs labs no tiem šo darbu nemaz nespēja novērtēt; piemēram, doktors Bebingtons no Trīsvienības koledžas izteicies, ka septiņi gadi jāmacās, lai kaut ko saprastu šajā grāmatā... Pirmais izdevums 1691. gadā bija pilnīgi izpārdots, un 1709. gadā, kad Ņūtonam bija jau 67 gadi, viņš sāka gatavot otro izdevumu. Viņš saprata, ka šim nolūkam nepieciešams labs palīgs. Pēc Trīsvienības koledžas vadības ieteikuma Ņūtons uzaicināja 27 gadus veco Kembridžas profesoru Kotsu. Izvēle izrādījās lieliska. Sākumā Ņūtons bija iecerējis jauno «Principu» izdevumu sagatavot ātri: pārskatīt pirmo izdevumu, izlabot pamanītās kļūdas, uzrakstīt jaunu priekšvārdu, uzticēt Kotsam korektūru lasīšanu un tad iespiest. Īstenībā darbs izvērtās pavisam citāds. Kots izrādījās ne tikai labs korektūru lasītājs, bet arī ļoti uzmanīgs kritiķis, kurš darbojās ar lielu spriedzi un nežēlīgi lika strādāt arī pašam Ņūtonam. Par to liecina Ņūtona un Kotsa sarakste jaunā «Principu» izdevuma sagatavošanas laikā. Sākumā Ņūtons centās pretoties Kotsa aktīvajai darbībai, norādīdams, ka «nevar iespiest grāmatu, neatstājot tajā dažas kļūdas...». Kots tomēr darba stilu nemainīja: viņš rūpīgi pārlasīja katru «Principu» rindiņu, no jauna veica visus aprēķinus, dažkārt atklājot fajas kļūdas un neprecizitātes, kritiski analizēja visus pierādījumus pēc to būtības un formas, bieži vien pieprasot papildu paskaidrojumus. Vismazāk labojumu Kots izdarīja «Principu»

PHILOSOPHIÆ NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICÆ

Autore J.S. NEWTON, Trin. Coll. Cantab. Soc. Matheseos
Professore Lucasiano, & Societatis Regalis Sodali.

IMPRIMATUR
S. PEPYS, Reg. Soc. PRÆSES.
Julii 5. 1686.

LONDINI.

Jussu Societatis Regiæ ac Typis Josephi Streater. Prostant Vena-
lesapud Sam. Smith ad insignia Principis Walliæ in Cœmisterio
D. Parris ab officio nonnullis Bibliopolas Anno MDCLXXXVII.

Ņūtona «Principu» pirmā izdevuma titullapa.

pirmajā daļā. Vairāk labojumu bija otrajā un it sevišķi — trešajā daļā. Kotsam ar Ņūtona piekrišanu dažkārt pat vajadzēja pārrakstīt veselas lappuses.

1713. gadā «Principu» otrais izdevums bija iespiests, bet trūka vēl priekšvārda. Nemot vērā Ņūtona daudzās diskusijas un strīdus ar dažādiem zinātniekiem, grāmatas priekšvārdam bija sevišķi liela nozīme. Ņūtons ieteica to uzrakstīt Kotsam. Sākās jauna sarakste ar Ņūtonu — šoreiz par priekšvārdu. Starp citu noskaidrojās, ka pat Kots — šis neapšaubāmi talantīgais Ņūtona skolnieks, nebija visai pārliecināts par darbības un pret darbības vienādības principa, t. i., trešā Ņūtona mehānikas pamatlikuma, universalitāti. Kots, piemēram, domāja, ka var runāt tikai par to, ka Saule pievelk planētas, nevis otrādi. Kots bija tik pārliecināts par sava uzskata pareizību, ka ieteica Ņūtonam «Principos» ietvert jaunu

paragrāfu vai vismaz atzīmēt šo faktu kļūdu labojuma sarakstā! Tomēr Ņūtons ar samērā vienkāršiem piemēriem pārliecināja Kotsu, ka viņa uzskats ir kļūdains.

Šī epizode spilgti raksturo «Principu» un tajā formulēto mehānikas pamatlikumu dziļo saturu: pat vistuvākajiem un vistālātgākajiem Ņūtona skolniekiem daudz kas no tā, par ko runāts «Principos», nebija gluži skaidrs.

Kotsa uzrakstītajā priekšvārdā «Principu» otrajam izdevumam bija plaši izvēsta Ņūtona teorijas slavināšana un Dekarta virpuļu un Leibnīca monādu teorijas iznīcinoša kritika. Priekšvārda stils bija visai tāls tam majestātiskajam un vienmēr mierīgajam stilam, kāds raksturīgs pašam darbam «Principi». Ņūtona sarakste ar Kotsu no otrā izdevuma sagatavošanas laika vēl saglabājusies, un tā ir labs pierādījums šai lieliskā darba vēsturei un pamācīgs piemērs pašai divu paaudžu zinātniskajai sadarbībai. Ne velti, kad Kots negaidīti 34 gadu vecumā nomira, Ņūtons ar skumjām esot teicis: «Ja būtu dzīvs Kots, mēs vēl kaut ko uzzinātu.»

«Principu» otrais izdevums parādījās atklātībā 1713. gadā, un Ņūtons personīgi pasniedza šā darba eksemplāru karalienei Annai.

Mūža nogalē, 82 gadu vecumā, Ņūtons ķērās pie «Principu» trešā izdevuma sagatavošanas. Viņš bija iecerējis tajā ietvert jaunus datus par Mēness un komētu kustību. Šim darbam atkal bija vajadzīgs krietns palīgs, bet Kotsa vairs nebija. Ņūtonam tika ieteikts medīķis Pember-

tons. Lai gan Pembertonam nebija speciālas fizikālās un matemātiskās izglītības, viņš pilnībā izprata «Principus». Tāpat kā Kotsa laikā, Ņūtonam sākas plaša sarakste ar Pembertonu par jauno izdevumu. Pembertona vēstules ir saglabājušās, Ņūtona atbildes laika gaitā noklīdušas. Trešajā izdevumā nebija tik daudz un tādu svarīgu labojumu kā otrajā izdevumā. Tāpēc arī šoreiz izdošana noritēja ievērojami vienkāršāk un ātrāk. Darbu sāka iespiest 1723. gada beigās un pabeidza 1726. gada martā, apmēram gadu pirms Ņūtona aiziešanas mūžībā. Trešais «Principu» izdevums bija pēdējais, kas iznāca atsevišķā grāmatā. Angļu valodā «Principi» pirmoreiz izdoti Endrū Motona tulkojumā 1729. gadā, t. i., apmēram divus gadus pēc Ņūtona nāves.

1744. gadā Lozannā un Ženēvā tika izdota Ņūtona rakstu izlase latīņu valodā. Tajā ietilpa arī «Principi». Laikposmā no 1779. gada līdz 1785. gadam Londonā iznāca pilnīgākā Ņūtona rakstu izlase piecos sējumos latīņu un angļu valodā. Arī tajā bija ietverti «Principi». 1962. gadā Kalifornijas universitāte izdod «Principu» otro angļu izdevumu, bet 1969. gadā Ņujorkā — trešo.

Krievu valodā «Principi» iznākuši ievērojamā krievu zinātnieka akadēmiķa A. Krilova tulkojumā divas reizes: 1916. gadā divās «Nikolaja Jūras akadēmijas Vēstu» burtnīcās un 1936. gadā — A. Krilova kopotajos rakstos.

(Nobeigums nākamajā numurā)



Pārnova Lielajā Magelāna Mākonī

Bija pirmdienas rīts, 1987. gada 23. februāris. Starp pulksten diviem un septiņiem pēc pasaules laika vienai no zvaigznēm mums tuvākajā galaktikā — Lielajā Magelāna Mākonī (LMM) sāka pieaugt spožums. Desmitos tā bija pieņēmusies spožumā apmēram 200 reizes. Pēc dažām dienām «jaunā» zvaigzne jau spīdēja kā 25 miljoni Saūļi.

Tā sevi «pieteica» pirmā ar neapbruņotu aci redzamā pārnova kopš 1604. gadā Keplera novērotās. Vai būtu konstatēta jaunas zvaigznes dzimšana? Izrādās, ka ne. Analizējot līdzīgas parādības, astronomi nākuši pie secinājuma, ka šāds astronomisks fenomens novērojams zvaigznes attīstības beigu stadijā. Iztērējusi savus enerģijas krājumus, zvaigzne mirst. Tā strauji saraujas un atkarībā no masas vai nu pilnīgi tiek noārdīta sprādzienam līdzīgā procesā, vai arī nomet daļu ārējā apvalka. Taču tas — aizsteidzoties priekšā notikumiem.

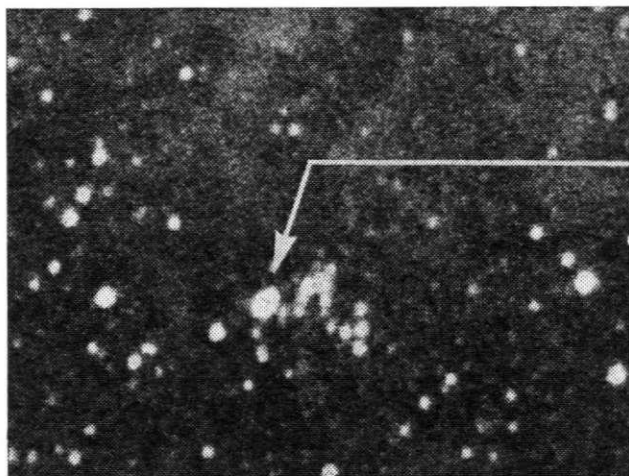
Naktī uz 24. februāri «jauno» zvaigzni pamanija Toronto universitātes novērošanas stacijā Cīlē kā apmēram piektā zvaigžņlieluma objektu. Šāds relatīvi mazs redzamais spožums izskaidrojams ar milzīgo attālumu: LMM, tātad arī pārnova, atrodas 150 000 gaismas gadu no Zemes. Pārnovai tika dots «vārds» — 1987A, un Starptautiskās astronomijas savienības telegrammu biroja ziņojums aplidoja visu pasauli. Ar zināmu nokavešanos to saņēma arī mūsu Radioastrofizikas observatorijā. Diemžēl Latvijas astronomiem nav iespējams aktīvi iesaistīties izpētē, jo LMM novērojams tikai no dienvidu puslodes, kā arī no kosmosa. Piemēram, padomju kosmiskā obser-

vatorija «Astron» veiksmīgi pārorientējās un uzsāka novērošanu.

Pārnovas uzliesmojums mums tuvākajā galaktikā radija lielu satraukumu astronomu vidū, jo šāda veida notikumi gadās samērā reti. Mūsu Galaktikā pēdējais pārnovas uzliesmojums fiksēts pirms apmēram trīssimt gadiem. Tolaik tas saistīja tikai kā efektīga un neizprotama parādība. Attīstoties un pilnveidojoties cilvēces zināšanām par Visumu, tika apjēgta arī pārnovu vieta un loma zvaigžņu un starpzvaigžņu vides evolūcijā. Attīstījās astronomijas pētniecības metodes, kā arī instrumentālā bāze. Tika izveidoti teorētiskie modeļi, kuri skaidroja pārnovu fenomenu. Radās nepieciešamība tos pārbaudīt, pamatojoties uz novērojumiem. Diemžēl pēdējos pārdesmit gados novēroti pārsvarā vāji pārnovu uzliesmojumi tālās galaktikās, bet tieši redzamais spožums bieži vien ir noteicošais faktors dažādu pētniecības metožu un instrumentu lietošanas iespējām. Piemēram, detalizētus spektra novērojumus var veikt tikai pietiekami spoziem objektiem.

Tātad 1987A bija ilgi gaidīts notikums, tāpēc novērojumos iesaistījās daudzas zinātniskās iestādes. Piemēram, Eiropas Dienvidu observatorijā (ESO) uz laiku tika pārtraukta liela daļa jau iesākto pētniecības virzienu, lai visus spēkus varētu ziedot unikālās pārnovas pētīšanai, jo līdzīga parādība varbūt atkārtos tikai pēc vairākiem simtiem gadu.

Taču astronomi piedzīvoja zināmu pārsteigumu — 1987A izrādījās pavisam netipiska pārnovu pārstāve. Pēc spektra novērojumiem tā tika klasificēta kā II tipa pārnova, taču tai piemita daudzas īpatnības. Kas tad pārstēdza pārnovas pētniekus? Pirmkārt, tas, ka II tipa pārnovas līdz šim nekad nav konstatētas neregulārās galaktikās, pie kādām pieder Lielais



1. att. Lielā Magelāna Mākoņa rajons, kurā uzliesmoja pārnova 1987A; uzņemts ar Šmita teleskopu ultravioletajā gaismā 1977. gada 9. decembrī. Ar bultiņu atzīmēta varbūtējā pirmspārnova. (ESO uzņēmums.)

Magelāna Mākonis. Šāds fakts ilgu laiku bija mikla. Kā rāda novērojumi, neregulārajās galaktikās (arī LMM) ir relatīvi daudz masīvu, karstu zvaigžņu un ar tām saistīto starpzvaigžņu gāzes mākoņu. Bet, pēc mūsdienu priekšstatiem, tieši šādas zvaigznes savas evolūcijas beigu stadijā kļūst par II tipa pārnovām. Bez tam teorētiskie aprēķini liecina, ka šā tipa pārnovas uzliesmojuma rezultātā, pilnībā neuzsprāgst. Tas, kas paliek pāri, reprezentē sevi kā neitronu zvaigzni. Novērojumi rāda, ka LMM ir pat relatīvi vairāk neitronu zvaigžņu nekā mūsu Galaktikā. Situācija šķiet visai paradoksāla: II tipa pārnovu uzliesmojumu galarezultāts — neitronu zvaigznes pastāv, taču pats process, respektīvi, zvaigznes uzliesmojums, nav novērots. Kāpēc? Šo jautājumu astrofiziķi izteica vairākus gadus pirms pārnovas uzliesmojuma LMM un deva arī atbildi. Tolaik — kā hipotēzi. Un 1987A zināmā mērā uzskatāms par dabas piedāvātu eksperimentu.

Analizējot LMM uzņēmumus, kuri iegūti pirms 23. februāra, vēlākā uzliesmojuma vietā tika konstatēta apmēram 12. zvaigžņlieluma zvaigzne, kuras spektra klase ir B3 I. Vēl gan pastāvēja arī cita varbūtība: iespējams, ka pārnovas virzienā cieši blakus projicējas vairākas zvaigznes un B3 pārmilzīm ar pārnovu nav nekāda sakara. Tiešām, lietojot speciālu

metodiku, tika atklāts, ka blakus atrodas trīs zvaigznes, kuras teleskops nespēja izšķirt. Taču tikai minētā pārmilža koordinātas pieļaujamās kļūdas robežās ($\pm 0'',2$) atbilst pārnovas koordinātām. Otrais un trešais komponents atrodas attiecīgi $3'',0$ un $1'',4$ attālumā. Tātad jāsecina, ka B3 pārmilzis ir pirmspārnova, t. i., zvaigzne, kas dažas dienas vēlāk uzliesmo kā pārnova.

Netipiska izrādījās arī pārnovas redzamā spožuma maiņa. No 23. februāra līdz 26. februārim tas pieauga no 12. līdz 4,5. vizuālajam zvaigžņlielumam, bet tad uz vairāk nekā mēnesi nostabilizējās. Tipiskām pārnovām spožuma maksimums ir daudz izteiktāks un parasti ilgst dažas dienas. Bez tam pēc absolūtā spožuma 1987A izrādījās visai «pietīcīga», gandrīz 100 reizes vājāka nekā parasta II tipa pārstāve.

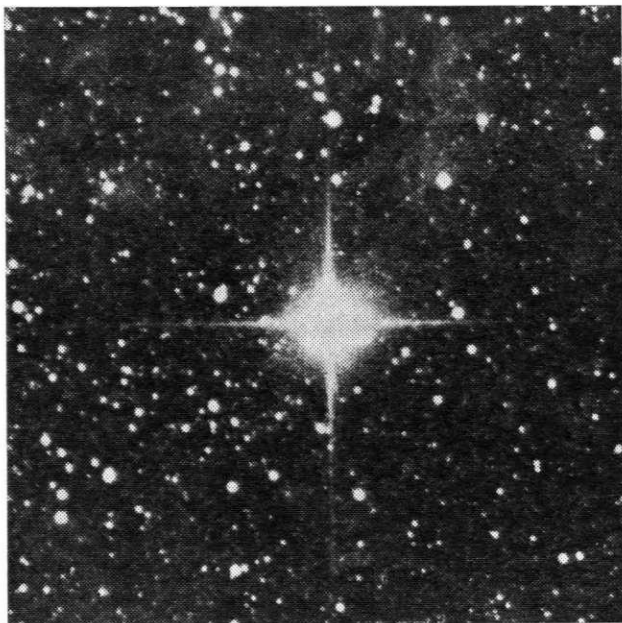
Kā eļļu ugunij pielēja vēl viens pārsteidzošs novērojums. 23. februārī apmēram trijos pēc pasaules laika neitrino teleskops Monblāna kalnu masīva tunelī bija fiksējis vairākus impulsus, kuru enerģija bija 7,5 megaelektronvolti. Radās doma par šā fakta un 1987A savstarpējo sakaru. Kā zināms, neitrino ir elektriski neitrāla elementārdaļiņa, kuras miera masa tuva nullei (vai ir nulle). Pateicoties savai nepārspējamai caurspiedībai, šīs elementārdaļiņas nes tiešu informāciju par zvaigžņu

dzilēs notiekošajiem procesiem. Pagaidām nevar apgalvot, ka neitrino teleskops tiešām fiksējis LMM pārnovas emitētos neitrīno. Pastāvošā pārnovu teorija gan paredz intensīva neitrīno impulsa ģenerēšanu kolapsa brīdī, taču pastāv arī iespēja, ka fiksēti viltus impulsi, jo neitrīno teleskopam, kā katram uztvērējam, ir zināms trokšņu līmenis.

Svarīgu informāciju par pārnovas uzliesmojumu devuši detalizēti spektrālie novērojumi. Pirmie 1987A optiskie spektri tika iegūti ESO 25. februāra naktī. Tie uzrāda ļoti vājas spektra detaļas un vispārējo enerģijas sadalījumu, kas atbilst karstām zvaigznēm. Nākamajās divās naktīs spektrā parādās platas — galvenokārt ūdeņraža — līnijas ar tā saukto P Cyg profilu. Šādam profilam raksturīga emisijas un attiecīgās absorbcijas kombinācija, pie tam absorbcija nobīdīta uz īso viļņu garumu pusi. Šāds profils liecina par blīvu zvaigznes apvalku, kas ļoti strauji izplešas. Piemēram, 25. februārī H_{α} līnija uzrāda apvalka izplešanās ātrumu 18 000 km/s, t. i., $^{1/17}$ gaismas ātruma. Šajā ziņā pārnova LMM ir rekordiste.

Tāpat spektrālie novērojumi tieši ļauj secināt, ka pārnovas uzliesmojuma rezultātā notikusi zvaigznes vielas izsviešana. Bez tam spektra detaļu viļņa garuma, intensitātes un profila pētījumi ļauj izdarīt secinājumus par apvalka ķīmiskā sastāva, izplešanās ātruma un fizikālā stāvokļa izmaiņām. Kā redzams, astronomi nemaz nav tik bezspēcīgi pat tālu objektu īpašību noskaidrošanā. Trīs nedēļas pēc uzliesmojuma nomestā apvalka nepārtrauktā spektra enerģijas sadalījums atbilst temperatūrai 5200 K, kas liecina, ka apvalks izplešoties atdzisis. Fotometrija un spektra novērojumi ļauj spriest arī par pārnovas starjaudas un apvalka rādiusa izmaiņām.

Rezumējot novērojumu rezultātus, jāsecina, ka pārnova LMM izrādījusies netipiska, pateicoties savam relatīvi mazajam absolūtajam spožumam maksimumā, neparastajai uzvedībai spožuma maksimuma tuvumā, ekstremāli lielajam nomestā apvalka izplešanās ātrumam un, protams, savai mātes galaktikai — Lielajam Magelāna Mākonim. Taču šādu netipiskumu pieļauj jau 1984. gadā padomju zinātnieku izvirzītā koncepcija un labi skaidro



2. att. Plašāks debess rajons pēc pārnovas uzliesmošanas, uzņemts ar to pašu teleskopu zīlajā gaismā 1987. gada 26. februārī pl. 1h25m pēc pasaules laika. (ESO uzņēmums.)



3. att. Lielais Magelāna Mākonis divas dienas pēc pārnovas 1987A uzliesmošanas — 1987. gada 25. februārī pl. 1^h00^m pēc pasaules laika. Pārnova redzama pa kreisi uz augšu no LMM centrālās daļas — labais apakšējais no diviem spožākajiem objektiem. Attēls iegūts ar 6×6 cm Haselblada kameru, kas piestiprināta 1,5 m teleskopam. (ESO uzņēmums.)

pēc 1987A uzliesmojuma izveidotais teorētiskais modelis.

Kāpēc tomēr līdz šim nav konstatēti II tipa pārnovu uzliesmojumi neregulārajās galaktikās? Izrādās, visam pamatā ir šā tipa galaktiku zemais smago elementu saturs. Piemēram, LMM tas ir apmēram piecas reizes zemāks nekā mūsu Galaktikai. Kā sekas smago elementu nabadzībai — karstajām, masīvajām zvaigznēm nav novērojams zvaigžņu vējš. Tā intensitāte atkarīga galvenokārt no starojuma spiediena uz smago elementu atomiem. Savukārt zvaigžņu vējš lielā mērā nosaka blīvu un plašu apvalku veidošanos ap masīvajām zvaigznēm. Šāda loģisku spriedumu virkne noved pie galarezultāta. Saskaņā ar teorētiskiem aprēķiniem, uzsprāgstot masīvas zvaigznes kodolam un momentāni atbrīvojoties milzīgai enerģijai, II tipa pārnovas uzliesmojums būs novērojams tikai tad, ja zvaigznei būs bijis pietiekami biezs apvalks. Pretējā gadījumā optiskais efekts būs simtiem reizu mazāks.

Tā arī faktiski ir atbilde uz jautājumu, kāpēc līdz šim neregulārās galaktikās nav novērotas II tipa pārnovas. — Zvaigznes mira «klusu». Bija pārnovas uzliesmojums, rezultātā tika nomesti zvaigznes ārējie slāņi, vei-

dojās neitronu zvaigzne, taču optiskais efekts bija minimāls. Acīmredzot 1987A jāuzskata par kompromisa variantu, jo tās absolūtais spožums bija tikai nepilnas 100 reizes mazāks nekā «normālai» II tipa pārnovai. Taču jēdziens «normāls» un «nenormāls» jau pastāv vienīgi cilvēku spriedumos, tas ir relatīvs. Dabā viss ir normāls. Un, ja vēl kādreiz neregulārā galaktikā novēros II tipa pārnovu, par netipisku jeb pekulāru to neviens vairs nesauks.

Zinātnieki jau izstrādājuši precīzu teorētisku modeli, kas labi atveido gan spožuma, gan temperatūras un apvalka izplešanās ātrumu atkarībā no laika. Kā rāda aprēķini, LMM uzliesmojusi masīva, kompakta zvaigzne. Tās nomestā apvalka masa — apmēram 16 Saules masas. Sprādziena enerģija $3 \cdot 10^{51}$ ergu. Salīdzinājumam var teikt, ka Saule šādu enerģiju izstarotu desmitos miljardu gadus, bet pārnovas uzliesmojumā tā atbrīvojas dažos mēnešos. Tas vēlreiz apliecina notikuma grandiozumu. Noteikts pirmspārnovas rādiuss — apmēram 30 Saules rādiusi.

Pārnova Lielajā Magelāna Mākonī pierādījusi, ka mēs vēl nepietiekami skaidri apzināties, kādas zvaigznes var uzliesmot kā pārnovas. Iegūtie rezultāti zināmas korekcijas

mūsu uzskatos jau izdarijuši. Bez šaubām, 1987A vēl vairākus gadus būs visas pasaules astronomu uzmanības centrā. Tā dos spēcīgu impulsu ne tikai pārnovu teorijas tālākai attīstībai, bet arī starpvaigžņu vides pētījumiem.

L. Z a č s

Interesanti Saules uzliesmojumu izpētes rezultāti

Daudzveidīgo parādību vidū, kuras mēdz apzīmēt ar jēdzienu «Saules aktivitāte», sevišķu uzmanību nu jau daudzus gadus saista tā sauktie Saules uzliesmojumi, ko novēro visā plašajā Saules radiācijas spektrā no radiostarojuma līdz gamma starojumam, spontāno korpuskulāro emisiju ieskaitot. Šie uzliesmojumi izraisa interesi ne tikvien kā jebkurš eksplozīva rakstura process, bet galvenokārt tādēļ, ka tiem ir svarīga loma plašajā Saules—Zemes sakaru kompleksa jomā (par tā dažādajiem aspektiem mūsu lasītāji tiek regulāri informēti¹).

Par Saules uzliesmojumu attiecīgajā tās starojuma diapazonā sauc sprādzienvēidīgu Saules starojuma intensitātes palielināšanos, kuras cēlonis, kā domā, ir Saules magnētiskajos laukos uzkrātās enerģijas pēkšņa atbrīvošanās. Pirmo reizi Saules uzliesmojumu redzamajā gaismā novēroja 1859. gada 1. septembrī, taču vairāk vai mazāk regulāri Saules uzliesmojumu novērojumi, galvenokārt H_{α} līnijā, sākas ar 1928. gadu.

Kopš šā laika — tātad nu jau 60 gados — par Saules uzliesmojumiem uzkrāts bagātīgs datu materiāls, kura analīze ļāvusi gan nofekt uzliesmojumu fizikālos raksturlielumus (enerģiju, ilgstību u. c.), gan atklāt daudzas sva-

rīgas likumsakarības, kam pakļautas šīs parādības norises.

Viens no svarīgākajiem uzliesmojumus raksturojošiem lielumiem, kas lielā mērā (var teikt pat — galvenokārt) nosaka uzliesmojuma nozīmību no to iedarbības seku viedokļa, kādas tie atstāj uz Zemei tuvo kosmisko telpu un dažādiem Zemes magnetosfērā, atmosfērā un citās Saules—Zemes sakaru kompleksā ietilpstošās «sfērās» norisošiem procesiem un parādībām, ir uzliesmojums izdalītā enerģija. Kā rāda pētījumi, uzliesmojumi generētās enerģijas daudzuma ziņā var atšķirties cits no cita ap miljonus reīzu, t. i., no apmēram 10^{25} ergu enerģijas, kas ģenerējas tā dēvētajos subuzliesmojumos², kurus pieņemts apzīmēt ar balli SF, līdz pat vairāk nekā 10^{32} ergiem, kas tiek izstaroti uzliesmojumos ar balli 4B. Tā patiesi ir milzīga enerģija. Salīdzinājumam var atgādināt, ka, eksplodējot vienam kodollādinam ar vienu megatonnu lielu trinitritoluola ekvivalentu, izdalās ap $4 \cdot 10^{22}$ ergu liela enerģija. Tātad Saules uzliesmojumos izdalīto enerģiju var pielīdzināt simt līdz desmit miljardu kodolbumbu sprādzienam.

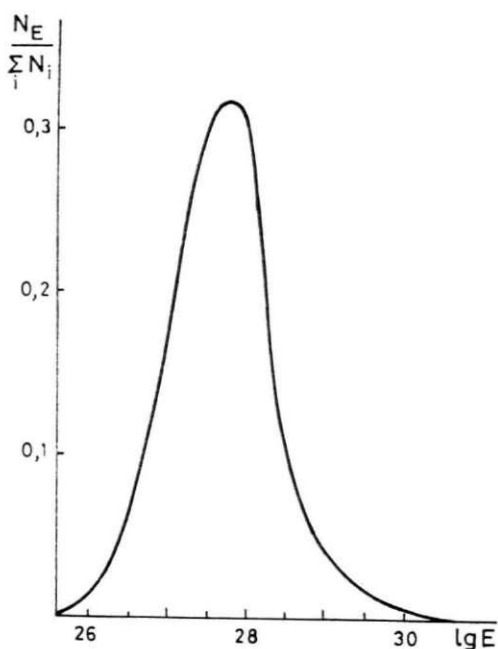
Kā redzam, optiskajā diapazonā izdalītās enerģijas daudzums ir visai liels un tas uzskatāms par ļoti nozīmīgu uzliesmojumā transformētās enerģijas zudumu kanālu. Uzliesmojumos ģenerēto enerģiju (E) aptuveni var novērtēt, izmantojot šādu samērā vienkāršu izteiksmi:

$$E_H(i) = \varepsilon_H(i) \cdot T \cdot S_p,$$

kur indekss H attiecas uz uzliesmojumu, kas novērots H_{α} diapazonā, i — apzīmē uzlies-

² Saules uzliesmojumus pēc pašlaik pieņemtās klasifikācijas atkarībā no tajos producētās enerģijas vērtē pēc 5 ballu sistēmas. Katra balle savukārt sadalās trīs apakšballēs. Šim sadalījumam ir pieņemti šādi apzīmējumi: 1) ļoti vāji uzliesmojumi — balle S (SF, SN, SB), 2) uzliesmojumi ar balli 1 (1F, 1N, 1B), 3) uzliesmojumi ar balli 2 (2F, 2N, 2B), 4) uzliesmojumi ar balli 3 (3F, 3N, 3B) un 5) ļoti spēcīgi uzliesmojumi — ar balli 4 (4F, 4N, 4B). Apzīmējumu burti ņemti no angļu vārdiem: S — *subflare* (subuzliesmojums), F — *faint* (vājš), N — *normal* (normāls, parasts) un B — *bright* (spožs).

¹ Sk., piem., A. Balklava rakstus «Uzmanības centra Saules radionovērojumi», «Starptautiska apspriede par Saules maksimuma gada rezultātu analīzi» un «Saules—Zemes fizikas simpozijā» izdevumā «Zvaigžņotā Debess»: 1968. gada rudens, 60., 61. lpp.; 1968. gada pavasaris, 63.—66. lpp.; 1985. gada rudens, 41.—43. lpp. Plašs materiāls par šiem jautājumiem publicēts arī «Zvaigžņotās Debess» 1965. gada rudens numurā.



Dažādas enerģijas uzliesmojumu skaita sadalījuma līkne 1979. gadam. Uz vertikālās ass atlikts uzliesmojumu skaits, uz horizontālās — uzliesmojumu enerģija.

mojuma balli, $\epsilon_H(i)$ ir laukuma un laika ziņā vidējota Saules uzliesmojumu enerģija, ko izstaro Saules pussfēras miljonā daļa (Spmd) vienā minūtē, T — uzliesmojuma ilgums minūtēs un S_p — uzliesmojumu ģenerējošais vai uzliesmojuma aptvertais laukums, kas izteikts Saules pussfēras miljonajās daļās (Spmd).³ Raksturīgās $\epsilon_H(i)$, T un S_p vērtības dažādu ballu uzliesmojumiem ir parādītas tabulā.

Pētot dažādu tipu uzliesmojumu biežumu, 1981. gadā padomju zinātnieki L. Kuročka un

³ Uzliesmojumus uz Saules H_α diapazonā nosaka jeb reģistrē kā zināmas Saules diska daļas paspilgtināšanos, resp., spožuma pieaugumu. Novēro caur speciālu gaismas filtru, kam ir saura caurlaidības josla ūdeņraža spektra Balmera sērijas α līnijas rajonā. Kā zināms, α līnijas emisija rodas, ierosinātam ūdeņraža atomam pārejot no trešā uz otro enerģētisko līmeni.

i	$\epsilon_H(i)$, erg/min Spmd	T , min	S_p Spmd
SF	$4,2 \cdot 10^{24}$	17	56
SN	$7,8 \cdot 10^{24}$		
SB	$1,8 \cdot 10^{25}$		
1F	$7,8 \cdot 10^{24}$	42	140
1N	$1,8 \cdot 10^{25}$		
1B	$5,5 \cdot 10^{25}$		
2F	$1,8 \cdot 10^{25}$	82	390
2N	$5,5 \cdot 10^{25}$		
2B	$1,8 \cdot 10^{26}$		
3F	$5,5 \cdot 10^{25}$	146	810
3N	$1,8 \cdot 10^{26}$		
3B	$5,0 \cdot 10^{26}$		
4F	$1,8 \cdot 10^{26}$	217	1400
4N	$5,0 \cdot 10^{26}$		
4B	$1,5 \cdot 10^{27}$		

V. Rossada nonāca pie interesanta secinājuma, ka, neraugoties uz lielo atšķirību, kāda enerģijas daudzuma ziņā pastāv starp dažādu ballu uzliesmojumiem, summārā enerģija, ko ilgākā laiksprīdī ģenerē vienas noteiktas balles uzliesmojumi, ir aptuveni vienāda, t. i., nelielas balles uzliesmojumos, kas notiek biežāk, kopsummā izstarojas tikpat daudz enerģijas cik augstas balles uzliesmojumos, kuri notiek retāk.

Sis rezultāts tika iegūts uz diezgan aptuvenu datu pamata, izmantojot vidējās uzliesmojumu enerģijas vērtības un vidējotu uzliesmojumu statistisko sadalījumu pa ballēm daudzu desmitu gadu ilgam periodam. Lai iepriekš minēto secinājumu pārbaudītu un precizētu, 1984. gadā L. Kuročka veica papildu pētījumus — aplūkoja vairāk nekā desmitūkstoš (10 043) 1979. gadā reģistrēto Saules uzliesmojumu, ņemot vērā katra uzliesmojuma konkrētos parametrus (reālo uzliesmojuma ilgumu T , laukumu S_p uzliesmojuma maksimālās intensitātes brīdī u. c.).

L. Kuročkas iegūtos rezultātus var sakārtot šādā virknē, kur iekavās esošie skaitļi norāda attiecīgās balles (uzrādīta pirms iekavām) uzliesmojumu skaitu (pirmais skaitlis) un to summāro enerģiju ergos (otrais skaitlis): SF (3995, $2,6 \cdot 10^{31}$), SN (4457, $4,4 \cdot 10^{31}$), SB (875, $2,6 \cdot 10^{31}$), 1F (106, $4,0 \cdot 10^{30}$), 1N (344,

4,0·10³¹), 1B (183, 6,9·10³¹), 2F (6, 1,7·10³⁰), 2N (39, 5,0·10³¹), 2B (34, 1,9·10³²), 3N (1, 1,8·10³¹), 3B (3, 1,3·10³²). Kā redzams, 1979. gadā novēroto uzliesmojumu statistika apstiprina iepriekš minēto rezultātu par summāro kā vājos, tā spēcīgos uzliesmojumos izdalīto enerģiju aptuveno vienādību, neraugoties uz milzīgo atšķirību starp vājā un spēcīgā uzliesmojumā ģenerēto enerģiju. Tiešām, summārā S balles uzliesmojumos izdalītā enerģija ir (saskaitot kopā F, N un B uzliesmojumos ģenerēto enerģiju) 9,6·10³¹ ergi un attiecīgi pārējām ballēm: 1,13·10³² ergi (balle 1), 2,417·10³² ergi (balle 2) un 1,48·10³² ergi (balle 3); noapaļojot tas ir apmēram 10·10³¹, 11·10³¹, 24·10³¹ un 15·10³¹ ergi. Novērojama arī zināma summārās enerģijas pieaugšanas tendence vienas balles ietvaros, pārejot no vājiem uz spožiem uzliesmojumiem.

Visu desmittūkstoš uzliesmojumu sadalījums atbilstoši enerģijai ir parādīts attēlā. No tā redzams, ka enerģiju diapazons, kurā ir sadalīti uzliesmojumi, aptver sešas kārtas (no 10²⁶ ergiem līdz 10³² ergiem), jo 1979. gadā tika reģistrēts ap 310 S tipa uzliesmojumu, kuru enerģija ir (1—5)·10²⁶ ergi, un divi uzliesmojumi, kuru enerģija pārsniedza 5·10³¹ ergus. Vairāk nekā 50% uzliesmojumu enerģija ir robežās no 10²⁷ līdz 10²⁸ ergu, bet 90% uzliesmojumu — robežās no 3·10²⁵ līdz 3·10²⁸ ergu. Fakts, ka lielas enerģijas uzliesmojumu skaits samazinās, enerģijai pieaugot (attēlā parādītās liknes labais spārns), ir ļābi zināms. Acīmredzot pati uzliesmojumu, kā arī Saules atmosfērā un zemfotofēras slāņos notiekošo procesu daba ir tāda, ka uzliesmojumi, kuru enerģija būtu lielāka nekā 10³² ergu, ir maz iespējama, tātad ārkārtīgi reta parādība.

Attiecībā uz tikpat izteikto mazākas enerģijas uzliesmojumu skaita samazināšanos (liknes kreisais spārns, kur enerģija mazāka nekā 5·10²⁷ ergu) pastāvēja uzskats, ka tās iemesls varētu būt zināms novērojumu selekcijas efekts, kas saistīts ar grūtībām pamanīt mazas enerģijas, t. i., kontrasta ziņā ne pārāk spožus, uzliesmojumus uz vispārējā spilgtā Saules starojuma fona un līdz ar to nepilnīgu šādu uzliesmojumu reģistrāciju, lai gan pēdē-

jos gados Saules standartdienestā novērojums no Zemes izmanto arvien modernāku un labāku aparatūru, kurai ir liela telpiskā izšķirtspēja, filtrus ar optimālu caurlaidības joslu, aktīvo procesu kinematografēšanu utt., kas ļauj droši reģistrēt arī visai vājus uzliesmojumus. Šim uzskatam, lai gan tam ir zināms pamats,⁴ attiecībā uz iegūtajiem rezultātiem tomēr nav izšķirošas nozīmes, jo neliela skaita neregistrēto vājo uzliesmojumu atzīmešana būtiski neizmainītu uzliesmojumu sadalījuma liknes formu. Tā radītu tikai nelielu liknes deformāciju mazo enerģiju rajonā un liknes maksimuma pārbīdi uz mazo enerģiju pusi. Tādēļ vājo uzliesmojumu skaita samazināšanās, ja enerģija mazāka nekā 5·10²⁷ ergu, ir jāvērtē kā objektīvs Saules aktivitātes procesus izraisošu fizikālu faktoru darbības noteikts fakts.

Kā jau katra sadalījuma likne, arī dažādas enerģijas uzliesmojumu statistiskā sadalījuma likne ļauj iegūt jaunus priekšstatus par uzliesmojumu procesu dabu. Tā, piemēram, no šīs liknes redzams, ka visbūtiskākie ir uzliesmojumi, kuru enerģija 10²⁷—10²⁸ ergu. Tas acīmredzot atspoguļo uzliesmojumu izraisīto faktoru raksturīgākos parametrus (aktīvo apgabalu izmērus, ar tiem saistīto magnētisko lauku struktūru un intensitāti u. c.). Tātad, lai labāk izprastu uzliesmojumu dabu, ir mērķtiecīgi pievērst uzmanību tieši šādu — visbiežāk notiekošu — uzliesmojumu vispusīgai pētīšanai, nevis ļoti lielas enerģijas uzliesmojumu pētniecībai, kā domāja līdz šim, pieņemot, ka tajos visreljefāk parādās uzliesmojuma procesa raksturīgākās īpašības. Iespējams, ka šī jaunā koncepcija un atklāto likumsakarību tālāka analīze paātrinās Saules uzliesmojumu izpēti, kuras rezultātos ir ieinteresēti ne tikai Saules fiziķi, bet arī daudzu citu gan zinātnes, gan tautsaimniecības nozaru pārstāvji.

A. Balklavs

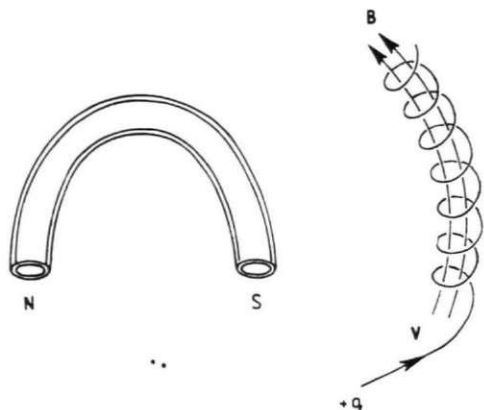
⁴ Ka vājo uzliesmojumu faktiski ir vairāk, nekā novērojumos no Zemes reģistrēts, liecina ārpusatmosfēras novērojumu dati. Jāņem vērā arī laika apstākļi, mākoņainas debesis, kad Saule optiskajā diapazonā nav novērojama, u. c. faktori.

Magnētisko cilpu izstiepšanas mehānisms Saules atmosfērā

Pētījumi rāda, ka Saules atmosfēras plazmu caurauž sarežģīta magnētisko lauku sistēma, kas gan ietekmē plazmas kustību, gan arī pati deformējas šīs kustības ietekmē atkarībā no tā, kāds spiediens — plazmas vai magnētiskais* — dotajā situācijā ir pārsvarā. Raksturīgākie elementārie Saules atmosfēras magnētisko lauku veidojumi ir tā sauktās magnētiskās caurules, kuras cilpu jeb arku veidā savieno pretējas polaritātes magnētisko lauku avotus (piemēram, plankumus) un rada it kā sienas, kas neļauj izplūst šajās caurulēs ieslēgtajai plazmai (1. att.).

Šāda magnētisko lauku sistēma ietekmē arī magnētiskajās caurulēs neieslēgto plazmu, t. i., tās kustību. Kā liecina padomju zinātnieku G. Ļubimova un N. Peresļeginas aprēķini, apakšējā hromosfērā un fotosfērā rodas augšup virzīta plazmas plūsma, kura, aptekot magnētiskās caurules, t. i., pārvietojoties starp tām, kur pretestība kustībai ir mazāka, sadalās veselā strūklām vai lentēm līdzīgu strāvojumu sistēmā, kas caurvij magnētiskā lauka cilpu un arkāžu (slāņu) struktūru (2. att.).

Plazmas plūsmu un magnētisko arku mijiedarbības, resp., šo arku aptecēšanas, uzdevumu var vienkāršotā veidā risināt, izmantojot analogiju par viskoza šķidrums aptecēšanu ap elastīgu un tuvu stiprības robežai noslogotu arkveida ķermeņi. Iesākumā var uzskatīt, ka magnētisko arku plazmas straumē līdzsvaro smaguma spēks, kas vērsts uz leju, un Arhimēda spēks un straumes spiediena spēks, kas vērsti uz augšu, kā arī magnētiskais spiediens, kurš piešķir arkai elastību. Aptekošā



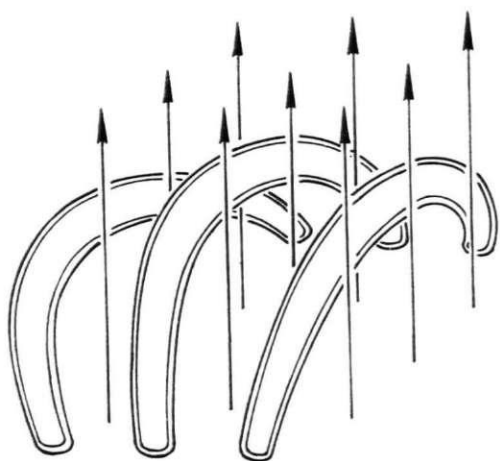
1. att. Magnētiskā caurule jeb cilpa, kas savieno pretēju zīmju magnētiskos polus. Šāds veidojums, protams, neeksistē vizuāli, t. i., tas nav redzams, taču to ar pilnām tiesībām var saukt par cauruli, jo magnētiskais lauks kā istas caurules sienas izolē tajā ieslēgto plazmu no apkārtējās plazmas. Šīs parādības cēlonis ir tas, ka lādētu daļiņu, resp., plazmas, kustību magnētiskajā laukā nosaka

tā sauktais Lorenca spēks ($F_B = \frac{1}{c} qv \times B$), kur F_B ir Lorenca spēks, c — konstante, kas vienāda ar gaismas izplatīšanās ātrumu vakuumā, q — daļiņas lādiņš, v — daļiņas kustības ātrums un B — magnētiskā lauka indukcija; \times ir vektorālās reizināšanas simbols), kas gadījumā, ja daļiņa nekustas paralēli magnētiskā lauka spēka līnijām, liek tai ap šīm līnijām vīties. Vispārīgā gadījumā lādētās daļiņas trajektorija atgādina spirāli, bet, ja $v \perp B$, tad daļiņa kustas pa riņķi.

plazmas straume viskozitātes dēļ iedarbojas uz magnētisko arku ar spēku, kas proporcionāls viskozitātes koeficientam, ķermeņa formai (plūsmas pretestību radošais ekvivalentais ķermeņa virsmas laukums) un plūsmas ātrumam. Arkas deformācija ir proporcionāla šim pieliktajam spēkam un apgriezti proporcionāla arkas elastībai, kas, savukārt, kā izrādās, ir proporcionāla magnētiskā lauka sprieguma kvadrātam.

Sā uzdevuma tālākajā risināšanas gaitā jāņem vērā, ka magnētiskā lauka spriegums, palielinoties augstumam, samazinās. Arkas virsotnē tas ir minimāls. Plazmas plūsmas spēka

* Magnētiskais spiediens — pretestība, ko magnētiskais lauks izrāda plazmai vai strāvu vadošam šķidrumam, kas kustas perpendikulāri magnētiskā lauka spēka līnijām. Magnētiskais spiediens p_H ir vienāds ar magnētiskās enerģijas blīvumu, t. i., $p_H = H^2/8\pi$, kur H ir magnētiskā lauka spriegums.

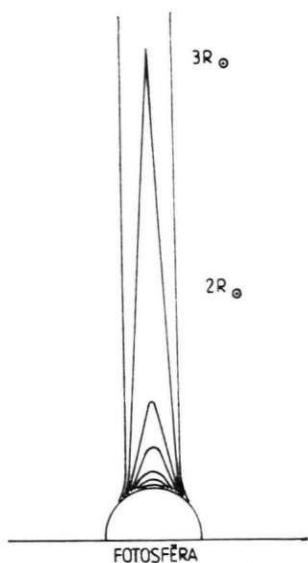


2. att. Augšupstrāvojošās plazmas plūsmas, kas aptek un caurvij magnētisko cilpu struktūru.

ietekmē šis spriegums var radīt progresējošu arkas virsējās daļas deformāciju, ko mehānikā sauc par materiāla tecēšanu. Rezultātā arkas augšdaļa izstiepjas garas cilpas veidā (sk. 3. att., kur parādīts magnētiskās arkas konfigurācijas pakāpenisko izmaiņu aprēķins, ko veicis G. Ļubimovs, kad sākotnējā arka tikusi uzdots pusaploces formā).

Sādas šauras izstieptas magnētiskās cilpas ļoti atgādina tos koronālā magnētiskā lauka veidojumus, ko sauc par strimeriem, un iepriekš aprakstītais mehānisms tātad var būt viens no šo veidojumu rašanās izskaidrojumiem. Ja turpmākie pētījumi liecinās par šīs shēmas atbilstību reālajai ainai, tad būs iezīmēta ne tikai jauna ievirze Saules atmosfēras uzbūves un struktūras izpratnē, bet arī jaunas iespējas tajā norisošo sarežģīto dinamisko procesu un līdz ar to Saules—Zemes sakaru tālākā un detalizētākā izpētē.

A. B a l k l a v s



3. att. Magnētiskās arkas virsotnes izstiepšanās plazmas plūsmas ietekmē.

Jaunas mazās planētas

Laikā no 1986. gada decembra līdz 1987. gada aprīlim Starptautiskais mazo planētu pētišanas centrs (Kembridžā, ASV) apstiprinājis nosaukumus 53 mazajām planētām. No tām 32 ieguvušas astronomu vārdus. Tās aplūkosim vispirms.

(2391) Tomita — japāņu astronoms Koičiro Tomita, strādājis Tokijas observatorijā (1947—1985), aktīvs mazo planētu un komētu novērotājs, atklājis komētu 1964 VI. Pazīstams vēl kā lielisks astronomijas popularizētājs; viņa grāmata «Pārrunas par komētām» izdota arī krievu valodā izdevniecībā «Znaņije» Maskavā 1982. gadā.

(2393) Suzuki — japāņu astronoms Keisins Sudzuki (dz. 1905. g.), Tokijas universitātes astronomijas profesors, praktiskās astronomijas speciālists, vairāku mācību grāmatu autors.

(2413) Van de Hulst — holandiešu astronoms Henks van de Hulsts, astrofizikas speciālists Leidenes observatorijā, īpaši darbojies gaismas izkliedes teorijā un radioastronomijā,

starp citu, paredzējis 21 cm starpvaigžņu udeņraža līnijas eksistenci.

(2615) Saito — japāņu astronoms Keidzi Saito, strādājis Tokijas observatorijā (1961—1985), galvenokārt pētījis komētu un meteoru fiziku; 1946. gadā, vēl būdams students, atklājis (neatkarīgi no A. Kamenčuka) novai līdzīgās zvaigznes Ziemeļu Vainaga T uzliesmojumu.

(3034) Climenhaga — Kanādas fiziķis un astrofiziķis Džons Klimenhaga, profesors Viktorijas universitātē, pētījis vēlo spektra klašu zvaigznes, starp citu — oglekļa izotopu attiecību oglekļa zvaigznēs.

(3066) McFadden — amerikāņu astronome Lusija-Anna Makfadena, Saules sistēmas mazo ķermeņu fizikas speciāliste Mērilendas universitātē.

(3169) Ostro — amerikāņu astronoms Stīvens Ostro, Kalifornijas Tehnoloģiskā institūta Reaktivās kustības laboratorijas līdzstrādnieks, speciālists Saules sistēmas ķermeņu pētījumos ar radiolokācijas metodēm. Apstrādājot kopīgi radara novērojumus un spožuma maiņas līknes redzamajā gaismā, Ostro daudzām mazajām planētām noteicis formu un rotāciju.

(3220) Murayama — japāņu astronoms Sadao Murajama, Nacionālā zinātnes muzeja sekcijas vadītājs, meteoritikas speciālists, novērojis arī Marsu.

(3227) Hasegawa — japāņu astronoms Īcuro Hasegava, sarakstījis grāmatas par debess mehāniku, pēta komētu orbītas un to evolūciju, izdod «Yamamoto circular». Šos cirkulārus, kas satur jaunāko informāciju par novām, komētām, Saules aktivitāti un citām ātri mainīgām astronomiskajam parādībām, saņem arī VAĢB Latvijas nodaļa.

(3236) Strand — amerikāņu astronoms Kajs Strands, kādreizējais ASV Jūras observatorijas zinātniskais direktors; izstrādājis īpašu fotogrāfisku metodi zvaigžņu paralaksu noteikšanai un noteicis tās ar lielu precizitāti daudzām zvaigznēm.

(3247) Di Martino — itāliešu astronoms Mario di Martino, mazo planētu fizikālo pētījumu speciālists Turīnas observatorijā.

(3248) Farinella — itāliešu astronoms Paolo Farinella, Saules sistēmas ķermeņu fizikas un dinamikas pētnieks Pizas universitātē.

(3253) Gradie — amerikāņu astronoms Džonatans Greidijs, Havajas universitātes Ģeofizikas institūta darbinieks, Saules sistēmas mazo ķermeņu fizikālo īpašību pētnieks.

(3255) Tholen — amerikāņu astronoms Deivids Tolens, Havajas universitātes Astronomijas institūta darbinieks, Saules sistēmas mazo ķermeņu fizikālo īpašību, kā arī Plutona un tā pavadoņa Harona pētnieks.

(3267) Glo — amerikāņu astronome Eleonora (saukta Glo) Helina, Kalifornijas Tehnoloģiskā institūta Reaktivās kustības laboratorijas darbiniece, īpaši pēta Zemei tuvu pieņākošās mazās planētas. Svarīgākais atklājums — planēta 1976 AA, kas vēlāk ieguva 2062. numuru un nosaukumu «Aten», tā bija pirmā planēta pilnīgi jaunā mazo planētu klasē, kuras pārstāvēm orbītu lielā pusass ir mazāka par 1, tātad to orbītu lielākā daļa atrodas iekšpus Zemes orbītas.

(3295) Murakami — japāņu astronoms Tadžosi Murakami (1907—1985), Hirosimas universitātes astronomijas profesors, meteoritikas speciālists; popularizējis astronomiju, sarakstīdams daudzus populārzinātniskus rakstus un grāmatas. Viņa tēvs Harutaro Murakami bija Mēness kustības pētnieks.

(3308) Ferreri — Turīnas observatorijas darbinieks Valters Ferrēri, atklājis vairākas jaunas mazās planētas.

(3368) Duncombe — amerikāņu astronoms Reinors Dankombs, astrometrijas un debess mehānikas speciālists, ASV «Nautical Almanac Office» direktors (1963—1975), pēc tam — astronoms Teksasas universitātē. Savā laikā bija viens no pionieriem ZMP orbītu noteikšanā un modernās skaitļošanas tehnikas ieviešanā astronomijā; bijis žurnāla «Celestial Mechanics» atbildīgais redaktors. Pēdējos gados nodarbojas ar Habla kosmiskā teleskopa astrometrijas programmu izstrādi.

(3370) Kohsai — japāņu astronoms Hiroki Kosai, izcils mazo planētu un komētu novērotājs un astronomijas popularizētājs. Atklājis komētu 1976 XVI.

(3379) Oishi — japāņu astronoms Hideo Oisi, mazo planētu orbītu aprēķinātājs un daudzu nenumurēto planētu identificētājs, Japānas Astronomijas biedrības mazo planētu cirkulāru izdevējs.

(3383) Koyama — japāņu astronome Hisako Kojama, Tokijas Nacionālā zinātnes muzeja (Tokijā) darbiniece, kura kļuvusi pazīstama ar Saules novērojumiem.

(3396) Muazzez — skaitļotāju operators Smitsona Astrofizikas observatorijas Skaitļošanas centrā Muazess Lomillers; nodarbojas tieši ar mazo planētu novērojumu datiem un mazo planētu cirkulāru sastādīšanu.

(3415) Danby — amerikāņu astronoms Džons Maikls Antonijs Denbijs, debess mehānikas speciālists; agrāk spēlējis oboju Londonas filharmonijas orķestrī.

(3416) Dorrit — amerikāņu astronome Dorita Hofleite, maiņzvaigžņu pētījumu speciāliste, Marijas Mičelas observatorijas direktore (1957—1978), vēlāk astronome Jeila observatorijā, kur piedalās astrometrisko zvaigžņu katalogu sastādīšanā.

(3425) Hurukawa — japāņu astronoms Kiičiro Hurukava, Tokijas observatorijas darbinieks, daudzu mazo planētu identificētājs un orbītu aprēķinātājs, arī to novērotājs.

(3426) Seki — japāņu astronomijas amatieris Cutomu Seki, pēc profesijas mūzikas skolotājs; laikposmā no 1961. gada līdz 1970. gadam vizuāli atklājis sešas komētas.

(3430) Bradfield — austrāliešu astronomijas amatieris Viljams Bredfilds, pēc profesijas raķešu inženieris. Ar pašgatavotu reflektoru atklājis 13 komētas.

(3435) Boury — franču astronoms Arsēns Buri (1934—1982), speciālists teorētiskajā astrofizikā, galvenokārt zvaigžņu evolūcijas pētījumos.

(3472) Uppgren — amerikāņu astronoms Arturs Uppgrēns, Van Vleka observatorijas direktors, speciālists zvaigžņu paralakšu un īpatnējo kustību noteikšanā ar fotogrāfiskām metodēm. Starptautiskās astronomijas savie-

nības 24. komisijas (Fotogrāfiskā astrometrija) prezidents laikposmam no 1985. gada līdz 1988. gadam.

(3485) Barucci — itāliešu astronoms Antonello Baruči, Romas Kosmiskās astrofizikas institūta darbinieks, mazo planētu fizikālo īpašību pētnieks.

(3486) Fulchignoni — itāliešu astronoms Marčello Fulkinjoni, Romas universitātes fizikas profesors un Kosmiskās astrofizikas institūta direktors, Mēness un planētu fizikas un ģeoloģijas pētnieks.

(3499) Hoppe — vācu astronoms Johanness Hope (1907—1987), Frīdriha Sillera Jēnas universitātes astronomijas profesors (1959), meteoru un ar tiem saistīto parādību pētnieks, monogrāfijas «Planeten, Sterne, Nebel» (1961) autors.

Citu nozaru zinātniekiem veltītas mazās planētas (2858) Carlosporter — Čīles zoologs Karlss Porters (1867—1942), (3064) Zimmer — Beļģijas smalkmehāniķis un pulksteņmeistars Luijs Cimmers (1888—1970), starp citu, izgatavojis arī astronomiskos pulksteņus, un (3161) Beadell — Austrālijas topogrāfs un ģeogrāfs Lens Bidels. (3412) Kafka — austriešu rakstnieks Francs Kafka (1883—1924); (3375) Amy, (3489) Lottie un (3532) Tracie veltītas astronomu ģimenes locekļiem. (3391) Sinon un (3540) Protesilaos — grieķu karavīri, Trojas kara varoņi. No mitoloģijas ņemti vārdi (3361) Orpheus, (3553) Mera un (3554) Amun. Ģeogrāfiski nosaukumi piešķirti septiņām planētām: (3111) Misuzu, (3249) Musashino, (3290) Azabu, (3319) Kibi, (3320) Namba, (3392) Setouchi — vietas Japānā, kurās atrodas astronomiskās observatorijas; (3495) Colchagua — Čīles province. Īpatnēji veidots nosaukums (3496) Arieso — tajā ietverti divu iestāžu nosaukumi — «Astronomisches Rechen-Institut» un «European Southern Observatory». Visbeidzot, (3162) Nostalgia atgādina atmiņas par kaut ko labu, kā vairs nav...

I. Rudzinska, M. Dīriķis



OTRĀ EKSPEDĪCIJA UZ ORBITĀLO STACIJU „MIR”

Kā jau ziņojām,* kopš 1986. gada 20. februāra orbītā ap Zemi atrodas padomju orbitālā stacija «Mir». 1986. gadā no 15. marta līdz 5. maijam un no 26. jūnija līdz 16. jūlijam tajā strādāja pirmā ekspedīcija. 1987. gada 6. februārī kosmosa kuģī «Sojuz TM-2» uz staciju «Mir» devās otrās ekspedīcijas pamatapkalpe — kuģa komandieris PSRS lidotājs kosmonauts Jurijs Romanenko (piedalījies divās ekspedīcijās uz orbitālo staciju «Salūts-6»: 1977./78. un 1980. g.) un bortinženieris Aleksandrs Laveikins, kuram šis ir pirmais lidojums kosmosā. Ekspedīcijas programma ietver stacijas iekārtu un aparatūras montāžu un regulēšanu, dažādus zinātniskus un tehnoloģiskus eksperimentus un pētījumus. Jaunajā stacijas «Mir» ekspluatācijas etapā paredzēts uz tās bāzes izveidot patstāvīgi darbojošos pilotējamo orbitālo kompleksu ar specializētiem zinātniskiem un tehnoloģiskiem moduļiem. Jāpiebilst arī, ka šis ir pirmais sērijas «Sojuz TM» transportkuģa lidojums ar apkalpi — iekļauti tā izmēģinājumi pilotējamā režīmā.

8. februārī kuģis «Sojuz TM-2» sakabinājās ar staciju «Mir» no tās pārejas nodalījuma puses, kosmonauti pārgāja stacijas telpās un uzsāka tās sistēmu dekonservāciju un sagatavošanu darbam. Ekspedīcijas pirmajos divos mēnešos apkalpes darbs bija saistīts galvenokārt ar automātisko transportkuģu atgādāto iekārtu uzstādīšanu, regulēšanu un izmēģinā-

šanu. Jau 18. janvārī ar staciju bija sakabinājies 16. janvārī startējušais automātiskais transportkuģis «Progress-27». Orbitālā kompleksa sastāvā tas lidoja līdz 23. februārim, vēl pēc divām dienām tika nobremzēts, iegāja atmosfēras blīvajos slāņos un pārstāja eksistēt. Nākamais automātiskais transportkuģis — «Progress-28» — startēja, sakabinājās ar staciju, atdalījās no tās un tika nobremzēts attiecīgi 3., 5., 26. un 28. martā. Abi transportkuģi atveda uz staciju gan dažādu aparatūru, gan arī degvielu apvienotajai dzinējiekārtai un ūdeni, ar kuģu dzinējiem tika izdarītas pa divām kompleksa orbītas korekcijām. Atvestās aparatūras vidū bija iekārta «Korund» — pusvadītāju materiālu ražošanai mikrogravitācijas apstākļos un iekārta «Pion-M» — termodinamisko parādību pētīšanai šķidrās vidēs. Kosmonauti tās sagatavoja darbam un tad uzsāka eksperimentu programmu. Pie stacijas iluminatora viņi uzstādīja stacionāro fotoaparātu «KATE-140». Kosmonauti montēja un regulēja arī citas stacijas dienesta un zinātniskās iekārtas, veica fotogrāfiskus, vizuālus un spektrometriskus Zemes virsmas novērojumus, kontrolēja savu veselības stāvokli.

1987. gada 31. martā ar nesējraķeti «Proton» orbītā ap Zemi tika ievadīts specializētais astrofizikālais modulis «Kvants». 5. aprīlī bija paredzēta tā sakabināšanās ar staciju «Mir» (no agregātu nodalījuma puses, kur parasti tiek piekabināti automātiskie transportkuģi). Līdz aptuveni 200 m attālumam abu kosmisko aparātu tuvošanās noritēja normāli, taču noslēguma etapā tuvošanās tika apturēta, jo «Kvanta» vadības sistēma bija konstatējusi novirzi no paredzētā

* Sk. «Zvaigžņotā Debess»: 1986. gada rudens, 21.—23. lpp.; 1986./87. gada ziema, 25.—27. lpp.

režīma. Vēlākā telemetrijas datu analīze parādīja, ka šādas novirzes fiksēšanas kritēriji bijuši pārāk stingri, un pēc izmaiņām tuvošanās vadības programmās 9. aprīlī abi aparāti sakabinājās. Taču likstas ar to nebeidzās, jo sakabināšanās beigu fāze — stacijas un moduļa savilkšana — automātiski tika pārtraukta, kad līdz galastāvoklim vēl bija atlikusi daži centimetri. Iemesls varēja būt sakabināšanās mezgla bojājums vai kāds mezglā iekļuvis svešķermenis. Kad arī atkārtoti savilkšanas mēģinājumi un mezgla apskate caur iluminatoru un ar ārējo telekameru palīdzību neieviesa skaidrību, tika nolemts, ka stacijas apkalpei jāiziet atklātā kosmosā un jāizdara sakabināšanās mezgla apskate un, ja nepieciešams, remonts. Šis uzdevums tika veikts naktī uz 12. aprīli. Darbs ārpus stacijas ilga 3 stundas 40 minūtes. Kad abi kosmiskie aparāti, izbīdot sakabināšanās stieni, bija attālināti par dažiem desmitiem centimetru, kosmonauti konstatēja, ka sakabināšanās mezgls nav bojāts, bet starp staciju un moduli bija iespiests liels (40×40 cm) auduma vīkšķis. Ar līdzpaņemtajiem instrumentiem to sadalīja gabalos un aizvāca. Tad pēc komandas no Zemes stacija un modulis tika savilkti, apkalpei šo procesu vērojot no stacijas ārpuses. Līdz ar to orbītā ap Zemi bija izveidots trīs kosmisko aparātu komplekss, kura garums sasniedza 35 metrus, bet kopējā masa — 51 tonnu.

«Kvanta» astrofizikālās aparatūras komplekss ietver orbitālo rentgenobservatoriju «Rentgens» un ultravioleto teleskopu «Glazar». Observatorijas «Rentgens» sastāvā ir teleskops ar ēnu masku, kura izšķirtspēja sasniedz dažas loka minūtes, tā apgādāta arī ar rentgenspektrometru komplektu, kas ļauj reģistrēt starojumu un detalizēti pētīt spektru 2—800 keV diapazonā. Observatorijas komponenti izgatavoti PSRS, Lielbritānijā, VFR, Nīderlandē, Eiropas kosmonautikas pārvaldes (ESA) rūpnīcās. Arī ultravioletais teleskops «Glazar» ir starptautiskas sadarbības rezultāts — tā izveidošanā piedalījušies PSRS un Šveices speciālisti.

Laikā nodrošinātu astrofizikālo instrumentu precīzu notēmēšanu un stabilitāti novērojumu seansu laikā, modulis «Kvants» apgādāts ar magnētiskā lauka iekarē uzstādītu žiroskopu

sistēmu. Moduļi atrodas arī elektroforēzes iekārta «Svetlana» bioloģiski aktīvu vielu izmēģinājuma partiju ražošanai, ūdens elektrolīzes sistēma, kura kalpos kā skābekļa papildu avots. Ar moduļa starpniecību uz staciju atgādātas arī citas kravas, to vidū papildu Saules bateriju paneļi, kurus paredzēts uzstādīt turpmākajā ekspedīcijas gaitā.

13. aprīlī no «Kvanta» atdalīja dienesta moduli, kurš bija nodrošinājis manevrēšanu un sakabināšanos ar staciju. Tādējādi atbrīvojās otrs «Kvanta» sakabināšanās mezgls, pie kura turpmāk pieslēgsies automātiskie transportkuģi. Visas kravas operācijas tiks veiktas caur «Kvantu». Kārtējais automātiskais transportkuģis «Progress-29» startēja 21. aprīlī un pēc divām dienām sakabinājās ar orbitālo kompleksu. Tā lidojums kompleksa sastāvā ilga līdz 11. maijam. Atvestās kravas bija degviela, ūdens, pārtika, pasts, dažādas iekārtas un aparatūra.

Kosmonautu darbalauks līdz ar moduļa «Kvants» pievienošanu kompleksam bija ievērojami paplašinājies. Vajadzēja dekonservēt, sagatavot darbam un izmēģināt klāt nākušo aparatūru. Sakarā ar izmaiņām kompleksa konfigurācijā bija būtiski jāmaina orientācijas dzinēju darba režīms, šai nolūkā kosmonauti nomainīja borta skaitļošanas kompleksā patstāvīgās atmiņas bloku ar atbilstošu programmu. Tika veikti eksperimenti kompleksa orientēšanā, izmantojot žiroskopu sistēmu. Šīs sistēmas lietošana ļaus ievērojami ietaupīt kompleksa orientēšanai patērējamo apvienotās dzinējsistēmas degvielu. Pirmie novērojumi ar observatoriju «Rentgens» tika izdarīti 9. jūnijā (rentgenteleškops bija vērstis uz Lielajā Magelāna Mākonī nesen uzliesmojušo supernovu, 10. un 11. jūnijā — arī uz neitronu zvaigzni Gulbja zvaigznājā). Turpinot augstāko augu un citu bioloģisko objektu attīstības pētījumus kosmiskajā lidojuma apstākļos, kosmonauti uzsāka eksperimentu sēriju ar iekārtām «Fiton» un «Rost». Tika veikti arī tehnoloģiski eksperimenti metāla pārklājumu uzklāšanā un daudzkomponentu sakausējumu iztvaicēšanā kosmiskajā vakuumā, ģeofizikāli novērojumi, to vidū arī novērojumi šaurās spektra joslās. 21. maijā ar orbitālo kompleksu sakabinājās divas dienas iepriekš startējušais automātiskais transportkuģis «Progress-30».

Lai palielinātu orbitālā kompleksa elektroapgādes sistēmas jaudu, stacijā «Mir» tika uzstādīta papildu akumulatoru baterija. Šai pašā nolūkā 12. un 16. jūnijā kosmonauti divas reizes izgāja atklātā kosmosā, kur samontēja stacijas trešo Saules bateriju. Pirmajā darba seansā, kas ilga 1 stundu 53 minūtes, uz montāžas vietu tika atnesta un uzstādīta Saules baterijas apakšējā stāva nesošā kopne un divas fotoelektrisko pārveidotāju sekcijas. Uzstādāmo konstrukciju lielo izmēru dēļ tās pirms iznešanas ārpus stacijas nācās novietot blakus slūžu kamerai esošajā transportkuģa «Sojuz TM-2» sadzīves nodalījumā, dehermetizējot arī to.

Otrajā darba seansā kosmonauti iznesa un samontēja baterijas augšējā stāva nesošo kopni un pie tās — divas fotoelektrisko pārveidotāju sekcijas. Pēc tam Saules bateriju pievienoja stacijas elektriskajam tīklam un ar speciālu mehānismu izvērša pilnā garumā — tā ir 10,6 m gara, derīgais laukums — 22 kvadrātmetri. Pirms atgriešanās stacijā kosmonauti uzstādīja uz tās virsmas kasetes ar konstrukciju un siltumaizsardzības materiālu paraugiem. Ārpus stacijas šoreiz bija pavadītas 3 stundas 15 minūtes.

(Pēc padomju preses materiāliem)

NESĒJRAKETE „ENERĢIJA”

Kosmosa apgūšanas ēras 30. gada beiguposms vainagojies ar izcilu panākumu, kurš paver kvalitatīvi jaunas iespējas mūsu valsts kosmonautikai: izmēģināta lidojumā nesējraķete «Enerģija», kurai celtspēja ir vairāk nekā 100 tonnas — piecas reizes lielāka nekā raķetei «Protons». Ar jauno kosmosa transportlīdzekli varēs palaist gan daudzkārt izmantojamus orbitālos kuģus (kosmoplānus), gan lielus orbitālo staciju moduļus un citus sevišķi smagus kosmiskos aparātus.

Tāpat kā visām agrākajām daudzmaiz jaudīgajām padomju nesējraķetēm, arī «Enerģijai» pirmo pakāpi veido identiskas konstrukcijas sānu bloki, bet otro pakāpi — centrālais bloks, visi — ar šķidro raķeškurināmo darbināmi. Taču citādi jaunā īpaši lielās jaudas nesējraķete principiāli atšķiras no tās pārdesmit gadus vecākajām un celtspējā daudz pieticīgākajām priekštečēm. Salīdzinājumā ar raķetēm «Kosmos», «Vostok», «Sojuz» un «Protons», tajā izmantota daudz efektīvāka degviela — šķidrās ūdeņradis (otrajā pakāpē, kopā ar šķidro skābekli oksidētāja lomā). «Enerģijas» tehnisko stāvokli kontrolē un lidojumu vada spēcīga skaitļošanas tehnika — trīs cits citu dublējoši divprocesoru

skaitļotāji, kuri saņem informāciju no diviem tūkstošiem dažādu sensoru.

«Enerģijai» ir vairākas iezīmes, kuras padara to unikālu ne vien mūsu valstis, bet arī visas pasaules nesējraķešu vidū. Savu uzdevumu izpildījušās pakāpes tai nevis iet bojā, ar kosmisku ātrumu iedrāzdamās atmosfēras blīvajos slāņos vai triekdamās pret zemes virsmu, bet gan nolaižas uz tās. Derīgā krava tiek nevis uzstādīta centrālā bloka virsotnē, bet gan piestiprināta tam sānos. (Šādā gadījumā, pat ja kravai ir lielas aerodinamiskās virsmas, kādas raksturīgas kosmoplānam, vēja iedarbība uz tām neapdraud lidaparāta stabilitāti.) Raķete nevis ievada kravu tieši orbitā, bet gan paceļ vajadzīgajā augstumā un piešķir ātrumu, kas tuvs orbitālajam, pilna ātruma sasniegšanu uzliekot pašas kravas dzinējiekārtai. (Šādā variantā augšējā pakāpe atgriežas atmosfērā bez īpašas bremsēšanas.) Visbeidzot, pašreizējā situācijā, kad amerikāņu nesējraķetes «Saturn-5» ekspluatācija ir negrozāmi izbeigta, «Enerģija» ilgi būs vienīgais īpaši lielas jaudas kosmosa transportlīdzeklis pasaulē. (Otro spēcīgāko mūsdienu transportlīdzekli — «Space Shuttle» tipa kosmoplānu, kuram gandrīz 75% orbitā nonāko-

Spēcīgākie kosmosa transportlīdzekļi

Raksturlielumi \ Transportlīdzeklis, valsts	Nesējraķete «Saturn-5» (ASV)	Nesējraķete «Energija» (PSRS)	Kosmoplāns «Space Shuttle» (ASV)
Starta masa (ar kravu), t	2950	>2000	2050
Maks. orbītu sasniedzošā masa, t	140	>100	115
Maks. derīgās kravas masa, t	130	>100	30*
Pakāpju skaits, to iedarbināšana	3, secīgi	2, reizē	2, reizē
Pirmā pakāpe: degviela un oksidētājs dzinēju skaits un vilce, T	apakšējā petr.+O ₂ 5×790	4 sānu bloki petr.+O ₂ 4×800	2 sānu bloki cietā 2×1400
Otrā pakāpe: degviela un oksidētājs dzinēju skaits un vilce, T	vidējā H ₂ +O ₂ 5×105	centr. bloks H ₂ +O ₂ 4×200	orb. lidm.** H ₂ +O ₂ 3×220***
Trešā pakāpe: degviela un oksidētājs dzinēju skaits un vilce, T	augšējā H ₂ +O ₂ 1×105	— — —	— — —
Pirmais izmēģinājums	1967 XI	1987 V	1981 IV
Ekspluatācijas sākums	1968 XII	—	1982 XI
Ekspluatācijas beigas	1973 V	—	—
Lidojumu kopskaits	13	1	25
Neveiksmju skaits	—	—	1

* Neskaitot apkalpes un tai nepieciešamo vielu un ierīču masu.

** Ar atdalāmu ārējo degvielas un oksidētāja tvertni.

*** Režīmā, kad dzinēju vilce ir 104% nominālās vērtības.

Piezīmes. 1. Norādīta dzinēju vilce vakuuma apstākļos; normāla atmosfēras spiediena apstākļos (startā) tā ir par 10—20% mazāka.

2. Norādīts lidojumu skaits līdz 1987. gada 30. jūnijam.

šās masas aizņem pati orbitālā lidmašīna, jaunā padomju raķete pārspēs tirajā kravas celtnespējā vairāk nekā trīs reizes.)

«Energijas» pirmais izmēģinājuma lidojums notika 1987. gada 15. maijā un bija visnotaļ

veiksmīgs (krava nenonāca orbītā savas orientācijas sistēmas kļūmes dēļ).

E. Mūkins

JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ

★★ Amerikāņu nesējraķetes «Atlas-Centaur» avāriju 1987. gada 27. martā, kuras rezultātā gāja zudumā ASV militārais sakaru pavadoņs, izraisījis zibens trāpījums. Tādēļ nolemts nekādas izmaiņas raķetes konstrukcijā neieviest, bet turpmāk jo stingrāk vērtēt meteoroloģiskos apstākļus starta brīdī.



SRINIVASA RAMANUDŽANS

1987. gada 22. decembrī paiet 100 gadu, kopš dzimis viens no ģeniālākajiem matemātiķiem — indietis Srinivasa Ramanudžans. (Sanskrita valodā «srinivasa» nozīmē «ass sirpis», «sirpja asmens»; «ramānadžana» — «laimīgs cilvēks».) Viņa tēvs un vectēvs bija nabadzīgi rēķinveži Kumbakonamā, kas atrodas uz dienvidiem no Madrasas Indostānas pussalā, bet māte — nabadzīga brahmaņu ierēdņa — tiesu izpildītāja meita.

Saskaņā ar brahmaņu paražām, Ramanudžans nepilnu piecu gadu vecumā sāka apmeklēt vietējo indiešu pamatskolu, bet pēc diviem gadiem pārgāja uz augstāka tipa skolu Kumbakonamā, kur bija viens no labākajiem skolēniem. Interese par matemātiku viņā pamodās agri. Mācīdamies 4. klasē, viņš aizņēmas no kāda studenta trigonometrijas mācības grāmatu un apguva to tik labi, ka varēja palīdzēt grāmatas īpašniekam atrisināt sarežģītākos trigonometrijas uzdevumus. Vēl pēc diviem gadiem zēns sāka studēt Kera grāmatu — matemātikas konspektu*, kurā sistemātiski sakārtotas 6165 teorēmas, kas aptver algebru, ģeometriju un matemātisko analīzi un dotas galvenokārt bez pierādījumiem. Viņa priekšā līdz ar to paverās jauna pasaule. Ramanudžans sāka pats pierādīt grāmatā dotās formulas, tomēr stingru pierādījumu trūkums ietekmēja viņa domāšanas veidu, un vēlāk viņš nereti arī savus matemātiskos rezultātus deva bez pierādījumiem (dažus no tiem matemātiķi mēģina noskaidrot vēl tagad).

Iepazīnies ar minētās grāmatas saturu, Ramanudžans pats sāka veikt oriģinālus pētījumus,

kuru rezultātus atzīmēja savās vēlāk tik slavētajās piezīmju burtnīcās. Viens no pirmajiem viņu ieinteresēja jautājums par riņķa kvadrāturu. Ramanudžans atrada tik precīzus skaitļa π tuvinājumus, ka, pēc tiem aprēķinot ekvatora garumu, kļūda nepārsniedz dažas pēdas. Piemēram, formula $\pi \approx \frac{63}{25} \frac{17+15\sqrt{5}}{7+15\sqrt{5}}$ dod kļūdu 10^{-9} .

Šādu π aproksimācijas formulu, kuru iegūšanā izmantota modulāro funkciju teorija, viņam ir daudz. Visprecīzākā formula dod π ar 31 pareizu decimālzīmi.*

Drīz Ramanudžans pārorientējās uz algebru un analīzi. Bieži vien viņš no rīta pamodies tūlīt sēdās pie galda un bez stingra pierādījuma sāka rakstīt dažādas sarežģītas matemātiskas formulas, apgalvodams, ka tās viņam sapņos pateikusi dieviete Namagiri. Nespeciālistam šīs formulas nav saprotamas, tādēļ teikto ilustrēsim tikai ar vienu no vienkāršākajiem piemēriem:

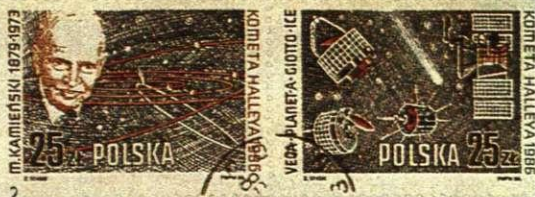
$$1 - 5\left(\frac{1}{2}\right)^3 + 9((1 \cdot 3)/(2 \cdot 4))^3 + \dots + (-1)^n \times \\ \times (4n+1)((1 \cdot 3 \dots (2n-1))/(2 \cdot 4 \dots 2n))^3 + \dots = 2\pi$$

Dažas no šāda veida formulām vēl tagad nav pierādītas.

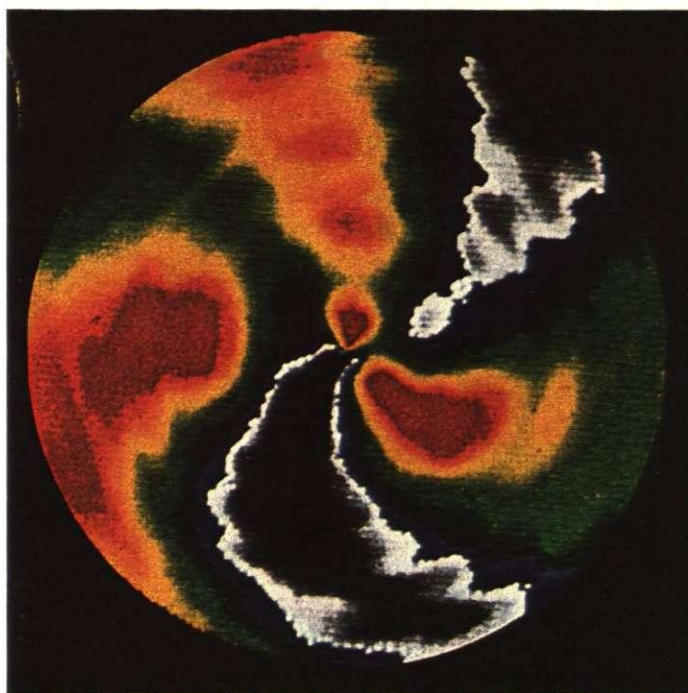
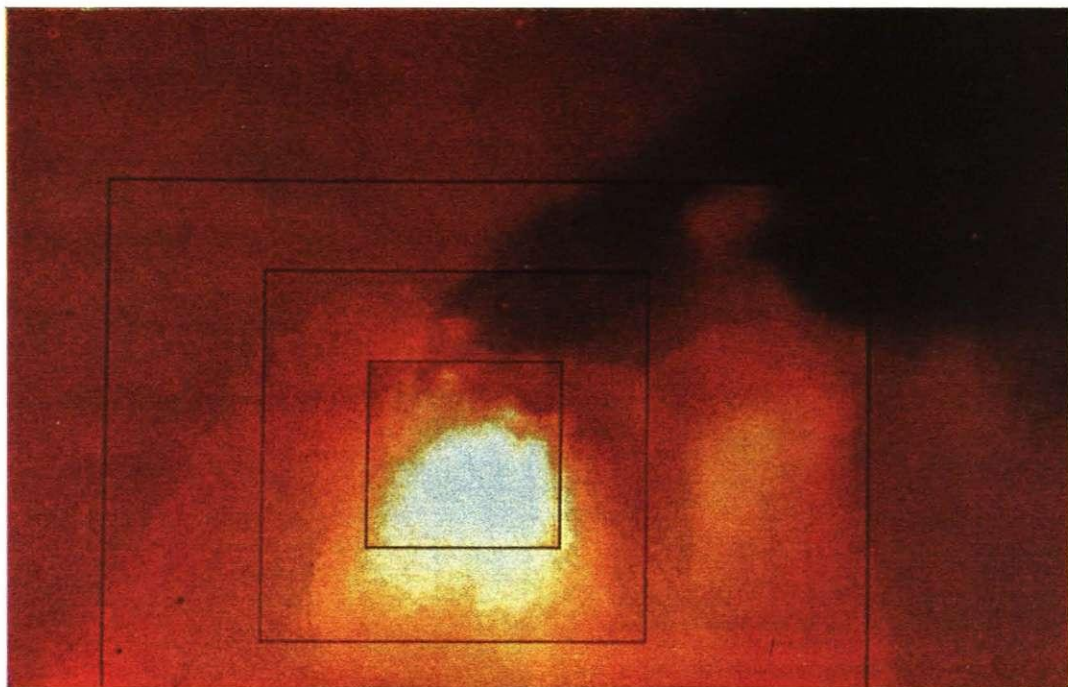
1903. gadā Ramanudžans iestājās Madrasas universitatē. Tomēr viņš bija tā aizrāvis ar matemātiku, ka citiem priekšmetiem nepievērsa uzmanību, lekciju laikā bija pārņemts ar savām

* Afbilstošo skaitli var iegūt, ņemot atsevišķo vārdu burtu summu šādā teicienā: «Var i mani, i citus interesēt tā dzejas rinda, kur vārdi pareizos decimālos ciparus pastāstīt māc. Re, cik noderīga rīme iznāca. Ir jādodomā ļoti maz, tik jāskaita, cik ir burtiņu attiecīgā vārdā.» Nākošais cipars ir 0.

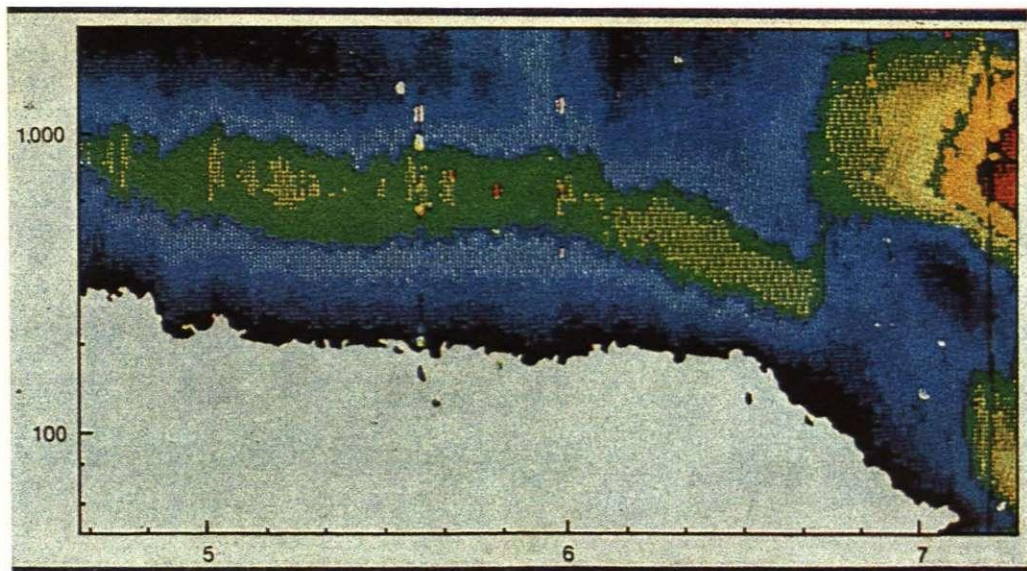
* Carr G. S. A synopsis of elementary results in pure and applied mathematics. London, 1880—1886, vol. 1, 2.



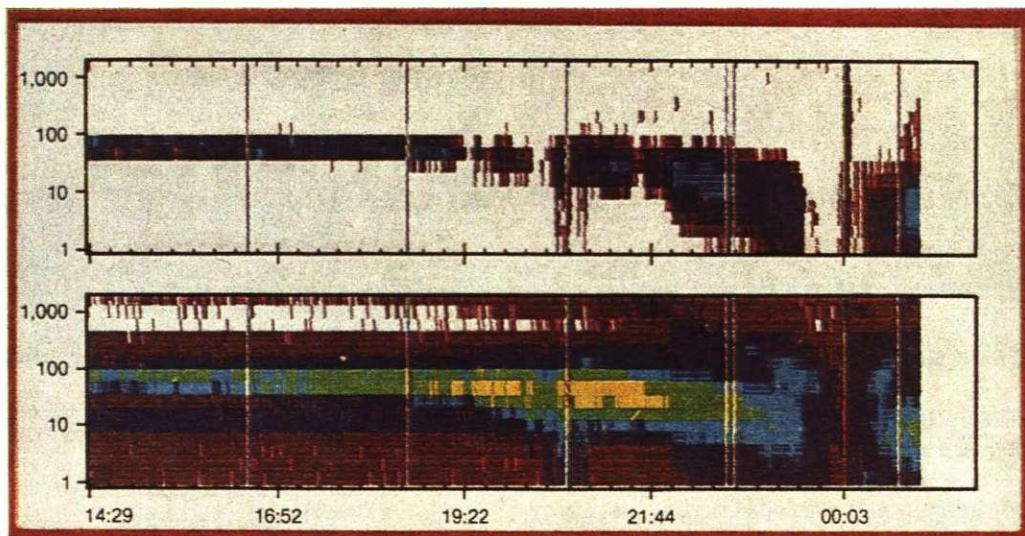
Sk. J. Francmaņa rakstu «Haleja komēta pastmarkās».

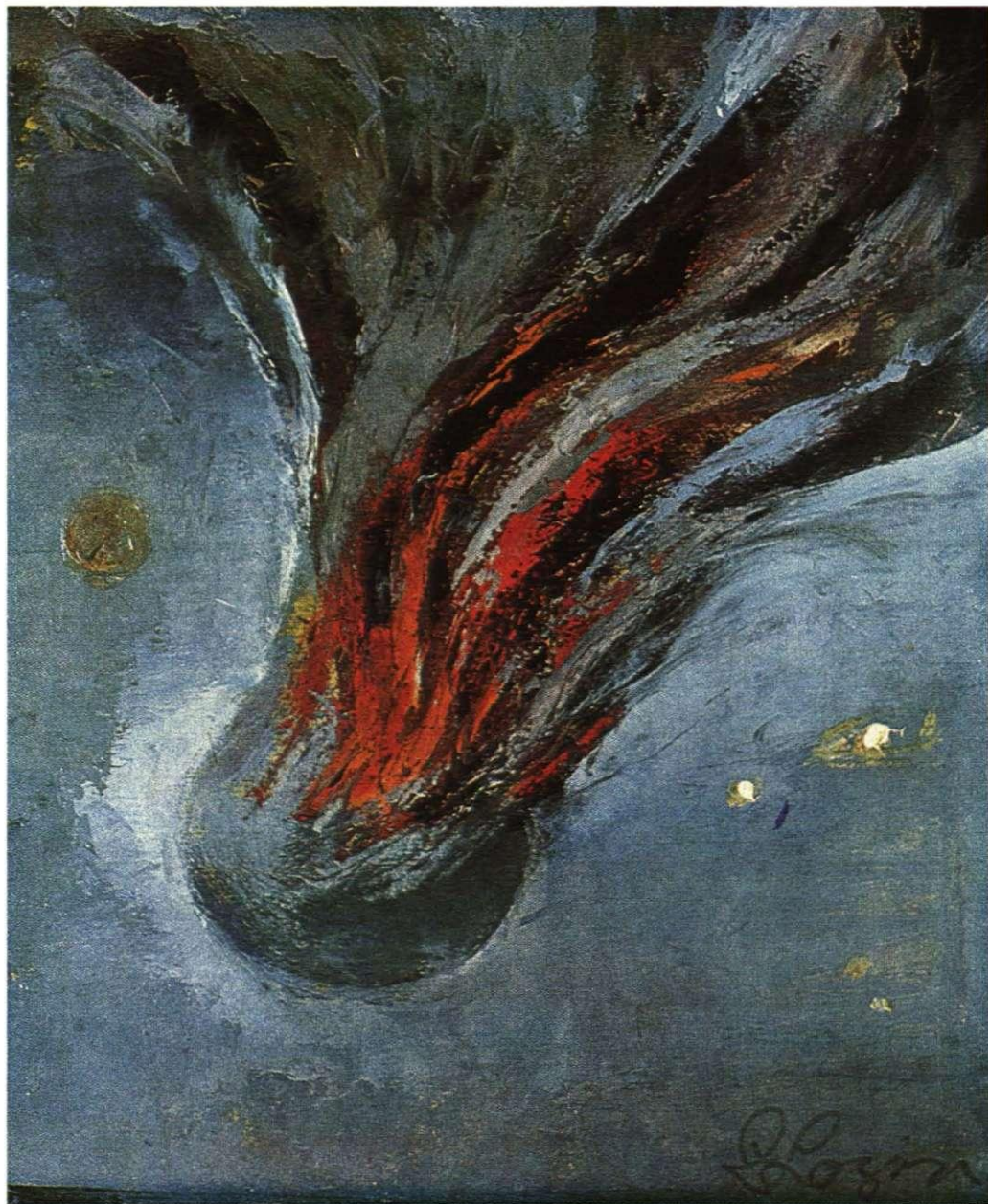


Augšā — Haleja komētas ļoti tumšais kodols un no tā saulup (uz leju) izplūstošie spožie gāzu un putekļu fontāni. Attēls elektroniski samontēts no četriem uzņēmumiem, kurus automātiskā stacija «Giotto» ieguvusi, attālumam samazinoties no 20 000 km uz 5000 km, un kuri rāda aizvien mazākus kodola fragmentus aizvien sīkākās detaļās (ceturtais — 4×4 km² ar apmēram 50 m izšķirtspēju). Attēla gaišākajās vietās kontrasts palielināts, tādējādi padarot saskatāmu arī Saulei pievērsto kodola malu, kuru neapstrādātos uzņēmumos (sk. «Zvaigžņotās Debess» 1987. gada pavasara krāsu ielikumu) slēpj spožie fontāni. *Pa kreisi* — no Haleja komētas kodola izplūstošās CN molekulu strūklas. Attēls, kurš aptver apgabalu 120 000 km diametrā, uzņemts Pērtas observatorijā (Austrālijā) caur šīs gāzes spektra joslai pieskaņotu gaismas filtru un elektroniski izkrāsots atbilstoši spožumam.



Haleja komētas ietekme uz starpplanētu plazmu. Gar horizontālo asi atlikts laiks stundās, gar vertikālo asi — plazmas daļiņu (jonu vai elektronu) enerģija; ar dažādām krāsām atainots, cik daudz norādītās enerģijas daļiņu automātisko staciju aparātūra reģistrējusi attiecīgajā brīdī: ar dzeltenu — daudz, ar zilu — mazāk utt., ar baltu — nemaz. «Giotto» veicis mērījumus (*apakšā*), attālumam līdz komētai vispirms samazinoties no 2 250 000 km uz 600 km (ap 0h) un pēc tam atkal pieaugot līdz 250 000 km, turklāt ar diviem dažādi orientētiem uztvērējiem. Pārmaiņas laikposmā no 19h30m līdz 20h15m saistītas ar triecienviļņa šķērsošanu, krāsais minimums no 23h15m līdz 0h20m atbilst lidojumam kometopauzes ietvertajā apgabalā. «Vegas-2» mērījumi (*augšā*) veikti, attālumam samazinoties no 230 000 km uz 14 000 km, un detalizēti parāda, cik krasi mainījusies daļiņu tipiskākā enerģija (būtībā — dominējošo jonu masa) laikposmā no 6h43m līdz 6h45m, kad tikusi šķērsota kometopauze.





Zenta Logina, Brīdinājums. 1983. Mets sienas segai. Eļļa. 31×24.

problēmām. Tādēļ viņu nepārcēla uz nākamo kursu un viņš zaudēja stipendiju. 1906. gadā Ramanudžans iestājās citā Madrasas koledžā, bet saslima un atkal izstājās. Mēģinājums 1907. gadā nolikt eksāmenus par pirmajiem diviem kursiem kā eksternam bija neveiksmīgs.

1910. gadā daži ietekmīgi indieši, kas bija iepazinušies ar Ramanudžana spējām matemātikā, izgādāja viņam uz dažiem mēnešiem rēķinveža vietu, bet pēc tam viņš iztikas līdzekļus ieguva ar privātsundām un dzīvoja ļoti trūcīgi. Kāds labvēlis, kas vienu laiku deva Ramanudžanam stipendiju no saviem līdzekļiem, raksturo viņu šādi: «Neliela auguma dīvaina figūra, drukns, neskuvies, ne sevišķi tīrs, nožēlojami nabadzīgi ģērbies, bet ar spīdošām acīm.»

1912. gadā Ramanudžans sāka strādāt par ierēdni Madrasas ostas trestā par 30 rūpijām mēnesī (tolaik 1 angļu sterliņu mārciņa bija 18 rūpijas). 1911. gadā viņš bija publicējis savu pirmo rakstu Indijas matemātiķu biedrības žurnālā — par Bernulli skaitļiem, 1912. gadā — divus īsus darbus analīzē un algebrā un 1913. gadā — vēl divus. Tajā pašā žurnālā viņš ievietoja dažādus matemātikas uzdevumus. Ramanudžanam ieteica iepazīstināt ar saviem iegūtajiem rezultātiem angļu matemātikas profesoru G. H. Hārdiju Kembridžā, un 1913. gada janvārī viņš aizsūtīja Hārdijam vēstuli un pāri par 100 savu formulu un teorēmu, lūdzot iepazīties ar tām. Hārdijs lielāko daļu teorēmu nespēja pierādīt, toties viņam bija skaidrs, ka to autors ir ģeniāls matemātiķis.

Iepriekš minēto formulu Hārdijs atrada Ležandra polinomu teorijā, bet Ramanudžans bija atsūtījis vēl analogu formulu, kuras kreisajā pusē pakāpes rādītājs ir 5, bet rindas summa ir $2/(\Gamma(3/4))^4$. To pierādīt Hārdijs nespēja. Viņš domāja, ka Ramanudžana rīcībā ir vispārīgs paņēmieni, kā iegūt šāda tipa formulas, tikai viņš savā vēstulē to nav atklājis.

Piemetināsim, ka abas minētās rindas ir vispārīgas hiperģeometriskas funkcijas ${}_pF_p$ speciālgadījumi, kad

$${}_pF_p = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(5/4)_n ((1/2)_n)^p (-1)^n}{(1/4)_n ((1)_n)^{p-1} n!},$$

$$(a)_n = a(a+1) \dots (a+n-1).$$



Srinivasa Ramanudžans.

Nav skaidrs, cik daudz Ramanudžans zināja par šīm funkcijām. Saskaņā ar viņa nepilnās indukcijas metodi, var izteikt hipotēzi, ka pēdējās rindas summa ir $2/\left(\Gamma\left(\frac{p-2}{p-1}\right)\right)^{p-1}$.

Hārdijs nekavējoties aicināja Ramanudžanu pie sevis. Pēc ilgākas svārstīšanās viņš beidzot 1914. gadā arī devās uz Angliju. Madrasas universitāte viņam garantēja stipendiju 250 sterliņu mārciņu gadā. No tām 60 rūpiju mēnesī viņš atstāja savai mātei.

Sākās laimīgākais periods Ramanudžana dzīvē — sadarbība ar Hārdiju un svarīgu matemātikas problēmu risināšana. No 32 tālaka publikācijām septiņas tapušas kopā ar Hārdiju. Ramanudžanam dažkārt radās grūtības nesistemātisko pamatzināšanu dēļ, piemēram, viņš nezināja kompleksa mainīgā funkciju teoriju, nebija radis dot stingri pamatotus pierādījumus.

Varbūt neierastā, mitrā Anglijas klimata dēļ, varbūt arī nepilnvērtīgā uztura dēļ — Ramanudžans bija stingrs veģetāriets — 1917. gadā viņš saslima ar tuberkulozi. Tolaik mēģināt atgriezties Indijā bija riskanti, jo kuģus apdraudēja vācu zemūdenes, tādēļ Ramanudžans ārstējās turpat Anglijā, gan slimnīcās, gan sanatorijās, turpinot arī nodarboties ar matemātiku. 1918. gadā viņu ievēlēja par Londonas Karaliskās biedrības locekli (kaut kas līdzīgs mūsu akadēmīķim), kā arī par Triniti koledžas locekli, kas viņam deva papildu stipendiju 250 mārciņu gadā.

Nedaudz uzlabojis veselību, Ramanudžans 1919. gada februārī atgriezās Indijā un kļuva par Madrasas universitātes profesoru. Pasniedzēja darbu viņš gan slimības dēļ nestrādāja. Neraugoties uz visu iespējamo medicīnisko palīdzību, veselības stāvoklis drīz atkal pasliktinājās, un 1920. gada 26. aprīlī Ramanudžans nomira.

Ņemot vērā Ramanudžana trūcīgo matemātisko izglītību, var tikai apbrīnot viņa spēju plašumu. Viņš bija virtuozs skaitļotājs ar neizmējamu fantāziju. Ramanudžans sevišķi neinteresējās, vai viņa iegūtie rezultāti ir jauni vai jau zināmi, jo galvenais viņam bija atklāšanas prieks.

Ramanudžana darbi attiecas uz dažādiem matemātiskās analīzes jautājumiem (rindas, bezgalīgi produkti, nepārtrauktās daļas, neīstie integrāļi, eliptiskās funkcijas, integrāltransformācijas), kā arī uz vienādojumu un algebrisko formu teoriju. Visievērojamākie rezultāti tomēr iegūti skaitļu teorijā.

Kā jau teikts, pierādījumi Ramanudžana darbos nereti nav korekti matemātiski noformēti, un bieži vien to vispār nav, jo apgalvojumi iegūti nepilnās indukcijas ceļā. Dažkārt apgalvojumi nav pareizi.

Minēsim kā piemēru problēmu par naturāla skaitļa n sadalīšanu dažādu veidu naturālajos saskaitāmajos. Ja n ir dots, jānosaka šo veidu skaits $p(n)$. Piemēram,

$$\begin{aligned} 5+0 &= 4+1 = 3+2 = 3+1+1 = 2+2+1 = \\ &= 2+1+1+1 = 1+1+1+1+1, \end{aligned}$$

tātad $p(5)=7$. Lasītājs var mēģināt atrast $p(9)$ un $p(12)$. Ramanudžans eksperimentālā ceļā atrada dažādas funkcijas $p(n)$ īpašības, piemēram: ja $n=5m+4$, kur m — naturāls skaitlis, tad $p(n)$ dalās ar 5, ja $n=7m+5$, tad $p(n)$ dalās ar 7, — kā arī citus analogus likumus. Daļu no tiem viņš stingri pierādīja. Vadoties no atsevišķiem gadījumiem, Ramanudžans izteicis šādu vispārīgu apgalvojumu: ja $n=5^a 7^b 11^c = (24d-1)/m$, kur a, b, c, d un m ir naturāli skaitļi, tad $p(mn+d)$ dalās ar n visiem m . Šis apgalvojums ne visiem m un n ir pareizs. Piemēram, $p(243)=133978259344888$, kas nedalās ar 7^3 , turpretī $24 \cdot 243 - 1$ dalās ar 7^3 .

Kopā ar Hārdiju Ramanudžans atrada sarežģītu formulu, pēc kuras, ja dots n , var aprēķināt $p(n)$. Tas tiek uzskatīts par vienu no ievērojamākiem viņa sasniegumiem. Attiecībā uz $p(n)$ asimptotisku vissvarīgākie rezultāti ir angļu matemātiķim Raitam; tie iegūti 30. gadu sākumā Ramanudžana darbu ietekmē.

Pēdējā laikā vairāki matemātiķi cenšas sistematizēt visu Ramanudžana atstāto mantojumu, kā arī pierādīt vai apgāzt nepierādītos rezultātus, kas atrodami viņa slavenajās burtniecās*. Afsevišķas formulas un apgalvojumi pierādīti, izmantojot sarežģītu matemātisku aparātu, kāds Ramanudžanam nebija pazīstams.

Isā rakstā nav iespējams pilnībā raksturot to izcilo un īpatnējo vietu, kādu Ramanudžans ieņēma visas pasaules un visu laiku levērojamāko matemātiķu vidū. Dažkārt mēdz teikt: «Kas mūzikā bija Paganīni, tas matemātikā ir Ramanudžans.» Tikai gribas piebilst, ka Paganīni bija zināmi vijoļspēles noslēpumi, turpretī Ramanudžans centies visu atklāt ar savu intuīciju.

E. Riekstiņš

* Berndt B. C. Ramanujan's Notebooks, p. 1. Berlin: Springer, 1985. 430 p.; Ramanujan S. Notebooks. Bombay: Tate Institute, 1957. 400 p.



PROFESORA K. ŠTEINA PIEMIŅAI VELTĪTĀ ZINĀTNISKĀ KONFERENCE

1987. gadā no 3. februāra līdz 5. februārim notika P. Stučkas Latvijas Valsts universitātes 46. zinātniskās konferences Astronomijas sekcijas sēdes, kurās pulcējās prāvs skaits mūsu zemes astronomu. Sēžu organizēšanā aktīvi piedalījās ne vien LVU Astronomiskā observatorija, bet arī VAĢB Latvijas nodaļa. Šī astronomu konference atšķirība no agrākajiem šāda veida pasākumiem bija veltīta Latvijas PSR Nopelniem bagātā zinātnes darbinieka profesora K. Šteina piemiņai. Profesoram 1986. gada 13. oktobrī būtu apritējuši 75 gadi.

Konferences zinātniskā pamattēma bija Saules sistēmas mazo ķermeņu dinamika — problēma, kurai veltīta lielākā daļa K. Šteina zinātnisko darbu. Konferencē piedalījās vairāk nekā četrdesmit citu republiku astronomu. To vidū pārstāvji no Maskavas Valsts universitātes P. Šternberga Valsts astronomijas institūta, PSRS ZA Kosmisko pētījumu institūta, Lietiškās matemātikas institūta, Astronomijas padomes (Maskava), Teorētiskās astronomijas institūta (Ļeņingrada), Galvenās astronomijas observatorijas (Pulkova) un Krīmas Astrofizikas observatorijas, kā arī no Kijevas un Tomskas Valsts universitātēm un citām pētniecības un mācību iestādēm.

Konference sākās ar K. Šteina piemiņai veltītu paplašinātu svinīgu sēdi 3. februārī. Ievadvārdus teica profesors A. Varslavāns, kas ilgus gadus sadarbojies ar K. Šteinu, strādādams par LVU prorektoru zinātniskajā darbā. Pēc tam runāja K. Šteina darbabiedri — tagadējie

LVU AO un ZA RO zinātniskie līdzstrādnieki. Referātos un runās izskanēja pamatdoma, ka LVU Astronomiskās observatorijas galveno zinātnisko pētījumu pamatvirzienu izstrādāšanā vislielākie nopelni ir profesoram K. Šteinam.

Atmiņās dalījās bijušie K. Šteina aspiranti, kuri profesora vadībā izstrādājuši disertācijas. Ukrainas PSR ZA Galvenās astronomijas observatorijas (Golosejevā pie Kijevas) vecākā zinātniskā līdzstrādniece G. Janovicka, LVU docentes S. Kronkalne un I. Revina un citi vispirmām kārtām runāja par viņa pedagoga talantu, ideju bagātību, plašo interešu loku un darba mīlestību. Kā būtiska profesora personības iezīme tika minēta laba humora izjūta.

Savas atmiņas par tikšanos ar profesoru K. Šteinu stāstīja arī pārstāvji no citām PSRS astronomiskajām iestādēm, piemēram, P. Šternberga Valsts astronomijas institūta vecākā zinātniskā līdzstrādniece V. Čepurova un profesors G. Sultanovs no Azerbaidžānas PSR ZA, kuram nācies būt kopā ar K. Šteinu, strādājot pie kandidāta disertācijas Maskavas Valsts universitātes profesora N. Moisejeva vadībā.

Mazās planētas nr. 2867 atklājējs N. Čerņih (Krīmas AO) pasniedza profesora dzīvesbiedrei apliecinību par to, ka šī planēta nosaukta vārdā «Šteins», tā atzīmējot profesora lielo ieguldījumu Saules sistēmas mazo ķermeņu dinamikas un evolūcijas pētīšanā.

Pēcpusdienā sākās konferences praktiskā daļa — referāti par Saules sistēmas mazo ķermeņu kustības un evolūcijas jaunākajiem pētījumiem. Pavisam triju dienu laikā tika nolasīti 42 referāti. Lai gan astronomu konferences tematika pamatā bija Saules sistēmas mazo ķermeņu dinamika, tomēr referāti bija diezgan daudzveidīgi. Vairāki referāti bija veltīti teorētiskajai astronomijai. Daļā darbu tika risinātas Zemes mākslīgo pavadoņu, īpaši t. s. ģeostacionāro pavadoņu, kustību un to novērojumu apstrādes problēmas. Tika runāts arī par astronomijas instrumentu stabilitāti.

Ņemot vērā lielo interesi un informācijas svaigumu, liela vieta tika ierādīta Haleja komētas novērojumiem un iegūto datu zinātniskai interpretācijai. Ar īpašu novītāti izcēlās PSRS ZA Teorētiskās astronomijas institūta (Ļeņingrada) kolektīva — J. Batrakova, N. Beļajeva, J. Čerņetenko un J. Medvedeva — referāts. Tajā tika atspoguļota jauna orbītas noteikšanas un tās parametru precizēšanas metode, kuru lietoja Haleja komētas pētījumos.

Patīkami bija dzirdēt, ka Haleja komētas novērojumi, kurus veikuši LPSR ZA Radioastrofizikas observatorijas astronomi ar Šmita teleskopu Baldonē, ir vieni no precīzākajiem Padomju Savienībā — novērojumu koordinatori tiem piešķīra otro vietu. Ar lielu interesi konferences delegāti un viesi apskatīja RO darbinieku sagatavoto fotoplakātu «Atvadoties no Haleja komētas». Vēl jāpiebilst, ka speciālisti augstu novērtējuši LVU astronomu konstruēto pavadoņu novērošanas kameru «AFU-75», kas tika izmantota Haleja komētas novērojumos.

Atsaucīgi tika uzņemti referāti, kuros bija aplūkota ar orbitālajiem aparātiem iegūto novērojumu izmantošana komētas orbitālo un fizikālo parametru precizēšanā. Kā zināms, tieši pēc padomju «Vega-1» un «Vega-2» datiem tika koriģēta Rietumeiropas kosmiskā aparāta «Giotto» trajektorija, lai tas pielidotu iespējami tuvāk komētai.

Profesora K. Šteina aizsāktie komētu orbītu evolūcijas pētījumi LVU Astronomiskajā observatorijā turpinās, par tiem referēja šā rak-

sta autori. Ļoti interesants bija L. Suhopļujevas un I. Potapova (Vitebska) referāts par Galaktikas kopējo ietekmi uz komētu orbītām. Dažos referātos tika skartas arī komētu fizikas problēmas. Cita referātu grupa, savukārt, bija veltīta novērojumu datu apstrādei ar ESM.

Mazās planētas jeb asteroīdi ir otra Saules sistēmas mazo ķermeņu kategorija, kurai bija veltīti konferences referāti. PSRS ZA Teorētiskās astronomijas institūta līdzstrādnieks V. Šors pastāstīja par problēmām, kas radušās mazo planētu efemerīdu aprēķināšanā un efemerīdu krājuma izdošanā, jo ik gadus nūmurēto planētu skaits pieaug caurmērā par diviem simtiem. Rīgas astronomiem mazo planētu pētījumos ir savas tradīcijas. LVU AO līdzstrādnieki L. Laucenijs un A. Pavēnis referēja par nenumurēto mazo planētu identificēšanu ar t. s. kustīgās barjeras metodi. Šis jautājums ir ļoti aktuāls. Intensīvu novērojumu rezultātā — galvenokārt Krimas observatorijā un citur — pēdējos gadu desmitos atklāti vairāki desmiti tūkstošu it kā jaunu mazo planētu. Tā kā par atsevišķām planētām nav pietiekami daudz novērojumu, lai tām noteiktu precīzus orbītu elementus, tad nereti viena un tā pati planēta tiek «atklāta» vairākkārt, un, protams, katreiz tai tiek piešķirts cits t. s. iepriekšējais apzīmējums. Identifikācijas uzdevums — no daudzajiem nenumurēto mazo planētu novērojumiem atrast tos, kuri attiecas uz kādu noteiktu izvēlētu planētu.

S. Žuravļovs (Maskava) stāstīja par mazo planētu gredzena struktūru, īpaši pieskaroties t. s. Kirkvuda spraugām. V. Bronštens (Maskava) salīdzināja dažādu Saules sistēmas mazo ķermeņu — boīdu, asteroīdu un komētu — orbītu īpatnības.

Isā rakstā nevar aplūkot visus astronomu konferencē iztīrītos jautājumus. Notikušajā vērtīgajā domu apmaiņā radušās vairākas jaunas idejas un dzimušas jaunas ieceres, kas dod iespēju virzīties uz priekšu zinātniskajā darbā.

A. Salītis, M. Dīriķis

J. IKAUNIEKA PIEMIŅAI VELTĪTĀ PSRS ZA ASTRONOMIJAS PADOMES BIROJA SĒDE LATVIJĀ

1987. gada 22.—24. aprīlī Zinātnes namā Lielupē notika PSRS ZA Astronomijas padomes biroja izbraukuma sēde un zinātniska konference «Aukstie milži» (t. i., aukstās, bet spožās milzu zvaigznes), kas bija veltīta Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorijas dibinātāja un pirmā direktora fizikas un matemātikas zinātņu doktora Jāņa Ikaunieka (1912. g. 28. IV—1969. g. 27. IV) 75. dzimšanas dienas atcerei. Konferences darbā piedalījās daudzi vadoši padomju astronomi: PSRS ZA Astronomijas padomes priekšsēdētājs, PSRS ZA korespondētājloceklis A. Bojarčuks, PSRS ZA akadēmiķis V. Sobolevs (Ļeņingradas Valsts universitāte), profesore A. Maseviča (PSRS ZA Astronomijas padome), profesors V. Gorbacis (Ļeņingradas Valsts universitāte), profesore K. Barhatova (Urālu Valsts universitāte), fizikas un matemātikas zinātņu doktors T. Kipers (Igaunijas PSR ZA Astrofizikas un atmosfēras fizikas institūts) un citi.

Konference sākās ar 22. aprīļa rīta sēdi, kas bija veltīta J. Ikaunieka piemiņai un jautājumiem par astronomijas attīstību Latvijā mūsdienās. Bijusī ilggadējā Radioastrofizikas observatorijas darbiniece fiz. un mat. zin. kand. N. Cimahoviča nolasiya pārskatu par J. Ikaunieka dzīvi un darbu, augstu novērtējumu viņa darbam un personībai deva V. Sobolevs, K. Barhatova un vairāki citi konferences dalībnieki.

Akadēmiķis V. Sobolevs savā runā uzsvēra, ka viņa un J. Ikaunieka zinātniskās intereses gan bijušas dažādas, tomēr viņi iepazinušies diezgan tuvu. Viņa atmiņā J. Ikaunieks saglabājies kā īsta personība, ļoti sabiedriska, patikami asprātīgs.

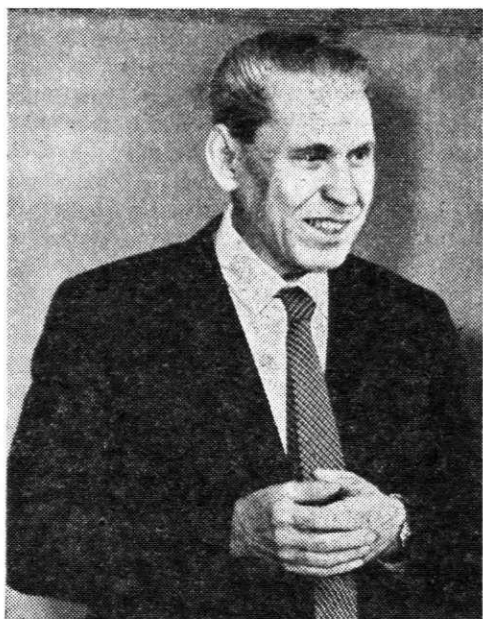
Profesore A. Maseviča ar J. Ikaunieku iepazinusies aspirantūras laikā, pēc tam, būdama P. Sternberga Valsts Astronomijas institūta zinātniskā sekretāre, kārtojusi ar viņa



I. att. N. Cimahoviča referē par J. Ikaunieka dzīvi.

zinātņu kandidāta disertāciju saistītos jautājumus. PSRS ZA Astronomijas padomei ne vienreiz vien nācies ar atpakaļejošu datumu akceptēt J. Ikaunieka lēmumus un pārliecināt republikas zinātņu akadēmijas vadību par to svarīgumu (piem., jau pasūtītā Šmita teleskopa finansēšana). Ne vienmēr Astronomijas padomei izdevies atvairīt «zibeņus», kas nākuši pār J. Ikaunieka galvu viņa enerģiskās un bieži vien ar ZA vadību iepriekš nesaskaņotās darbības dēļ. Profesore uzsvēra J. Ikaunieka entuziasmu, optimismu un viesmilibu: Rīgā notikušas daudzas svarīgas apspriedes astrofizikā.

PSRS ZA Radioastronomijas problēmu zinātniskās padomes pārstāvis fizikas un matemātikas zinātņu doktors N. Kaidanovskis atgādināja par J. Ikaunieka kādreizējām iecerēm izveidot radioastronomisku novērojumu bāzi Latvijā (mainīgas bāzes radiointerferometra projekts), kas viņa pāragrās nāves dēļ diemžēl nav realizējušās.



2. att. Atmiņās dalās akadēmiķis V. Sobolevs.

Profesore K. Barhatova ar gandarījumu konstatēja, ka joprojām turpinās J. Ikaunieka laikā aizsāktā sadarbība ar Urālu Valsts universitātes observatoriju: Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas observatorijā Urālu astronomi iegūst uzņēmumus, Sverdlovskas studenti brauc uz šejieni praksē. Ar J. Ikaunieku profesori tuvinājušas kopīgas rūpes astronomisku bāzu celtniecībā, jo tai laikā radusies doma arī Urālos izveidot vismaz mācību observatoriju.

Pēc tam LPSR ZA Radioastrofizikas observatorijas (RO) direktors fiz. un mat. zin. kand. A. Balklavs un Latvijas Valsts universitātes Astronomiskās observatorijas (LVU AO) vadītājs fiz. un mat. zin. kand. J. Žagars pastāstīja par savu kolektīvu galvenajiem darba virzieniem — auksto milzu zvaigžņu un Saules aktīvo procesu pētījumiem un radioteleskopu antenu projektēšanas teorētisko pamatu pilnveidošanu RO, kā arī Zemes mākslīgo pavadoņu novērojumiem, precīzā laika dienestu, debess mehānikas attīstību un zinātniskās aparatūras konstruēšanu un būvi LVU Astronomiskajā observatorijā.

Apspriežot šos ziņojumus, fizikas un matemātikas zinātņu doktors A. Tutukovs (PSRS ZA Astronomijas padome) atzina, ka tikai pēdējā laikā pienācīgi tiek novērtēta Radioastrofizikas observatorijas izvēlēta tematika zvaigžņu astronomijā. Starptautiskās apspriedēs arvien biežāk tiek pieminēti šīs observatorijas astrofizikā darbi oglekļa zvaigžņu pētniecībā. Profesore K. Barhatova īpaši uzsvēra, ka maz ir observatoriju, kur iegūts tik kvalitatīvs novērojumu materiāls, lai arī skaidru nakšu Latvijā ir salīdzinoši maz; viņa pieminēja arī sadarbības perspektīvas novērojumu materiāla iegūšanā.

Profesore A. Maseviča, savukārt, augstu novērtēja LVU Astronomisko observatoriju kā vadošo staciju pavadoņu novērošanā, atzīstot, ka tajā darbojas lieliski novērotāji; viņa izteicās arī par LVU AO gatavotās aparatūras nevainojamo kvalitāti.

22. aprīļa vakarā sākās konferences zinātniskā daļa. To ievadīja RO Astrofizikas daļas vadītāja fiz. un mat. zin. kand. A. Alkšņa vispārīgs apskats par auksto milzu zvaigžņu īpašībām. T. Kipers, M. Orlovs, N. Komarovs, A. Bojarčuks, J. I. Straume un citi pastāstīja par jaunākajiem auksto zvaigžņu atmosfēru ķīmiskā sastāva pētījumiem.

Speciālistu ievēribu guva Radioastrofizikas observatorijā teorētiski atklātais fakts, ka negatīvais ciāna jons CN^- visaukstāko oglekļa zvaigžņu atmosfērās efektīvi saista elektronus, samazinot to koncentrāciju apmēram 10^4 — 10^5 reizes salīdzinājumā ar agrākajiem priekšstatiem; šā iemesla dēļ mainās jonizācijas līdzsvars, samazinoties citu negatīvo jonu koncentrācijām un palielinoties dažādu pozitīvo jonu koncentrācijām zvaigžņu atmosfērās.

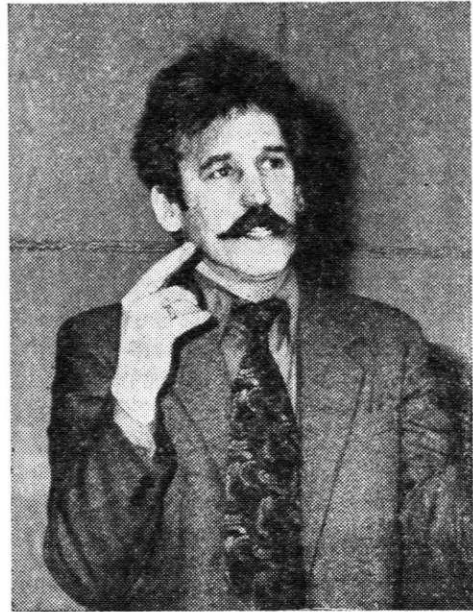
Vairāki ziņojumi bija veltīti auksto zvaigžņu spožuma mainīguma detalizētai izpētei. RO jaunākais zinātniskais līdzstrādnieks I. Eglītis iepazīstināja konferences dalībniekus ar saviem pētījumiem par enerģijas sadalījumu oglekļa zvaigžņu spektrā, kā arī ar dažādu elementu atomu spektra līniju novērojumiem.

Ar plašu pārskata referātu, kas veltīts sarkano milzu zvaigžņu evolūcijai, uzstājās A. Tutukovs. Saskaņā ar mūsdienu priekšstatiem, t. s. galvenās secības zvaigžņu (pie kurām

pieder arī Saule) kodolos ūdeņradis pārvēršas hēlijā. Kad kodolā viss ūdeņradis izdedzis, ne pārāk lielas masas zvaigznes hēlija kodols saraujas un sakarst vēl vairāk, bet apvalks izplešas un atdziest. No novērotāja viedokļa, zvaigzne kļūst aukstāka, bet, pateicoties lielajai virsmai, spožāka — pārvēršas sarkanajā milzī. Šajā stadijā skābekļa saturs zvaigznes atmosfērā ir lielāks par oglekļa saturu, tādēļ pietiekami aukstu zvaigžņu spektros novērojamas titāna oksīda (TiO) molekulu absorbcijas joslas — tās ir t. s. M spektra klases zvaigznes. Vēlāk zvaigznes kodolā vai apvalkā, kas aptver oglekļa un skābekļa kodolu, laiku pa laikam uzliesmo hēlijs ^4He , pārvēršoties ogleklī ^{12}C un daļēji arī skābeklī ^{16}O . Dažādiem zvaigznes vielas slāņiem konvekcijas rezultātā sajaucoties, zināms daudzums oglekļa var nonākt zvaigznes atmosfērā. Ja oglekļa un skābekļa saturs atmosfērā ir aptuveni vienāds, tad zvaigznes spektrā dominē cirkonija un lantāna oksīdu (ZrO un LaO) absorbcijas joslas — tā ir S klases zvaigzne. Ja oglekļa ir vairāk nekā skābekļa, tad noteicošās ir ciāna radikāļa CN un oglekļa molekulu C_2 absorbcijas joslas — tā ir t. s. og-



3. att. Par radioastronomijas attīstības sākumu Latvijā stāsta N. Kaidanovskis.



4. att. A. Tutukovs referē par vēlo milžu evolūciju.

lekļa zvaigzne (R vai N spektra klase). Visi minētie zvaigžņu tipi pieder pie sarkanajiem milžiem; patiesībā evolūcijas gaitā zvaigzne sarežģītā veidā likumsakarīgi maina savu virsmas temperatūru un spožumu, turklāt vismaz daļa zvaigžņu noteiktās stadijās pēc galvenās secības ir karstas un pieder pie dzeltenajiem vai zilajiem milžiem vai pārmilžiem (piem., cefeīdas), kuru atmosfērās augstās temperatūras dēļ molekulu nav nemaz vai gandrīz nemaz. Evolūcijas gaitu nosaka zvaigznes sākotnējā masa un sākotnējais ķīmiskais sastāvs (ciešajām dubultzvaigznēm — arī abu zvaigžņu mijiedarbība); ne visas zvaigznes kļūst par oglekļa zvaigznēm. Evolūcijas beigās nelielas masas sarkanie milži intensīvi zaudē vielu «zvaigžņu vēja» veidā, varbūt pat pēkšņi nosviež ievērojamas masas apvalkus, radot planetāros miglājus un baltos pundurus — karstas, bet ļoti mazas un blīvas un tādēļ vājas zvaigznes, kas kodolenerģijas avotu trūkuma dēļ pakāpeniski atdziest.



5. att. J. Ikaunieka atdu-
sas vietā Riekstukalnā: Lat-
vijas PSR ZA prezidents
akadēmiķis B. Puriņš, PSRS
ZA akadēmiķis V. Soboļevs,
LPSR ZA Radioastrofizikas
observatorijas direktors
A. Balklavs, PSRS ZA ko-
respondētājoceklis A. Bo-
jarčuks, profesore A. Mase-
viča un Galvenās astronomi-
jas observatorijas direktors
V. Abalakovs.

Lielākas masas zvaigznes sprāgst kā pārno-
vas, radot neitronu zvaigznes un varbūt arī
«melno caurumus».

Zvaigžņu evolūcijas problēmām savā ziņo-
jumā pievērsās arī RO vecākais zinātniskais
līdzstrādnieks fiz. un mat. zin. kand. J. Franc-
manis, kurš aplūkoja S klases zvaigžņu evo-
lūciju mūsu kaimiņgalaktikās — Magelāna
Mākoņos.

24. aprīļa rīta organizatoriskajā sēdē PSRS
ZA Astronomijas padomes birojs pieņēma lē-
mumu, kurā atzina par aktuāliem un sekmī-
giem RO izvērstos auksto zvaigžņu pētīju-
mus un LVU Astronomiskās observatorijas
darbu astrometrijā, debess mehānikā un astro-
nomisko instrumentu būvē. (Šeit jāpiebilst, ka
citus RO darba virzienus koordinē citas
PSRS ZA zinātniskās padomes, tādēļ tie lē-
mumā netika atspoguļoti). Tika pieņemti vai-
rāki lēmumi, kas attiecas uz vissavienības un
starptautiska mēroga zinātniskās sadarbības

programmu realizāciju un zinātnisko konfe-
renču organizēšanu. Aizklāti balsojot, tika
ievēlēti Starptautiskās astronomijas savienības
 biedru kandidāti no Padomju Savienības.

24. aprīļa pēcpusdienā Astronomijas pado-
mes biroja locekļi apmeklēja Radioastrofizi-
kas observatorijas novērošanas bāzi Baldones
ciema Riekstukalnā, kur nolika ziedus uz
J. Ikaunieka kapa un iepazīs ar observa-
torijas optiskajiem teleskopiem un radiotelesko-
piem. Bija ieradušies arī LPSR Zinātņu aka-
dēmijas vadības pārstāvji: prezidents akadē-
miķis B. Puriņš un Fizikas institūta direktors
akadēmiķis J. Mihailovs, kā arī J. Ikaunieka
kapa pieminēja meta autors arhitekts J. Vasiļ-
jevs. Noslēgumā nepiespiesta saruna risinājās
pie kafijas tases, un viesi aizbrauca, sirsnīgas
gaisotnes pavadīti.

J. Freimanis, I. Pundure
J. I. Straumes foto

ZENTAS LOGINAS PIEMIŅAS IZSTĀDE

Mūsu izdevuma lasītāji jau ir iepazīstināti ar latviešu mākslinieces Zentas Loginas kosmosam veltītajiem darbiem.* Bet šī gada pavasarī — no 17. marta līdz 12. aprīlim — Rīgā, Pētera baznīcā bija sarīkota Zentas Loginas personālā izstāde, kurā varēja skatīt viņas mūža pēdējā posma veikumu — reljefus, skulptūras un gobelēnu metus par kosmiskām un filozofiskām tēmām. Izstādē bija eksponēti 180 darbi, to skaitā pēc mākslinieces metiem darinātie gobelēni, kurus audusi viņas māsa Elīze Atāre.

Izstādes svinīgajā atklāšanā bija klāt padomju kosmonauts Vjačeslavs Zudovs, kurš izteica apbrīnu par Zentas Loginas dziļo intuīciju, kas tik precīzi ļāvusi uztvert pašreizējās laikmeta iezīmes. Izstādi apmeklējuši ap 40 000 skatītāju, aptuveni 300 no viņiem atsauksmju grāmatā izteikuši savus iespaidus un pārdomas. Daudzās atsauksmēs skan viena un tā pati doma — jārada iespēja izveidot pastāvīgu Zentas Loginas darbu izstādi, kurā varētu skatīt visus darbus kopumā.

Jau pēc mākslinieces nāves ir tapis materiālā gobelēns «Bridinājums». Viens no tā metiem ievietots mūsu izdevuma krāsu lielukumā. Kāda izstādes apmeklētāja raksta:

«Mūsu planētai draud vēl lielākas briesmas nekā kodolkarš — mums draud iznīcība, ko radām mēs paši, savā gara nabadzībā un trulumā nedomādami par mūžīgajām un īstajām vērtībām un cilvēka īsto sūtību uz zemes.»

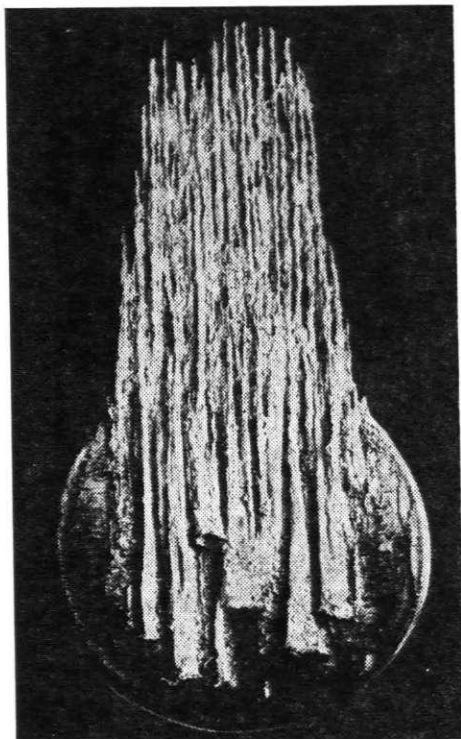
Un cits ieraksts:

«Viena šāda izstāde, manuprāt, atsvēr vairākus pasākumus, kas veltīti miera nostiprināšanai pasaulē, jo neatstāj vienaldzīgu nevienu, protams, tos, kurus satrauc mūsu planētas liktenis.»

Publicējam vēl dažas atsauksmes no izstādes grāmatas.

«Mākslinieces Zentas Loginas piemiņas izstādes apmeklējuma iespaidus gribu saglabāt

* N. C i m a h o v i č a. Kosmosa gleznotāja Zenta Logina. — Zvaigžņotā Debess, 1984. gada rudens, 60. lpp.; sk. arī krāsu lielkuma 2. un 3. lpp.

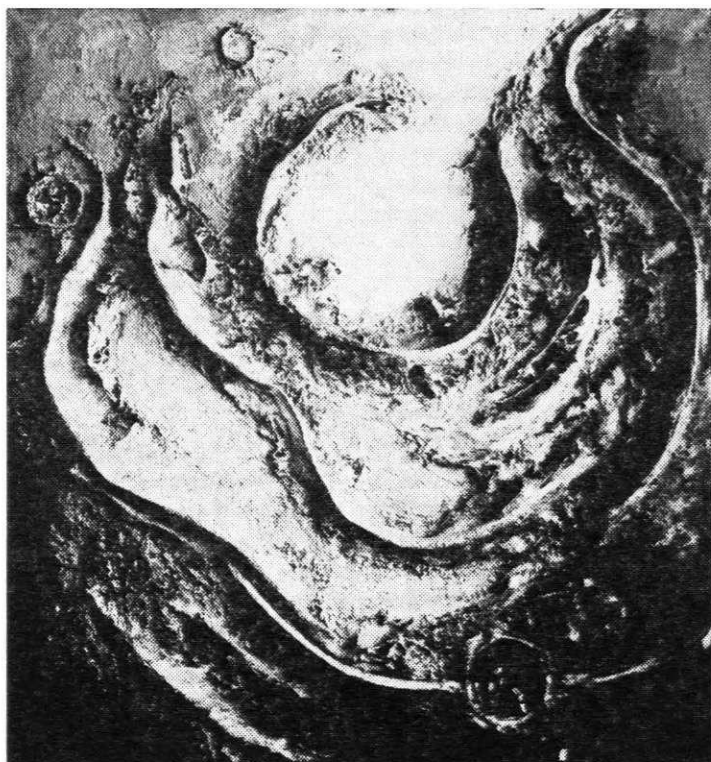


Himna Kosmosam. 1979. Reljefs. 190×100.

savu visgaišāko atmiņu zelta fondā — kā emocionālas turbulences, kuru virpuļi izraisa filozofiski virzītas pārdomas par lietu dziļāko dabu un nozīmību cilvēka dzīvē.

Mani kā dabaszinātnieku — fiziķi īpaši uzrunā mākslinieces filozofiski vispārinātais, vizualizētais pasaules skatījums. Brižiem likās, ka tas kaut kur redzēts, jau dvēseles iekšējā skatījumā pārdzīvots. Jo šāds vizualizēts skatījums taču ir dabaszinātnieku — astronomu, fiziķu, ķīmiķu, biologu — darba valoda. Kā to jau atzinis Alberts Einšteins, viņš vienmēr domājis un risinājis problēmas vizuālos tēlos, tikai pēc tam tos materializējot matemātiskās formulās.

Tāpēc ir apbrīnojama mākslinieces, es uzdrošinos teikt, ģeniālā intuīcija, ar kuras iero-



Vibrācijas. 1973. Reljefs.
100×91.

čiem viņa spējusi tik dziļi ielūkoties kosmoloģisko problēmu dziļākajā būtībā, padarot to vizuāli pieejamu skatītājam. Līdzīgi to pratis, manuprāt, vienīgi holandiešu grafiķis M. C. Ešers (gan pavisam citādiem stilistiskiem un tehniskiem paņēmieniem),* kas dabas pētnieku vidū ir viens no vismiļotākajiem māksliniekiem; varbūt arī sava mūža pēdējā etapā — V. Kandinskis.

Neaizmirstami iespaido visa Piemiņas izstādes gaisotne, es teiktu, mākslas sintēze — gotiskās velves, kapakmeņi, pār kuriem soļojam, filozofiski rosinošā mūzika un kulminācijā — Zentas Loginas tehnikā daudzveidīgie, bet saturā un formā tik mērķtiecīgi virzītie darbi, dabas filozofijas kvintesence mākslas valodā.

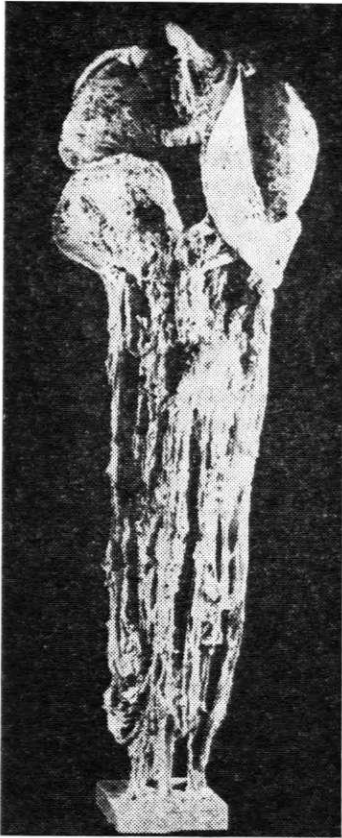
* Morisa Ešera grafikas skatāmas uz «Zvaigžņotās Debess» 1980. gada rudens numura pirmā un ceturta vāka. (Red. piez.)

Līdzīgus iespaidus atceros tikai no Roandzi dzen budistu filozofiskā akmens dārza apmeklējuma Kioto un no Dainu kalna Induļa Rānkas skulptūrām.

Gribu savā un savu kolēģu — fiziķu vārdā izteikt vissirsnīgāko pateicību mākslinieces mātai Elīzei Atārei, Zentas Loginas darbu sargātājai un glabātājai, par brīnišķīgi iekārtoto izstādi un visiem, visiem, kas veicinājuši šīs izstādes tapšanu.

Zentas Loginas darbi ir jāsaglabā gan mūsu, gan nākamām paaudzēm, tie veido to tīklu un saistaudus, kas šodien var un spēj sasaistīt eksaktās un humanitārās nozares, mākslu un zinātni, atrodot un parādot to filozofisko pamatskeletu, kas mūs visus vieno no pagātnes tagadnē un nākotnē.

Domāju (sevišķi pēc Marinas Kosteņeckas emocionālā raksta), ka mums visiem kopā jāmeklē ceļi un iespējas saglabāt Zentu Loginu šodienai un nākotnei.

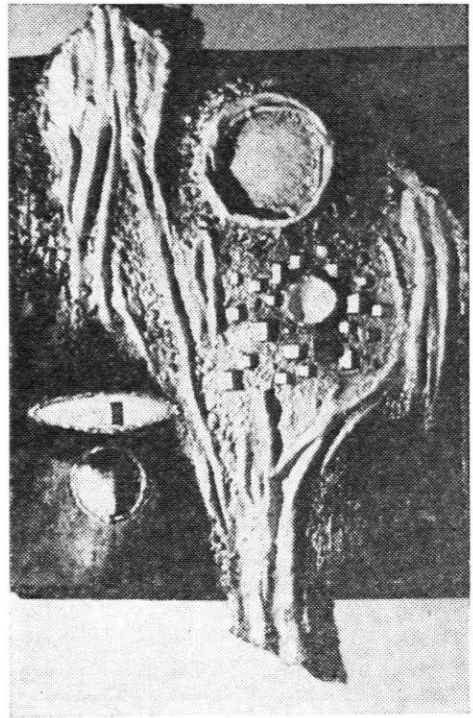


Kulminācija. 1976. Skulptūra. 138×43×45.

Kā gribētos, lai saglabātos līdzīga pastāvīga darbu izstāde, kurā varētu iegriezties kā svētnīcā filozofiski estētiskām meditācijām. Bet domāsim reāli! Neliela pastāvīga darbu izstāde varētu tikt organizēta topošajā Candra muzejā, akcentējot tieši kosmisko tematiku. Bez tam praktiski pastāvīgas izstādes varētu organizēt Zinātņu akadēmijas un LVU Cietvielu fizikas institūtu aktu un semināru zālēs, piemēram, Organiskās sintēzes, Fizikas, Fizikāli enerģētiskā u. c. institūtos. Zentas Loginas darbi piedotu atbilstošu gaisotni telpās, kurās risinās zinātniskās apspriedes un diskusijas.

Un nobeigumā vēlreiz — sirsnīgs paldies!

ZA Fizikāli enerģētiskā institūta
laboratorijas vadītājs, fiz. un
mat. zin. doktors profesors
Edgars Siliņš.»



Brālis no Visuma. 1980. Reljefs. 120×83.

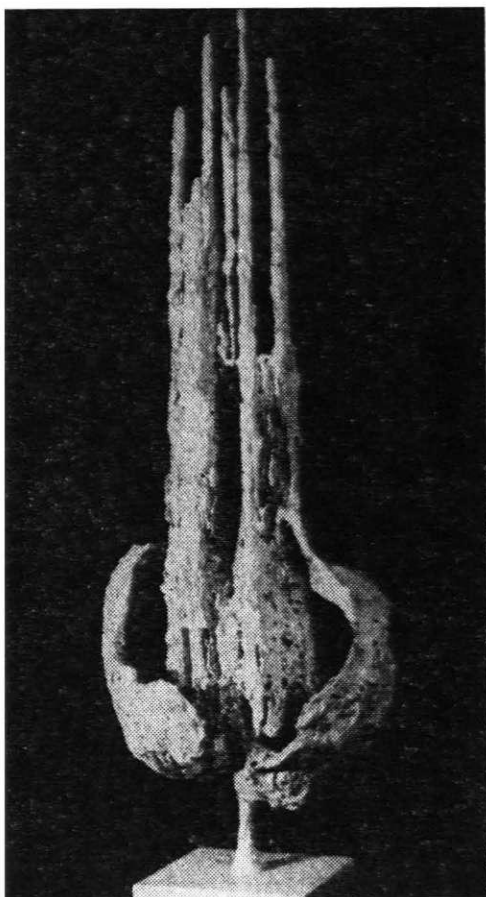
«Lai kā visskaistākā uguns doma šī izstāde aizdedz cilvēces domu sirdis un lai katra glezna kā lāpa gaismotu katru mūsu soli. Lai «Bridinājums» būtu pārbaudes akmens mums, tiem, kas domā un dara. Lai mūsu planēta neaizdegtos no jauno domu ugunīm.

Lai spožāk degtu tās uguns, kas rāda ceļu mums uz nākotni! Paldies Zentai Loginai par šo lāpu!

Ingus Erglis, 16 g.»

«Vai tiešām ir cilvēki, kas neapjauš šo garīgo vērtību nozīmi cilvēku, ja gribat — tautu, dvēseļu attīrīšanā?! Cilvēka garīgā kultūra ir atslēga visam pārējam mūsu dzīvē.

Mums vēlū gan, bet ir dots garīgi vienots, vesels neaptveramu vērtību kopums. Kāpēc tad šis kopums jāsadala pa mazām kriptiņām?



Saderība. 1973. Skulptūra. 110×38×26.

Es esmu ar mieru, es gribu darīt visu, lai varētu ierīkot tādu dvēseles skaistuma muzeju, kur cilvēkiem svētojumā iet. Mums ir dots, un mums jā saglabā...

Pēteris Ērglis, 16. g.,
Mediņa mūzikas vidusskola.»

Savas atziņas par izstādi izteicis arī «Zvaigžņotās Debess» lasītājs P. Smits:

«Cienītā «Zvaigžņotās Debess» redakcija!

Mēs, «Zvaigžņotās Debess» cienītāji un zvaigžņotās debess apbrīnotāji, esam satraukti



par Zentas Loginas un viņas māsas Elizes Atāres darbu klāstu Pēterbaznīcā. Nebūtu ticams, ka šī izstāde pagājusi secen Jūsu uzmanībai. Vai tā nav zinātniskās mākslas virsvaloda, kas iedibina dziļāku ticību augstākai harmonijai nākotnē un runā pāri Eiropas robežām?

«Zvaigžņotās Debess» redakcija varētu būt ietekmīga, lai.. darbi tiktu saglabāti vienkopus, — šķirti tie vērtību zaudē! Šis nacionālās kultūras mantojums prasa izvairīties no tālākas transportēšanas riska.

Pagaidām lai šie darbi tiktu vismaz pārreproducēti un izlaisti krāsainā izdevumā, turpmāk? — tiem arī Pētera baznīca nav par lielu!

Ar citu domām dalījies
P. Smits.»

N. Čimahoviča

(Attēli no izstādes prospekta)

PIRMAIS PADOMJU LATVIJAS KOMPLEKSAIS ATLANTS

Jau kopš 60. gadu sākuma mūsu republikas ģeogrāfijas speciālisti un citu radniecīgu zinātņu parstāvji gatavoja izdošanai republikas komplekso ģeogrāfijas atlantu. Par tā pirm-sākumu var uzskatīt 1960. gadā izdoto Latvijas PSR statistikas atlantu. Darbs pie jaunā izdevuma dažādu iemeslu dēļ ieilga, un tas tika nodots sabiedrības un speciālistu vērtējumam tikai 1986. gadā.

Latvijas PSR kompleksais ģeogrāfijas atlants ir viens no nedaudzajiem šāda tipa izdevumiem savienotajās republikās. Tas tika sagatavots P. Stučkas LĻU ģeogrāfu vadībā pēc republikas Izglītības ministrijas pasūtījuma. Tātad atlanta pirmais izdevums ir palīdzēt ģeogrāfijas mācīšanā vispārīzglītojošās skolās. Taču izdevuma saturs ir plašāks un daudzveidīgāks, tāpēc tas var noderēt ikvienam, kas vēlas iepazīties ar mūsu republiku.

Latvijas PSR atlanta satagavošanu vadīja redkolēģija ar LPSR Nopelniem bagāto kultūras darbinieku ekonomikas zinātņu kandidātu V. Pūriņu, republikas Nopelniem bagāto skolotāju E. Lauriņu un šo rindu autoru priekšgalā. Ļoti plašs ir atlanta karšu autoru kolektīvs — 39 speciālisti, viņu vidū divi PSRS Valsts prēmijas laureāti (A. Brangulis un J. Straume), divi Latvijas PSR Valsts prēmijas laureāti (V. Pūriņš un J. Jankevics), divi zinātņu doktori (N. Temņikova un K. Brivkalns), kā arī 17 zinātņu kandidāti. Īpaši gribas uzsvērt, ka visi šo darbu veica ar lielu atbildības sajūtu, turklāt sabiedriskā kārtā.

Latvijas PSR atlantā ir 63 kartes, no kurām 33 raksturo republikas dabas apstākļus un resursus. Atsevišķas kartes veltītas ģeoloģiskajai uzbūvei, un pirmoreiz uzskatāmi attēlota republikas teritorijas ģeoloģiskā attīstība pirms 13, 10 un 6,7 tūkstošiem gadu. Visai plaši rak-

sturots republikas klimats; te jāmin, ka mūsu republikas atlants ir pirmais savienoto republiku šāda veida darbu vidū, kurā vispusīgi raksturota agroklimatiskā rajonēšana. Rajonēšanas kartes papildina arī augšņu un veģetācijas raksturojumu. Dabas daļas nobeigumā dotas kartes, kas veltītas mūsdienās īpaši aktuālajai dabas aizsardzības tematikai, un te atsevišķā lapā uzskatāmi attēlota Gaujas nacionālā parka struktūra (autore — ģeogrāfijas zin. kand. A. Melluma).

Trīsdesmit kartes raksturo republikas apdzīvotās vietas, galvenās rūpniecības un lauksaimniecības nozares, satiksmes ceļus, veselības aizsardzību, izglītību un kultūru. Te gribētos pievērst uzmanību kartei, kurā parādītas ievērojamu cilvēku dzīves un darbības vietas un kuru papildina plašs paskaidrojošs teksts. Analogiska tipa citu republiku atlantos šādas kartes vietā ir tūrisma karte, kas, mūsūprāt, nav lietderīgi, jo, pirmkārt, tūrisma karte (arī mūsu republikā) tiek izdota atsevišķi un, otrkārt, atlants nav domāts un nevar kalpot par tūrisma ceļvedi.

Atlanta pēdējā karte attēlo saimniecības attīstību iepriekšējā piecgadē un atklāj tajā nepaveikto.

Latvijas PSR atlants uzskatāmi apliecināja, ka tematiskajā kartogrāfijā mums vēl daudz darāms, ka nepieciešams zinātnisks centrs, kur tiktu risinātas aktuālas problēmas (kā tas ir kaimiņos — Viļņas universitātē). Jo ne tikai skolai — visai sabiedrībai trūkst karšu, atlantu par republiku. Šo «badu» apstiprināja fakts, ka pavisam drīz pēc izdošanas Latvijas PSR atlants nozuda no veikalu plauktiem un ir nepieciešams atkārtots izdevums. Tas, savukārt, dod ticību un stimulu tālākiem darbiem.

J. Strauhmanis



REPUBLIKAS DIVPADSMITĀ ATKLĀTĀ FIZIKAS OLIMPIĀDE

1987. gada 12. aprīlī Rīgā notika republikas divpadsmitā atklātā fizikas olimpiāde, ko kopīgi organizēja LĻKJS Centrālā Komiteja, LPSR Zinātņu akadēmija, Zinātniski tehnisko biedrību Latvijas republikāniska padome, Mašīnbūves ZTB Latvijas republikāniskā valde, A. Popova Radiotehnikas, elektronikas un sakaru ZTB Latvijas republikāniskā valde, P. Stučkas Latvijas Valsts universitāte un Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļa. Kaut arī minētajam pasākumam bija nopietna konkurence — Mākslas dienu kulminācija —, uz olimpiādi bija pulcējušies vairāk nekā 300 jauno fiziķu no visas republikas.

Par uzvarētājiem savas grupās latviešu plūsmā kļuva Ivars Kūms (Jūrmalas 1. vidusskolas 11. klase) un Didzis Kļaviņš (Rīgas 1. vidusskolas 9. klase), bet krievu plūsmā — Andrejs Muravjovs (Rīgas 46. vidusskolas 10. klase), Dmitrijs Simonjans (Rīgas 79. vidusskolas 9. klase) un Vitalijs Stukalovs (Rīgas 40. vidusskolas 8. klase).

Pilns olimpiādes laureātu saraksts (62 cilvēki) bija publicēts laikrakstos «Padomju Jauņatne» (1987. g. 20. maijā) un «Sovetskaja molodjož» (1987. g. 22. maijā).

Sniedzam iespēju visiem interesentiem iepazīties ar olimpiādē piedāvātajiem uzdevumiem. Ņemot vērā atklāto olimpiāžu specifiku, kas pieļauj dalībnieku startu bez iepriekšējiem atļases posmiem, rodas situācija, ka pasākumā piedalās skolēni ar visai atšķirīgu sagatavotības līmeni. Tas atspoguļojas arī olimpiādes uzdevumos — starp tiem sastopami gan

krietni sarežģīti, gan tikai «standarta» līmeni nedaudz pārsniedzīgi uzdevumi.

Aiz katra uzdevuma iekavās norādīts, kurām latviešu plūsmas klasēm (9., 10. vai 11.) attiecīgais uzdevums bija jārisina. Analogus uzdevumus krievu plūsmā risināja atbilstoši 8., 9. un 10. klašu dalībnieki. 9. klašu (krievu 8. kl.) varianta bija seši uzdevumi, bet 10. un 11. klašu (krievu 9. un 10. kl.) variantā septiņi uzdevumi, kuru risināšanai tika atvēlētas 4,5 stundas. Šai laikā visus uzdevumus atrisināt, protams, nebija iespējams, bet tas arī nebija nepieciešams, jo pietiekami augstu vietu (dažās grupās pat pirmo) varēja izcīnīt, atrisinot četrus uzdevumus.

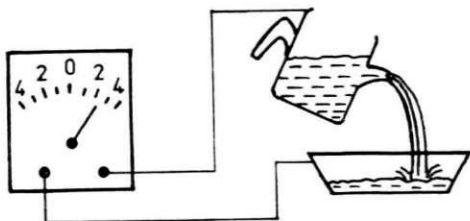
Olimpiādē piedāvātos uzdevumus formulēja, apsprieda un sagatavoja, kā arī žūrijas komisijas sastāvā visvairāk strādāja V. Fļorovs, A. Čuhrovs, O. Mozgīrs, I. Fabrikants, A. Cēbers.

OLIMPIĀDES UZDEVUMI

1. uzdevums (9., 10., 11.)

Demonstrē eksperimentu. Pie galvanometra spailēm pieslēgti misiņa trauks un alumīnija tējkanna (1. att.), kurā ieliets vārāmās sāls šķīdums. Kad no tējkannas sāk liet misiņa traukā vārāmās sāls šķīdumu, galvanometrs uzrāda strāvu ķēdē galvanometrs—tējkanna—strūkla—misiņa trauks—galvanometrs. Kā atkarībā no tējkannas novietojuma virs trauka mainās strāva? Aprakstiet un izskaidrojiet savus novērojumus.

Eksperimentā bija vērojams, ka, palielinot tējkannas augstumu virs misiņa trauka, galvanometra uzrādītā strāva samazinās. Ja tējkannas augstumu nemaina, bet maina tās no-



1. att.

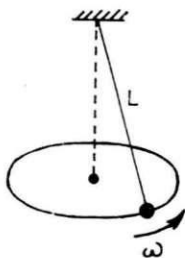
lieci, tad, palielinoties nolieces leņķim (attiecīgi spēcīgāka strūkļa), strāvas stiprums ķēdē pieaug.

2. uzdevums (9.)

Pie atsperes piekārtas kravas potenciālā enerģija samazinās par ΔE salīdzinājumā ar tās sākotnējo stāvokli, kad atsperē nebija sastiepta. Par cik palielinās atsperes potenciālā enerģija, vai enerģijas saglabāšanās likums šai procesā izpildās? Atsperes svaru neievērot.

3. uzdevums (9., 10., 11.)

Diegā, kura garums L , piekārtā lodīte (2. att.), kas rotē ap vertikālu asi ar pastāvīgu

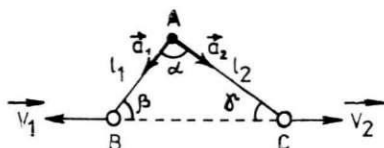


2. att.

leņķisko ātrumu ω . Kādā attālumā x no rotācijas ass aizlidos lodīte, ja diegs pārtrūks? Lodītei nerotējot, tā gandrīz pieskaras grīdai.

4. uzdevums (9., 10., 11.)

Nedeformējami stieņi AB un AC , kuru garums l_1 un l_2 , šarnīrveidīgi savienoti punktā A (3. att.). To brīvie gali kustas attiecīgi ar ātrumu v_1 un v_2 , kas vērsti pa vienu taisni pretējos virzienos. Atrodiet punkta A paātri-

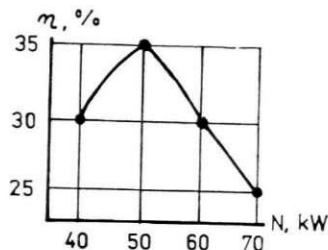


3. att.

nājumu tai brīdī, kad leņķis α starp stieņiem kļūst vienāds ar 90° (stieņi kustas vienā plaknē).

5. uzdevums (9.)

Kravas automašīnas, kuras masa kopā ar kravu $M=7,5$ T, lietderības koeficienta η atkarība no dzinēja jaudas parādīta 4. attēlā. At- rast minimālo benzīna daudzumu m , kas nodrošina kravas pārvešanu attālumā $L=360$ km



4. att.

ar konstantu ātrumu tā, lai ceļā pavadītu ne vairāk kā $\tau=7,5$ stundas. Pretestības koeficients kustībai (pretestības spēku attiecība pret piekrautas automašīnas svaru) $k=0,06$. Benzīna īpatnējais sadegšanas siltums $q=4,6 \cdot 10^7$ J/kg.

6. uzdevums (9.)

Kalorimetrā atrodas ledus, kura masa $m=0,5$ kg un temperatūra $t_1=-40^\circ\text{C}$. Kalorimetrā ielej tikpat daudz ūdens, kura temperatūra $t_2=+40^\circ\text{C}$. Pēc tam kalorimetrā ievieto elektrisko sildītāju, kas pieslēgts barošanas spriegumam $U=200$ V un patērē strāvu $I=5$ A. Aprēķināt sistēmas temperatūru termiskā līdzsvara stāvoklī, ja sildītājs tika ieslēgts uz laiku $\tau=20$ s. Kalorimetra un sildītāja masu, kā arī siltumapmaiņu ar apkārtējo vidi neievērot. (Ledus un ūdens īpatnējā siltumietilpība ir attiecīgi $C_1=2,1$ kJ/kg·K un $C_2=4,2$ kJ/kg·K, ledus īpatnējais kušanas siltums $\lambda=340$ kJ/kg.)

ATRISINĀJUMI UN NORĀDIJUMI

1. uzdevums

Vispirms par to, kādēļ vispār rodas strāva. Alumīnija tējkanna un misiņa trauks veido galvanisko pāri, bet par elektrolītu kalpo vārāmās sāls šķīdums. Tādējādi izveidojas galvaniskais elements, kura EDS arī rada strāvu ķēdē.

Strāvas stiprumu (I), EDS un ķēdes pilno pretestību R saista Oma likums $I=EDS/R$. Bez tam jāatceras, ka vadītāja pretestība r atrodama no izteiksmes $r=\rho l/S$, kur l — vadītāja garums, S — tā šķērsriezuma laukums, ρ — īpatnējā pretestība.

Tā kā alumīnijs un misiņš ir labi elektrovadītāji un galvanometra iekšējā pretestība samērā maza, tad $R \approx r_{\text{strūklas}} = r$.

Palielinot tējkannas augstumu, palielinās strūklas garums l un samazinās tās vidējais šķērsriezuma laukums S (pamatojiet — kāpēc!); rezultātā pieaug r un samazinās strāvas stiprums.

Mainot tējkannas nolieces leņķi, strūklas garums izmainās samērā maz, bet jūtami pieaug tās šķērsriezuma laukums, kas noved pie strāvas stipruma palielināšanās.

2. uzdevums

Pieņemsim, ka atsperes stinguma koeficients ir k un kravas masa m . Tādā gadījumā kravas svāra ietekmē atspere sastiepjās par garumu x tā, ka

$$mg = kx \text{ vai } x = \frac{mg}{k}. \quad (1)$$

Tā kā kravas potenciālā enerģija samazinās par ΔE , tad

$$\Delta E = mgx = \frac{m^2 g^2}{k}. \quad (2)$$

Sastieptās atsperes potenciālā enerģija ΔE_1 ir

$$\Delta E_1 = \frac{kx^2}{2} = \frac{km^2 g^2}{2k^2} = \frac{m^2 g^2}{2k}. \quad (3)$$

Salīdzinot (2) un (3), redzam, ka $\Delta E_1 = \frac{\Delta E}{2}$.

Rodas jautājums, vai iegūtais rezultāts nav pretrunā ar enerģijas saglabāšanās likumu? Kur palikusi otra puse no ΔE ?

Lai atbildētu uz šo jautājumu, jānoskaidro, kā aplūkotā krava no sākotnējā stāvokļa, kad atspere bija nesastiepta, var nonākt jaunajā stāvoklī.

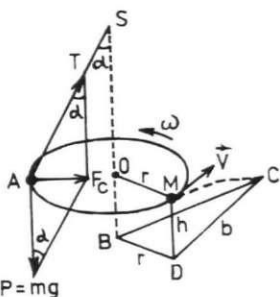
Ja pie atsperes piestiprināta krava tiek noturēta tā, ka tā atsperei nedeformē, tad, kravu momentāni atbrīvojot, tā sāks kustēties un inerces dēļ izies cauri stacionārajam stāvoklim, kurā deformācija saskaņā ar (1) ir $x = mg/k$. Kustība turpināsies līdz deformācijai $x' = 2x = 2mg/k$, kad atspere kravas kustību apturēs. Šai stāvoklī $\Delta E_1' = \Delta E$. Tā kā atsperes deformācijas spēks minētajā momentā ir lielāks par kravas svaru, tad krava sāks kustību atpakaļ. Viegli saprast, ka tādā veidā rodas kravas svārstības, kas pamazām rīkst. Gaisa pretestība, atsperes mijiedarbība ar piekares vietu, enerģijas disipācija atsperes deformācijas procesā ir tā, kas paņem «pazudušo» pusi no ΔE . Tātad šai procesā *enerģija saglabājas, bet nesaglabājas mehāniskā enerģija*. Puse enerģijas pārvēršas siltumā (ļoti nēcīga daļa enerģijas izmaiņas var būt saistīta ar atsperes materiāla struktūras izmaiņām).

Var rasties jautājums, kur paliek puse ΔE , ja kravu no sākotnējā stāvokļa uz beigu stāvokli pārvieto tā, ka tai tiek liegta iespēja svārstīties (piem., nolaižot kravu, pieturam to ar roku). Var samērā viegli pārliecināties (izdariet to patstāvīgi!), ka šai gadījumā «pazudusi» puse enerģijas ir precīzi vienāda ar darbu, ko veic krava, iedarbodamās uz roku ceļā no sākotnējā stāvokļa līdz maksimālajai deformācijai, kad $x = mg/k$, kas atbilst stacionārajam stāvoklim. Šai gadījumā saglabājas arī mehāniskā enerģija.

3. uzdevums

Pieņemsim, ka diegs pārtrūkst, kad lodīte atrodas punktā M (5. att.). Tādā gadījumā tā, kustēdamās pa parabolas loku MC , sasniedz grīdu punktā C . Attēlā redzams, ka prasītais attālums $x = BC = \sqrt{BD^2 + DC^2}$; t. i.,

$$x = \sqrt{r^2 + b^2}, \quad (1)$$



5. att. $P = mg$

kur r — tās riņķa līnijas rādiuss, pa kuru kustējās lodīte.

$$b = vt = \omega r t = \omega L \sin \alpha \sqrt{\frac{2h}{g}}, \quad (2)$$

kur t — laiks, kurā lodīte, no augstuma h (rotācijas plaknes attālumš līdz grīdai) brīvi krīdama, sasniedz grīdu.

$$h = SB - SO = L - L \cos \alpha = L(1 - \cos \alpha), \quad (3)$$

tāpēc

$$b = \omega L \sin \alpha \sqrt{\frac{2L(1 - \cos \alpha)}{g}} \quad (4)$$

un

$$x = L \sin \alpha \sqrt{1 + \frac{2L\omega^2(1 - \cos \alpha)}{g}}. \quad (5)$$

Meklēsim leņķi α (precīzāk sakot, $\sin \alpha$ un $\cos \alpha$). Centrtieces spēka F_c un svara P attiecībai pastāv sakarība

$$\frac{F_c}{P} = \frac{m\omega^2 g}{mg} = \frac{\omega^2 L \sin \alpha}{g} = \operatorname{tg} \alpha. \quad (6)$$

No šejienes

$$\begin{aligned} \cos \alpha &= \frac{g}{\omega^2 L} \quad \text{un} \quad \sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{g^2}{\omega^4 L^2}} = \\ &= \frac{\sqrt{\omega^4 L^2 - g^2}}{\omega^2 L}. \end{aligned} \quad (7)$$

Ievietojot no (7) iegūtās $\sin \alpha$ un $\cos \alpha$ izteiksmes sakarībā (5) un izdarot nepieciešamos pārveidojumus, iegūstam, ka

$$x = \frac{\sqrt{\omega^4 L^2 - g^2}}{\omega^2} \cdot \sqrt{\frac{2\omega^2 L - g}{g}}. \quad (8)$$

4. uzdevums

Tā kā kustība ir relatīva, tad varam pieņemt, ka punkts B ir nekustīgs, bet punkts C kustas attiecībā pret to ar ātrumu $v = v_1 + v_2$, kur $v_1 = |v_1|$ un $v_2 = |v_2|$ (v_1 un v_2 ir vektoru v_1 un v_2 moduļi. Šie un citi 4. uzdevumā izmantotie vektori attēlā apzīmēti ar atbilstošo burtu un bultiņu virs tā.) Šai gadījumā punkts A rotēs ap B pa riņķa līniju, kuras rādiuss ir l_1 . Centrtieces paātrinājums rotācijas kustībā ir

$$a_1 = \frac{v_A^2}{l_1}. \quad (1)$$

Mūsu gadījumā, ņemot vērā, ka $\alpha = 90^\circ$ (v_A virziens sakrīt ar AC), var atrast, ka $v_A = (v_1 + v_2) \cos \gamma$.

No ģeometriskiem apsvērumiem izriet, ka

$$\cos \gamma = \frac{l_2}{\sqrt{l_1^2 + l_2^2}} \quad \text{un} \quad a_1 = \frac{(v_1 + v_2)^2 l_1^2}{l_1(l_1^2 + l_2^2)}. \quad (2)$$

Analogu spriedumu ceļā iegūstams, ka centrtieces paātrinājums AC virzienā

$$a_2 = \frac{(v_1 + v_2)^2 l_1^2}{l_2(l_1^2 + l_2^2)}. \quad (3)$$

Ja meklējam a_1 un a_2 rezultējošo paātrinājumu, tad

$$a = |a| = |a_1 + a_2| = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1 a_2 \cos \alpha}. \quad (4)$$

Tā kā $\alpha = 90^\circ$, tad, izmantojot (2) un (3), iegūstam, ka

$$a = \frac{(v_1 + v_2)^2 \sqrt{l_1^6 + l_2^6}}{l_1 l_2 (l_1^2 + l_2^2)}. \quad (5)$$

5. uzdevums

Sadegot benzīnam, izdalītā enerģija tiek izlietota darbam — pretestības spēku pārvarēšanai, pārvedot kravu. Tādēļ

$$\eta q m = FL = k M g L \quad (1)$$

un

$$m = \frac{k M g L}{\eta q}. \quad (2)$$

Visi lielumi, izņemot η , šai izteiksmē zināmi no uzdevuma nosacījumiem. Lai noteiktu

η , jānoskaidro, kāda minimālā jauda jāattista mašīnai. Tā ir

$$N = \frac{FL}{\tau} = \frac{kMgL}{\tau} = \frac{0,06 \cdot 7,5 \cdot 10^3 \cdot 360 \cdot 10^3}{7,5 \cdot 3600} = 60 \text{ (kW)}.$$

$N = 60 \text{ kW}$ ir minimālā jauda, kas nodrošina kravas pārvešanu 360 km attālumā ne ilgāk kā 7,5 stundu laikā. Tāpēc minimāls benzīna daudzums tiek patērēts tad, ja $N = 60 \text{ kW}$ un $\eta = 30\% = 0,3$. (Attīstot lielāku jaudu, η samazinās (sk. 4. att.), bet mazākas jaudas režīms nenodrošina kravas pārvešanu prasītajā laikā.)

To ievērojot, no (2) atrodam, ka $m = 117,4$ kilogrami.

6. uzdevums

Atbilde: sistēmas temperatūra termiskā līdzsvara stāvoklī būs 0°C . Minēto rezultātu var

iegūt, skaitliski aprēķinot siltuma daudzumu Q_1 un Q_2 , kas nepieciešams, lai ledu no -40°C sasildītu līdz 0°C (Q_1) un lai šo ledu izkausētu (Q_2), kā arī siltuma daudzumu Q_3 , kas izdalās, ūdenim atdziestot no $+40^\circ\text{C}$ līdz 0°C , un siltuma daudzumu Q_4 , ko izdala elektriskais sildītājs.

Izskaitļojot var konstatēt, ka

- 1) $Q_1 < Q_3$,
- 2) $Q_1 + Q_2 > Q_3 + Q_4$.

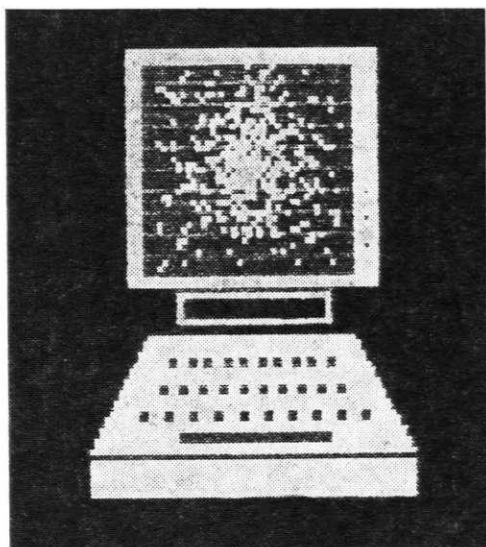
Tāpēc viss ledus sasilst līdz 0°C , ūdens atdziest līdz 0°C un daļa ledus izkūst, t. i., sistēmas temperatūra būs 0°C .*

L. Šmits

* Pārējie olimpiādes uzdevumi tiks publicēti nākamajā «Zvaigžņotās Debess» numurā.

JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ

★★ Pārnovu, kura uzliesmoja 1987. gada 23. februāra rītā Lielajā Magelāna Mākonī, pirmo reizi astronomijas vēsturē izdevās jau pašā agrīnajā stadijā novērot gandrīz visos iespējamajos starojuma veidos. 23. februāra rītā neitrīno detektori Japānā, PSRS, ASV un Itālijā reģistrēja šo daļiņu plūsmas uzliesmojumu, kuru acimredzot bija izraisījis ar zvaigznes kolapsu saistītā eksplozija. Atklāšanas dienas vakarā pārnova jau tika detalizēti spektrometrēta ultravioletajos staros ar pavadona IUE (ASV + Rietumeiropa) aparāturu, nākamajā dienā to novēroja ar vairākiem radioteleskopiem utt. Uz pārnovu tika operatīvi notēmēti arī pavadona «Ginga» (Japāna) rentgen-uztvērēji un pavadona SMM (ASV) gamma spektrometrs, taču šāda veida starojums pirmajos mēnešos pēc uzliesmojuma no turienes nepienāca (to absorbēja eksplozijā izsviestās vielas mākonis).



KALENDĀRS — UZ DISPLEJA

«Zvaigžņotās Debess» vasaras numurā aizsākām publicēt personālskaitļotājiem piemērotas programmas.

Soreiz aplūkosim ļoti vienkāršu uzdevumu — kalendārās tabulas aprēķināšanu ar personālskaitļotāju. Tā kā mēneša datumu izvietojumu tabulā nosaka vairāki cikli ar dažādiem periodiem, tad šo uzdevumu var veikt, izmantojot mehāniskas ierīces, piemēram, rotējošus diskus. Tādā veidā tiek izgatavoti grozāmie mūžīgie kalendāri. Personālskaitļotājs kalendārās tabulas aprēķina, lietojot skaitliskus algoritmus.

Mūsu uzdevums, piemēram, ir attēlot uz displeja noteikta mēneša datumu tabulu. Tiek dota šāda programma:

```
10 REM *****
20 REM *** kalendārs 20. un 21. gadsimtam ***
30 REM *****
40 DIM M(12)
50 RESTORE
60 FOR I=1 TO 12
70 READ M(I)
80 NEXT I
100 PRINT «      »
110 PRINT «GADS, MĒNESIS ?»;
120 INPUT G1, M1
130 D1=1
140 GOSUB 1000
145 X=N1-2415020.5
150 N=X-INT(X/7)*7
160 M(2)=28
170 IF G1=INT(G1/4)*4 THEN M(2)=29
190 PRINT
200 PRINT « P O T C P S Sv»
210 PRINT
300 FOR J=0 TO.5
305 PRINT
310 FOR K=0 TO 6
315 L=J*7+K-N+1
320 IF L<1 THEN GOTO 380
325 IF L>M(M1) THEN GOTO 380
340 PRINT TAB(K*4+5) STR$(L);
380 NEXT K
390 NEXT J
400 PRINT «      »
410 PRINT «ATKĀRTOT ? (J/N)»;
415 INPUT A$
420 IF A$=«J» THEN GOTO 100
450 END
995 REM
1000 REM ***** JŪLIJA DIENA *****
1010 S1=INT((12-M1)/10)
1040 N1=INT(365.25*(G1-S1))
1045 N1=N1+INT(30.59*(M1+12*S1-2))
1050 N1=N1+D1+1721073.5
1090 RETURN
9000 REM
9005 REM ***** MĒNESU DIENU SKAITS
9010 DATA 31, 28, 31, 30, 31, 30, 31, 31, 30, 31, 30, 31
```

(Iepazīstinot ar konkrētā uzdevuma risinājuma plānu, vienlaikus tiks norādītas atbilstošās rindas programmā.)

Vispirms jānosaka vajadzīgā mēneša pirmajam datumam atbilstošā Jūlija diena. Tālāk jāizvēlas atskaites datums, kuram zināma atbilstošā nedēļas un Jūlija diena. Ja vajadzīgais mēnesis ir 20. vai 21. gadsimtā, par atskaites datumu ērti izvēlēties 1900. gada 1. janvāri, pirmdienu (Jūlija diena — 2415020.5).

Atliek aprēķināt starpību dienās starp atskaites datumu un mēneša pirmo dienu un noteikt starpības dalījuma ar 7 atlikumu. Kā saprotams, atlikums rāda, cik dienu pagājis kopš pēdējās pirmdienas. Pieskaitot šim skaitlim 1, iegūstam nedēļas dienu nosaukumiem atbilstošu numerāciju: 1 — pirmdiena, 2 — otrdiena, ..., 7 — svētdiena.

Pilnas mēneša tabulas izveidošanai vēl jāzina dienu skaits izvēlētajā mēnesī. Dienu skaitu katram gada mēnesim varam uzdot kā tabulu. Dienu skaits februārī jānosaka katram gadam atsevišķi (rindas 130. un 140.).

Programmas 190.—390. rinda nosaka tabulas izveidošanu. Dažādiem personālskaitļotājiem ir dažādi organizēta rezultātu izvade uz ekrāna. Sevišķi atšķiras skaitlisko lielumu iz-

vade. Tāpēc 340. rindā ir komanda, kas skaitli, kurš vienāds ar datumu, pirms izvadīšanas uz ekrāna pārvērš par simbolu virkni. Tomēr var paredzēt, ka tieši šī programmas daļa sagādās grūtības, pārrakstot programmu citam personālskaitļotājam. Noteikti pārbaudiet, vai jūsu skaitļotājam izvadāmās simbolu virknes pozīciju rindā nosaka ar operatoru TAB.

Programmas darbu pārbaudei var izmantot jebkura mēneša tabulu, piemēram, 1988. gada janvāri:

P	O	T	C	P	S	Sv
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

Noteikti pārbaudiet programmu īso un garo gadu februārim!

Tagad Jūs viegli varat noskaidrot, kādās nedēļas dienās bijuši dažādi svarīgi notikumi. Varat, piemēram, arī uzzināt, kāda nedēļas diena būs 2000. gada 1. janvāris.

A. Raudis

JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ

★★ Izmantojot NASA retranslācijas pavadoņi TDRS-1, ASV tālā kosmosa sakaru staciju Austrālijā un Japānas tālā kosmosa sakaru staciju Usudā, veikti pirmie reālie radiointerferometriskie novērojumi (t. i., reģistrēta interferences aina un pēc tās atveidota objektu sīkstruktūra), izmantojot bāzi «Zeme—kosmos». (Agrākajos eksperimentos bija veikts vienlaicīgs signālu pieraksts uz Zemes un kosmosā, nenodrošinot interferometrijai nepieciešamo sinhronizāciju starp abiem uztvērējiem.) 1986. gadā, bāzes garumam sasniedzot 18 000 km, šādā veidā tika pētīti trīs kvazāri, bet 1987. gadā, kad bāze bija pieaugusi jau līdz 28 000 km (t. i., divreiz lielākam attālumam, nekā iespējams uz Zemes), — vēl 25 šādi objekti.



ZINĀTNISKĀS PADOMES
«SAULES—ZEMES
SAKARU FIZIKA»
SIMPOZIJS IRKUTSKĀ

1986. gadā no 22. septembra līdz 27. septembrim Irkutskā notika zinātniskās padomes «Saules—Zemes sakaru fizika» vissavienības simpozijš. Tas bija veltīts Sibīrijas ģeofizikālo pētījumu simtgadei un PSRS ZA Zemes magnētisma, jonosfēras un radioviļņu izplatīšanās institūta Sibīrijas nodaļas 25 gadu jubilejai. Uzmanības centrā bija Saules aktivitātes ietekme uz Saules tuvāko apkārtni, starpplanētu telpu un Zemi.

Simpoziju atklāja institūta direktors G. Zerebcovs ar referātu «No meteomagnētiskiem novērojumiem līdz mūsdienīgām Saules—Zemes fizikas problēmām».

Simpozija darbs norisinājās četrus tematisko sekciju sēdēs: Saules un Saules—Zemes sakaru fizika, starpplanētu vides fizika, magnetosfēras fizika, jonosfēras un jonosfēras—magnetosfēras sakaru fizika, PSRS ZA Zemes magnētisma, jonosfēras un radioviļņu izplatīšanās institūta līdzstrādnieks V. Obričko nolasiya pārskata referātu par Saules iedarbību uz Zemi, tās problemātiku un perspektīvām. Saules—Zemes sakaru fizika ir specifiska fizikas nozare, kurai nepieciešama kompleksa pieeja. Šis komplekss ietver Saules pētījumus, starpplanētu vidi, Zemes atmosfēru visos līme-

nos, bioloģiskās problēmas, antropogēnos faktorus.

Tālāk simpozijā tika aplūkoti aktuāli Saules—Zemes sakaru fizikas jautājumi. Saules ietekme uz Zemi izpaužas dažādos veidos — Saules aktivitātes izmaiņas ietekmē meteoroloģiskos apstākļus uz Zemes, Zemes seismisko aktivitāti, biosfēru. Turklāt, pieaugot cilvēces tehniskajam līmenim, Saules aktivitātes ietekmes sfēra kļūst arvien plašāka — inducētās strāvas, ko izraisa Saules lādēto daļiņu plūsmu ielaušanās Zemes magnetosfērā, ietekmē cilvēces rado elektronisko ierīču, piemēram, elektronu skaitļošanas mašīnu, darbību, traucē arī sakaru līniju un elektropārvades līniju darbību. Saules uzliesmojumos radušās protonu plūsmas, kurām ir milzīga enerģija, apdraud kosmonautu veselību, savukārt Saules aktivitātes izraisītās Zemes augšējās atmosfēras blīvuma izmaiņas ietekmē ZMP kustību un to darbmūžu.¹

Svarīgs Saules—Zemes sakaru fizikas jautājums ir lādēto daļiņu plūsmu veidošanās un izplatīšanās. No Saules atmosfēras ārējā slāņa — koronas — karsto gāzu spiediena dēļ pastāvīgi aizplūst viela tā sauktā Saules vēja veidā. Būtībā Saules

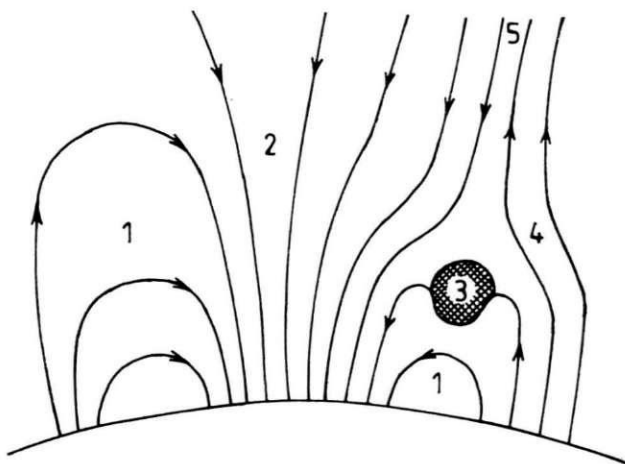
vējš ir koronas (kas nepārtraukti izplešas) turpinājums starpplanētu telpā. Saules vējš aiznes to lieko koronas enerģijas daudzumu, kas netiek patērēts izstarojot vai netiek kā siltums aizvadīts uz hromosfēru un ko korona savukārt, domājams, saņem no konvektīvās zonas magnetohidrodinamisko viļņu veidā. Koronu veidojošām daļiņām, galvenokārt elektroniem un protoniem, attālinoties no Saules, to ātrums pieaug, jo arvien samazinās Saules gravitācijas ietekme. Apmēram $10-25 R_{\odot}$ attālu-

mā (šis slānis tiek saukts par Saules vēja pārejas apgabalu) daļiņas sasniedz virsmaņas ātrumu.

Saules vējš nosaka Saules magnētisko lauku turpināšanos starpplanētu telpā. Saules atmosfēras karsto gāzu augstās vadītspējas dēļ magnētiskais lauks ir nesaurājami saistīts ar to, līdz apmēram $3 R_{\odot}$ attālumam spēcīgie magnētiskie lauki vada plazmas kustību atmosfērā, taču tālāk magnētiskā lauka enerģija samazinās straujāk nekā vielas termiskās kustības enerģija un, koronas vielai virzoties prom no Saules, līdzī tiek aizrauts arī magnētiskais lauks.

Koronā pastāv divējādas magnētiskā lauka konfigurācijas jeb struktūras: valēja magnētiskā lauka konfigurācija — koronālie caurumi, kur vielai ir relatīvi zema temperatūra un mazs blīvums, un noslēgta magnētiskā lauka konfigurācijas,

¹ Par Saules aktivitātes ietekmi uz Zemi sk. B a l k l a v s A. Saules—Zemes fizikas simpozijā. — Zvaigzņotā Debess, 1985. gada rudens, 41.—43. lpp.



Magnētiskā lauka konfigurācijas Saules atmosfērā: 1 — noslēgtas konfigurācijas, 2 — vaļēja konfigurācija, 3 — protuberance, 4 — ķiverveida konfigurācija, 5 — starpplanētu strāvas slānis.

kur vielai raksturīga augsta temperatūra un liels blīvums. Izstarotās enerģijas daudzums ir proporcionāls elektronu koncentrācijas kvadrātam. Tāpēc, ja korona no augšējiem slāņiem saņem viscaur aptuveni pastāvīgu enerģijas daudzumu, vaļēja magnētiskā lauka konfigurācijās, kur ir zems elektronu koncentrācijas līmenis, vairāk enerģijas tiek patērēts Saules vēja veidošanai, jo šie Saules atmosfēras apgabali izstaro maz. Turklāt vaļēja magnētiskā lauka konfigurācija ne traucē lādētām daļiņām pamest Sauli. Tātad šajos apgalos veidojas ātrās ģeoeftīvās Saules vēja plūsmas, kuru daļiņu ātrums Zemes orbītas attālumā sasniedz līdz 700—800 km sekundē. Turpretim noslēgta magnētiskā lauka konfigurāciju apgabali, kuros ir liels vielas blīvums un augsta temperatūra, izstarojot patērē daudz enerģijas, arī magnētiskā lauka ģeometrija šeit kavē lādēto daļiņu kustību prom no Saules. Zemes orbītas attālumā šo apgabalu

veidoto daļiņu plūsmas ātrums ir aptuveni 400 km sekundē.

Saules vējam ir raksturīga sektoru struktūra — katrā sektorā pastāv noteiktas polaritātes magnētiskais lauks. Sektoru robežas, kur magnētiskajam laukam mainās polaritāte, — tā sauktais starpplanētu strāvas slānis — uz Saules tiek identificētas ar ķiverveida magnētiskā lauka konfigurācijām, kādas pastāv virs protuberancēm un ir lielu koronālo staru pamatā (sk. att.).

Saules rotācijas dēļ vienā virzienā ar nelielu laika intervālu var izplatīties daļiņu plūsmas, kurām ir dažāds ātrums, ātrās plūsmas panāk lēnākās un mijiedarbojas cita ar citu. Daļiņu plūsmas, kurām ir liels ātrums un liela enerģija, veido arī tā sauktie ģeoeftīvie aģenti — koronālie tranzienti, pazīdoshās protuberances, uzliesmojumi. Tātad Saules vējš sastāv no dažāda ātruma daļiņu plūsmām, kuras mijiedarbojas savā starpā, kuru kustību ietekmē starpplanētu

magnētiskais lauks un kuras savukārt izraisa pārmaiņas lauka struktūrā.

Ipaša uzmanība simpozijā tika pievērsta Saules uzliesmojumiem kā efektīvākajiem procesiem Saules atmosfērā, kuru radītajām daļiņu plūsmām ir visaugstākā enerģija un kuri izraisa vislielākās perturbācijas Zemes apkaimē. Tika atzīts, ka ir gan savāks apjomīgs novērojumu materiāls (reizēm visai pretrunīgs), izveidots pilnīgs aktīvo apgabalu evolūcijas morfoloģiskais apraksts, izpētītas atsevišķas aktivitātes izpausmes, taču procesu sarežģītā rakstura un daudzveidīgo savstarpējo saistību dēļ joprojām nav pietiekami pamatotas kopējas Saules aktivitātes teorijas. Piemēram, šobrīd dominē uzskats, ka Saules atmosfēra saņem no konvektīvās zonas enerģiju magnetohidrodinamisko viļņu veidā, taču šī teorija nav pilnībā pierādīta. Cita svarīga problēma ir veids, kādā uzkrājas kolosālais enerģijas daudzums, kas izdalās uzliesmojuma laikā, — apmēram 10^{32} ergu. Ikdienas dzīvei būtiski nepieciešama ir iespēja pietiekami precīzi prognozēt uzliesmojumus, tāpēc svarīgi ir noteikt tam nepieciešamos kritērijus. Kā liecina novērojumi, pirms uzliesmojumiem mainās Saules radiostarojums un rentgenstarojums. Būtiskas izmaiņas rentgenstarojumā konstatētas 96 procentos, radiostarojuma decimetru diapazonā — 85 procentos gadījumā. Neskaidrības par parādības raksturu ir vēl centimetru diapazonā. Patikami, ka referenti deva atzinīgu novērtējumu darbam, kas par šo tēmu veikts mūsu observatorijā, — tā autori ir J. Averjančina, V. Locāns un M. Paupere.

Uzliesmojums darbojas kā paātrinātājs, kas, izlietojot vairāk nekā 10% uzliesmojuma enerģijas, piešķir elektroniem līdz 0,5 MeV ener-

ģijas. Spēcīgākajos uzliesmojumos tiek paātrināti arī protoni (un elektroni) — to enerģija var sasniegt 100 megaelektronvoltu.

Ipaši spēcīgu uzliesmojumu rezultātā daļiņas var tikt paātrinātas līdz enerģijām, kas ir salīdzināmas ar kosmiskā starojuma enerģiju (10GeV); šādu daļiņu plūsmu sauc par Saules kosmisko starojumu. Saules kosmiskajā starojumā sastopami smago elementu kodoli, arī dzelzs, un katram uzliesmojumam ir sava to daudzuma savstarpējā attiecība. Jāpiemin arī izotopu ^2H , ^3H , ^3He palielinātais daudzums Saules kosmiskā starojuma sastāvā, kas liek domāt, ka, protoniem mijiedarbojoties ar uzliesmojuma

plazmu, notiek kodolreakcijas. Šobrīd nav īsti skaidrs daļiņu paātrināšanās mehānisms uzliesmojuma laikā, jo no kosmiskajiem aparātiem veiktie uzliesmojumu elektronu un protonu spektru mērījumi liecina, ka daļiņas var būt radušās gan noslēgtās, gan vaļējās (tikai elektroni) magnētisko lauku struktūrās. Uzliesmojuma laikā no Saules atmosfēras tiek izsviests arī tā sauktais magnētiskais mākonis — atmosfēras viela, kuru kopā satur magnētiskais lauks. Šāda mākoņa uzbūve pagaidām nav sīkāk noskaidrota. Magnētiskais mākonis pārvietojas starpplanētu telpā un atstāj aiz sevis retinājumu, pakuru, ja notiek uzliesmojumu

sērija, sekojošais mākonis var panākt pirmo un mijiedarboties ar to. Tāpēc, lai detaļās izpētītu uzliesmojumu izraisītās norises, jānovēro atsevišķie uzliesmojumi, kādu ir 10 procenti. Deviņdesmit procenti uzliesmojumu notiek sērijās, to radītās vielas plūsmas mijiedarbojas un izmaina parādību raksturu.²

J. N ā g e l i s,
D. S ķ ē r s e

² Par Saules uzliesmojumiem sk. Balklavs A. Starptautiska apspriede par Saules maksimuma gada rezultātu analīzi. — Zvaigžņotā Debess, 1986. gada pavasaris, 63.—66. lpp.

JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMA

★★ Otrajai padomju un bulgāru kosmiskajai ekspedīcijai, kas paredzēta 1988. gadā padomju orbitālajā stacijā «Mir», no bulgāru puses izvirzīts šis valsts pirmā kosmonauta Georgija Ivanova dublieris Aleksandrs Aleksandrovš, bet par viņa dublieri savukārt norikots Krasimirs Stojanovš. Abi kosmonauta kandidāti ieradās Padomju Savienībā 1987. gada 10. janvārī un pēc dažām dienām sāka nodarbināt un treniņus Jurija Gagarina Kosmonautu sagatavošanas centrā.



HALEJA KOMĒTA PASTMARKĀS

«Zvaigžņotās Debess» 1986. gada rudens numura krāsu ielikumā jau tika publicēti dažu Haleja komētai veltītu pastmarku attēli. Tagad nākušas klāt vēl vairākās valstīs izlaistas markas un bloki, kas veltīti gan komētai un tās novērojumu vēsturei, gan arī komētas pētījumiem ar modernajām metodēm.

Attēlā redzams Bulgārijas TR pastmarku bloks, kurā shematiski attēlota Saules sistēma un Haleja komētas orbīta. Augšā — E. Haleja portrets, tad (pulksteņrādītāja virzienā) padomju automātiskā stacija «Vega», 1986. gada februārī ASV palaistais Venēras mākslīgais pavadoņs «Pioneer—Venus-1» (tika izmantots Haleja komētas novērojumiem ultravioletajos staros, kad nevarēja novērot no Zemes), Rozenas observatorija Bulgārijā (ar tās teleskopu tika novērota Haleja komēta), Rietumeiropas valstu automātiskā stacija «Giotto» un Japānas kosmiskais aparāts «Suisei» (pirms starta provizorisksais nosaukums bijis «Planēta»).

Tagad īsumā par tām markām, kuras attēlotas krāsu ielikumā.

1 — PSRS pasta bloks, kurā attēloti lidaparāti «Vega-1», «Vega-2», «Planēta A» un «Giotto»; kreisajā augšējā stūrī — E. Haleja portrets, apakšējā malā — Tālo kosmisko sakaru centra antena (pa labi) un radioteleskops. Redzams arī zinātniskais komplekss «Salīts-7» — «Sojuz» orbitālajā lidojumā.

2 — Polijas TR markas. Pa kreisi — Saules sistēmas shēma un Haleja komētas orbīta, kā arī pazīstamā poļu astronoma — komētu kustības pētnieka M. Kamenska portrets. Pa labi — automātiskie aparāti, kas piedalījās Haleja komētas pētīšanā. Sākot ar augšējo labo stūri:

«Vega», ICE (ASV un Rietumeiropas kosmiskais aparāts, kas, pētot Džakobīni—Cinnera komētu, 1985. gada 11. septembrī izgāja cauri tās astei 8000 km attālumā no kodola; tas veica arī dažus Haleja komētas pētījumus), «Suisei» un «Giotto». Aparāti nav attēloti vienā mērogā.

3 — padomju marka — pēdējā triju marku sērijā. 1986. gada 6. martā «Vega-1» izgāja cauri komētas gāzu un putekļu apvalkam 9000 km attālumā no kodola. Šim notikumam veltīta marka, kas izlaista tai pašā dienā. Attēlots ekspedīcijas beiguposms, kad televīzijā tika uzņemts komētas kodols un attēli pārraidīti uz Zemi. Te var pieminēt, ka iepriekšējās šīs sērijas markās (sk. «Zvaigžņotā Debess», 1986. gada rudens) ir kļūda. Pagriežamā platforma ar teleaparāturu visā lidojuma laikā pirms tikšanās ar komētu atradās slēgtā stāvoklī, piespiesta pie stacijas. Tikai pēc komandas no Tālo kosmisko sakaru centra tā tika izvērsta darba stāvoklī (1986. gada 12. februārī — «Vega-1», 15. septembrī — «Vega-2»).

Vjetnamas SR marku sērija:

4 — E. Haleja portrets;

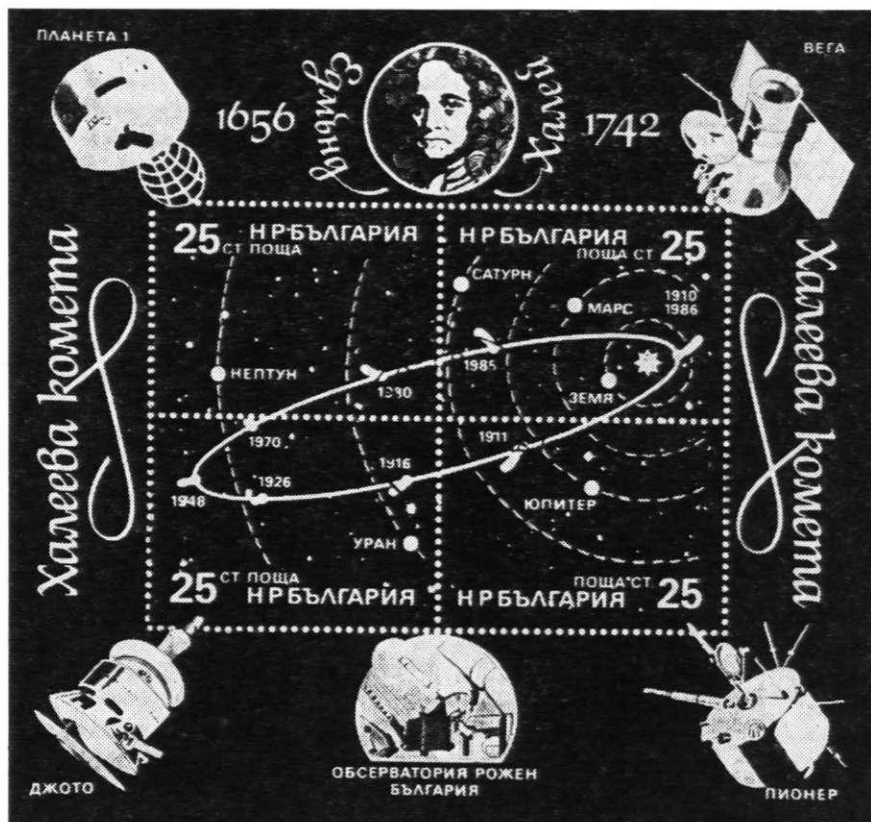
5 — I. Ņūtona portrets;

6 — to deviņu valstu karogi, kuras piedalījās programmā «Vega». Markā ir kļūda: attēlota raķete «Sojuz» ar kosmisko kuģi «Sojuz», bet stacija «Vega» tika palaista ar raķeti «Protons»;

7 — komēta, Piena Ceļš un Zeme.

Ungārijas TR markas:

8 — kosmiskais aparāts ICE. Attēlots dinosaurs un vairākas komētas, jo pastāv teorija, ka dinosauri izmiruši pēc vairāku komētu sadursmes ar Zemi;



9 — kosmiskais aparāts «Suisei», tā orbīta Saules sistēmā, komētas novērošana viduslaikos;

10 — kosmiskais aparāts «Vega». Atkal kļūda — platforma ar teleaparātūru «skatās» nepareizā virzienā — prom no komētas. Attēlots Bajē katedrāles gobelēns (11. gs.) ar 1066. gada Haleja komētas attēlu;

11 — padomju pavadoņi «Astron», ar kuru tika novērots Haleja komētas ultravioletais starojums. Simboliski attēloti dažādi zvaigznāji, kur varēja novērot komētu;

12 — «Giotto» un tā trajektorija Saules sistēmā. Attēlota arī Haleja komēta kā «Betlēmes zvaigzne» Džoto di Bondones freskā Skvo-renji (Arēnas) kapelā;

13 — E. Haleja portrets, Haleja komētas orbīta un kosmoplāns «Columbia» ar ultravioleto teleskopu kompleksu. Lidojums nenotika.

J. Francmanis



ASTRONOMISKĀS OPTIKAS KOPŠANA

Astronomijas amatieriem, kas nodarbojas ar debess spīdekļu fotografēšanu vai instrumentu konstruēšanu un būvi, regulāri iznāk saskarties ar optikas kopšanas problēmām. Astronomijas instrumenti — teleskopi un fotoobjektīvi — tiek izmantoti lauka apstākļos, pārnesti no vienas vietas uz citu, nereti tiek izjaukti un pārveidoti. Visbeidzot — daudzas optiskās detaļas amatieri izgatavo paši. Šādos apstākļos optiskās virsmas, lai cik uzmanīgi arī apietos ar astronomijas instrumentiem, laika gaitā neizbēgami kļūst netīras: apput, apsvīst, uz tām var parādīties nejauši pirkstu nospiedumi. Autori novērojuši, ka daudzi amatieri un diemžēl pat profesionāļi šādā gadījumā ar neprasmīgu rīcību stāvokli vērš tikai vēl ļaunāku. Autoriem ir liela pieredze darbā ar supertīrām virsmām, un šajā rakstā viņi mēģinās dalīties ar lasītāju savās zināšanās par to, kā tīrīt optiskās virsmas un kā sagatavot stikla virsmu, lai varētu iegūt kvalitatīvu un ilgmūžīgu aluminizējumu.

Tīrīšanas paņēmieni atkarīgi no virsmas rakstura. Optiskās virsmas no šā viedokļa varam iedalīt trīs grupās: virsmas ar pārklājumiem (dzidrinātās un metalizētās), stikla un metalizējamās spoguļvirsmas.

Nedzidrinātu optisko virsmu tīrīšana īpašas grūtības nesagādā, jo ir visai plašs lietojamo līdzekļu spektrs. Tām bīstama tikai nevērīga mehāniska tīrīšana, fluorūdeņražskābe un tās tvaiki, kā arī sārmī. Arī ilgstoša stipru skābju iedarbība (vairāk par dažiem desmitiem minūšu) nav vēlama.

Putekļus no šādām virsmām visērtāk noslaucīt ar tīru batista vai samta lupatiņu. Pirkstu nospiedumus, tauku un smērvielu plankumus tīra

šādi. Vispirms detaļu nomazgā kādā organiskajā šķīdinātājā — acetona, spirtā, dihlorētānā, vai spirtā (lakbenzīnā) utt., bet pēc tam uz dažām minūtēm iemērc hroma maisījumā* vai apstrādā ar sālskābi cinka klātbūtnē. Notīrītās detaļas pamatīgi noskalo bidestilētā ūdenī un žāvē zem stikla kupola. Vajadzības gadījumā tīrīšanu atkārto. Process jāveic vienā paņēmienā, lai šķīdinātājs vai, vēl sliktāk, nedestilēts ūdens neizžūtu uz stikla virsmas. Ja tīrīšana kāda iemesla dēļ jāpārtrauc, labāk atstāt detaļu uz ilgāku laiku šķīdinātājā. Atgādināsim, ka tos optiskos elementus, kuri nav izņemami no metāla ietvara, nedrīkst apstrādāt ar skābēm.

Dzidrinātās un metalizētās virsmas ir daudz grūtāk tīrīt, jo tās ir jutīgas gan pret mehānisku iedarbību, gan pret daudziem šķīdinātājiem. Putekļus vislabāk nopūst ar gaisa strūklu no gumijas bumbiera vai fēna vai uzmanīgi noslaucīt ar mīkstu vāverastes otiņu. Ar elpu nopūst tos nav ieteicams. Nedrīkst lietot mehāniskus sūkņus, jo to izpūstā gaisa strāva var saturēt sīkas eļļas daļiņas.

Eļļas plankumus un pirkstu nospiedumus ir gandrīz vai neiespējami notīrīt. Tie ir ļoti noturīgi uz virsmas un spēj difundēt dzidrinājuma slānī. Vienīgais, ko var ieteikt, ir nomazgāt virsmu (vajadzības gadījumā — atkārtoti) ar tīru etilspirtu. Aluminizējumam var lietot arī citus organiskos (izņemot hloru saturošus) šķīdinātājus. Beigās detaļas noskalo bidestilētā un žāvē ar tīru, silta (40° C) gaisa strūklu vai

* Par šā un citu reaģentu sagatavošanu sk. 64. lpp.

zem kupola. Ja alumīnija slānis stipri netīrs, mehāniski bojāts vai kļuvis matēts, tas jāatjauno. Veco alumīnija kārtiņu labi var noņemt ar 5% nātrija vai kālija hidroksīdā (sārmā) samērcētu vates tamponu. Šim nolūkam var lietot arī tehnisko sārmu vai, sliktākajā gadījumā, koncentrētu sodas šķīdumu.

Sevišķi rūpīgu darbu prasa virsmas sagatavošana aluminizēšanai. Uzreiz atcerēsieties vienu: **Pirkstu nospiedumi no stikla nav nofirāmi!** Vienīgais, ko tad var darīt, ir atkārtot spoguļa pulēšanu, lai noņemtu netīrā stikla kārtiņu.

Kad spogulis noņemts no pulētāja vai atbrīvots no vecā alumīnija, tas nekavējoties rūpīgi jānomazgā acetona un pēc tam bidestilētā ūdenī. Tad pieļaujams spoguļi nožāvēt, tomēr vēlams turpmāko procedūru veikt pēc iespējas drīzāk. Virsmu vēlreiz mazgā ar kādu organisko šķīdinātāju, labāk ar citu (ne acetonu) un apmēram sfundu apstrādā ar hroma maisījumu vai sālskābi un cinku, vislabāk — ar abiem maisījumiem. Pēc tam spoguļi rūpīgi mazgā ar bidestilātu, bet pašās beigās, ļoti ieteicams, vēl ar dejonizētu ūdeni. Mājas apstākļos dejonizēto ūdeni gan nav iespējams pagatavot, bet to var dabūt dažās ķīmijas laboratorijās. Šādu ūdeni uzglabā tīros polietilēna vai fluorplasta traukos; nerūsošā tērauda trauki ir sliktāki, bet stikla trauki vispār nav izmantojami. Ja spoguļi aluminizē nevis rūpnīcā vai sadzīves pakalpojumu iestādē, bet speciālā laboratorijā, pieļiek veikt tikai pašu pirmo tīrīšanas etapu, jo pārējo tad izdarīs ziņošs speciālists tieši pirms aluminizēšanas.

Nedaudz vārdu par tā sauktajām Frenela lēcām, kuras pēdējā laikā nereti lieto spoguļkameru skatumeklētājos. Tām ir sarežģīta, precīza mikroreljefa virsma, turklāt lēcas parasti gatavotas no organiska kompaunda. Ja reljefa virsma kļuvusi netīra, to var mēģināt tīrīt ar 60% etilspirtā samērcētu samta auduma tamponu, bet praktiski vienīgais efektīvais paņemiens ir mazgāšana ar speciālu šķīdumu ultraskaņas laukā, ko vislabāk uzticēt speciālistam.

Patī tīrīšanas tehnika ir šāda. Tīrāmo virsmu vispirms viegli nobērzē ar vajadzīgajā šķīdinātājā bagātīgi samērcētu baltā auduma vai higroskopiskās vates tamponu, pēc tam paskalo.

Ja detaļu šķīdinātājā nevar iemērt, tad to pašu tamponu vēl bagātīgāk samērcē šķīdinātājā un ļauj šķīdumam notecēt gar virsmu. Skābju maisījumā var mērt tikai stikla vates tamponu. Darba vietu iekārtojām, uzklājot uz galda polietilēna plēvi un virs tās — loksnī tīra filtrpapīra vai divkārt salocītu avīzi. Jāizmanto stikla vai ar nebojātu emaljas slāni pārklāta metāla trauki.

Vēl vajadzīgs stikla destilators un zāvēšanas kupols. Destilatoru var iegādāties fotoveikalā, bet kupols jāpagatavo pašiem. Ņem trīslitru burku vai kādu līdzīgu trauku. Līdzieni nogriež tai augšgalu un ar abrazīviem vai smalku smilti pieslīpē dabūto cilindru gludai stikla plāksnei. Lai detaļa ātrāk žūtu, zem kupola var palikt trauciņu ar sērskābi vai citu higroskopisku vielu. Detaļas noliek uz filtrpapīra vai miksta materiāla turētājos.

Tagad par vielu sagatavošanu. Pārdošanā esošie šķīdinātāji, izņemot dažkārt aptiekās dabūjamo ocy markas acetonu, pirms lietošanas jāzāvē un jāpārdestilē. Lai šķīdinātājs izžūtu, tas vairākas dienas jātur kopā ar bezūdens vara sulfātu.

Pēdējo pagatavo šādi. Dārzkopības preču veikalā iegādāto vara vitriolu izšķīdina vārošā ūdenī (66,7 g uz 100 ml ūdens) un vēl karstu ātri nofiltrē caur vates tamponu. Ļauj šķīdumam atdzist līdz istabas temperatūrai, tad nolej to no izkritušajiem kristāliem. Kristālus izber uz tīra papīra un tāpat gaisā izžāvē. Pēc tam tos emaljētā traukā izkarsē ~220 °C temperatūrā, līdz tie pārvēršas baltā pulverī. Dabūto vielu uzglabā blīvi noslēgtā traukā. Ja tā kļuvusi zila, var to izkarsējot reģenerēt.

Destilatora kolbu silda nevis uz atklātas liesmas, bet traukā ar ūdeni, ko karsē uz elektriskās plītnes, kurai ir slēgta sildspirāle. No destilēto pirmo un paliekošo pēdējo šķīdinātāju vai ūdens daļu (apm. 1/10 daļu kopējā tilpuma) atmetam. Ēteri nedrīkst nodestilēt vairāk kā divas trešdaļas, jo gaisa skābekļa darbības rezultātā tajā uzkrājas eksplozīvi peroksīdi, kas destilācijas beigās var izraisīt sprādzienu. Atlikumu labāk izliet ārā.

Bidestilāta pagatavošana. Pārdestilē ūdeni un no destilatora kolbas izlej ūdens atlikumu. Izskalo destilatora kolbu ar destilēto ūdeni un

pārējo salej tajā atpakaļ. Destilātam pievieno naža galu kālija permanganāta un destilē vēlreiz. Ja, dabūtā ūdens pilienam izžūstot uz gludas stikla virsmas, nepaliek acīm redzamas pēdas, var uzskatīt, ka ūdens ir pietiekami tīrs.

Hroma maisījuma pagatavošana. 100 mililitros karsta ūdens izšķīdina 30...50 g kālija vai nātrija dihmāta, tā sauktā hrompika (var dabūt fotoveikalos). Dabūto šķīdumu intensīvi maisa un tievā strūkliņā, uzmanoties, lai neizšļakstās, lej tajā koncentrētu sērskābi (der akumulatoriem domātā), līdz kopējais šķīduma tilpums sasniedz 1 litru.

Tīrīšana ar sālsskābi un cinku. Tīrāmo detaļu ievieto šķīdumā, ko iegūst, sajaucot sālsskābi un destilētu ūdeni attiecībā 1:1; tīrāmo virsmu vēlams orientēt uz augšu. Virsū uzber nedaudz cinka skaidiņu, kuras var iegūt, sīki sagriežot sausā elementa apvalku.

Etilspirtu var iegūt, pārdestilējot degvīnu un ņemot frakciju, kas vārās 78...80 °C temperatūrā.

Organiskos šķīdinātājus uzglabā labi noslēgtos stikla traukos. Bidestilēto ūdeni var turēt polietilēna vai stikla pudelē, bet skābes

un hroma maisījumu — stikla traukos ar pieslēpētu aizbāzni. Uz visiem traukiem jābūt labi salasāmiem uzrakstiem.

Drošības tehnika. Darbojoties ar šķīdinātājiem, nedrīkst smēķēt; tuvumā nedrīkst atrasties atklāta liesma vai karsta sildspirāle. Vairums šķīdinātāju ir indīgi, tāpēc jāstrādā labi vēdināmā telpā. Jāuzmanās, lai šķīdinātājs nenokļūst uz ādas, it sevišķi — darbojoties ar skābēm un hroma maisījumu. Ja tie nokļuvuši uz ādas, cietusī vieta jāmazgā ar lielu ūdens daudzumu un pēc tam ar 3% ožamā spirta šķīdumu. Ja uz ādas nokļūst sārma šķīdums vai cietā sārma gabaliņi, arī jāmazgā ar lielu ūdens daudzumu un atšķaidītu (1:1) galda etiķi.

Kā redzams, optikas kopšana ir visai komplikēta procedūra, kas prasa zināmas iemaņas elementārajā ķīmijā. Ja regulāri jāstrādā ar optiku, ieteicams to apgūt. Pareizi sagatavoti un uzglabāti reaģenti palīdzēs ilgstoši uzturēt teicamā kārtībā fotoaparātus, tālskārus un teleskopus.

D. Kauliņa, J. Kauliņš

JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ

★★ Šemaha observatorijas (Azerbaidžāna) 2 m spoguļteleskopā nesēn ierīkots periodiski svārstāms sekundārais spogulis, kādus infrasarkanajā astronomijā lieto, lai uztvertu pārmaiņus te pētāmā objekta, te blakusesošā debess laukumiņa starojumu un tādējādi atšķirtu derīgo signālu no traucējošā fona. Līdz ar to šis instruments tagad ir pirmais lielais teleskops Padomju Savienībā, kurš piemērots novērojumiem tālajos infrasarkanajos (siltuma) staros.



DZĪVĪBAS MEKLĒŠANA VISUMĀ

Iznākusi jauna grāmata tiem, kuri interesējas par ārpuszemes civilizācijām: «Проблема поиска жизни во Вселенной» (M.: Наука, 1986. 256 c.). Tajā atspoguļoti materiāli par 1981. gada nogalē Tallinā notikušo simpoziju «Saprātīgas dzīvības meklējumi Visumā». No simpozija līdz grāmatas iznākšanai tik daudz laika pagājis acimredzot tāpēc, ka referenti bija aicināti ziņojumu tiešo tekstu papildināt ar diskusijas materiāliem, lai grāmatā pēc iespējas labāk būtu atspoguļots simpozija gars. Raksti vēl tika papildināti arī ar jauniem datiem un atziņām, tā ka sniegtās ziņas nevar uzskatīt par novecojušām. Tās atspoguļo pašreizējo stāvokli konkrētās problēmas risināšanā.

Grāmata iedalīta trīs daļās: dzīvības rašanās un attīstības vispārīgie jautājumi, saprātīgas dzīvības meklēšanas metodes un rezultāti, jaunas meklējumu programmas. Tā kā rakstu materiāls ir ļoti daudzpusīgs un par tā izkārtojumu nodaļās var strīdēties, tad sniegsim ar rakstu secību nesaistītu grāmatas saturu apskatu, minot vārdā tikai daļu autoru.

Problēmas apskatu ievada raksti par pirmsbioloģiskās attīstības ceļiem, iespējamiem dzīvības rašanās apstākļiem uz Zemes, par ģenētiskā koda veidošanos un tā nozīmi dzīvības evolūcijā.

Seko saprātīgas dzīvības jeb civilizāciju veidošanās un attīstības analīze, kas balstās uz fizikas likumu identiskumu izpētītajā Visumā. V. Troicka, J. Sklovskā un N. Kardašova rakstos dots civilizāciju vispārīgs raksturojums, novērtēta to iespējāmā sastopamība, izskatīti varbūtējie civilizāciju attīstības ceļi,

sākot ar sevi iznīcinošām civilizācijām un beidzot ar pārcivilizācijām — daudzu augsti attīstītu civilizāciju konglomerātiem, kuru rīcībā ir neierobežoti enerģijas resursi. Tieši šīs pārcivilizācijas varētu būt spējīgas raidīt tāda vai citāda veida signālus, kas domāti nezināmām civilizācijām pasaules telpā. Dažos citos rakstos noraidīta doma par pārcivilizāciju pastāvēšanu un to izvērstu darbību. Minēsim pāris argumentu no šiem rakstiem: pārcivilizācijas neveidosies, jo signālu izplatīšanās ātrums ierobežo telpas apjomu, kurā var norisināties savstarpēji saskaņota darbība; ja pārcivilizācijas tomēr pastāv, tad to enerģijas patēriņu ierobežo nepieciešamība saglabāt dzīvojamās vides termisko un ķīmisko tīrību. Grāmatā uzmanība pievērsta arī ārpuszemes civilizāciju attīstības sociāli filozofiskajam aspektam.

Nākamā rakstu grupa veltīta saprātīgas dzīvības meklēšanas iespējām. Runa ir galvenokārt par signālu uztveršanu, kas apliecinātu citu civilizāciju eksistenci. L. Gindiļa ievadrakstā dota labi pārskatāma visdažādāko sagaidāmo signālu veidu shēma. Bez tradicionālajiem signāliem optiskajā un radioviļņu diapazonā shēmā atspoguļoti vēl daudzi neparasti, bet iespējami sakaru veidi. Izvērsti tos aplūko M. Subatovičs un Z. Paprotnijs (Polija). Kā piemērus var minēt sakarus ar gravitācijas viļņu, rentgenstaru un neitrīno starpniecību. Tajā pašā rakstā iztīrītas «kosmiskā brīnuma» (ar šo terminu saprot no Zemes pamatā citas civilizācijas tišas darbības rezultātu) radīšanas vai imitācijas iespējas, kā arī nepilotējamās izlūkzondes sūtīšanas iespējamība. G. Sučkins ar kolēģiem savu rakstu īpaši veltījuši kādas civilizācijas sūtītas zondes varbūtējam izvietojumam sistēmā Zeme—

Mēness. Izdarītie novērojumi pagaidām neliecina par šādas zondes klātbūtni.

Ja cilvēce orientējas uz agrāku vai vēlāku sakaru nodibināšanu ar citām civilizācijām, tad laikus jādomā par saprašanās iespējām. Šo jautājumu savos rakstos aplūko I. Kreins un O. Čukrejeva.

Visbeidzot, vairākos rakstos dotas konkrētas meklējumu programmas divos atšķirīgos darbības virzienos. Viens darbības virziens — esošu vai topošu planētu sistēmu meklēšana pie zvaigznēm Saules apkārtnē. Šo jautājumu, ietverot nosacījumus, kādas planētas var būt apdzīvojamas, sīki iztīrā L. Ksanfomaliti, kā arī J. Aleksandrovs un V. Zahožijs. Te jāpiebilst, ka sasniegumi topošu planētu sistēmu meklēšanā apstieidz grāmatā izklāstītos nodo-

mus (sk. Z. Alksnes apskatus «Zvaigžņotās Debess» 1985. gada rudens un 1987. gada vasaras numuros). Otrs darbības virziens — citu civilizāciju radio un optisko signālu eksperimentāli meklējumi. Dž. Tārters (ASV) dod visā pasaulē veikto vai iesākto darbu pilnīgu pārskatu laikposmam no 1960. gada līdz 1983. gadam. Turpmākam laikam ielānotos darbus ASV aplūko Dž. Tārters un R. Diksons, bet Padomju Savienībā — V. Troickis. Iepazīšanās ar plāniem liecina, ka meklēšana vērsās plašumā.

Un tā, grāmatā uzskatāmi parādīts, kāda šobrīd ir nostādne ārpuszemes civilizāciju vai, plašāk ņemot, ārpuszemes dzīvības meklēšanas problēmā.

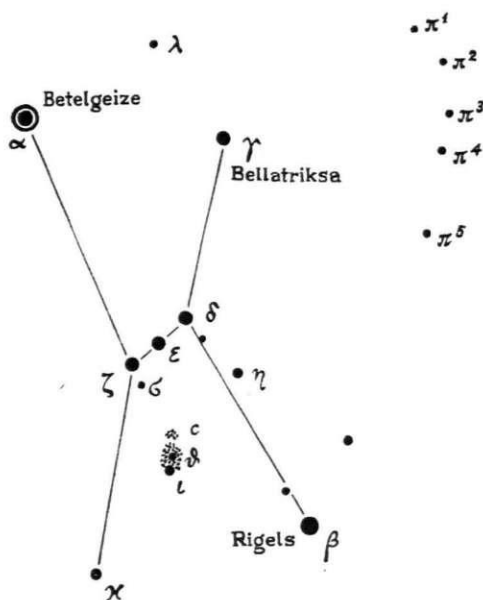
Z. Alksne

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 1987./88. GADA ZIEMĀ

1987./88. gada ziema sākas 22. decembrī 12^h46^m un beidzas 20. martā 12^h35^m pēc Maskavas dekrēta laika. Zeme nonāk perihēlijā — vistuvāk Saulei — 4. janvārī 3^h (attālums līdz tai — apmēram 147,1 miljoni kilometru; Zemei atrodoties afēlijā — vistālāk no Saules —, attālums ir apmēram 152,1 miljoni kilometru).

Krāšņa ir ziemas debess zvaigžņu rota. Balti mirdzošs pār nakts debess velvi stiepjas 15° platais Piena jeb Putnu Ceļš, milzīgs tālu zvaigžņu kopums, pēc kura, kā senatnē domāja, pārlidojumus vadoties gājputni. Nakts debess dienvidrietumos acis priecē seno latviešu laikrādis — septiņzvaigžņu Sietiņš jeb Plejādes. Sengrieķu teika stāsta, ka Plejādes ir māsas, Atlanta un Plejones meitas. Piecus gadus viņas vairījušās no Oriona, kas iemīlējies viņās visās vienlaikus. Lai paglābtu māsas no neatlaidīgā pielūdzēja, Zevs pārvērtis viņas par baložiem, un tie uzlidojuši debesīs.

Pa kreisi uz leju no Sietiņa zaigo zvaigžņu kopa Hiādes. Nevar nepamanīt arī ļoti izteiksmīgo daudzstūri debess dienvidpusē — tā saukto ziemas sešstūri, kura virsotnes laistās dažādās krāsās. Dzeltēna ir Vedēja α jeb Kapella — Kazīņa, ar kuras pienu, kā uzskatīja grieķi, esot barots Zevs bērniībā. Sarkanīga ir Vērša spožākā zvaigzne — Aldebarans, kas senos atlantos attēlota kā Vērša acs, turpretī Oriona zvaigzne Rigels ir zilganbalta. Sīriuss (Lielā Suņa α) ir balts, bet Procioms (Mazā suņa α) — dzeltens. Polluksa (Dvīņu β) — pēc sengrieķu teikas, Zeva un skaistās gulbju jaunavas Ledas dēla Dioskūra — ietērps ir oranžs.



1. att. Oriona zvaigznāja spožākās zvaigznes.

Kāpēc mūsu priekšteči apvienoja zvaigznes dažādos zvaigznājos un identificēja tos ar mitoloģiskām būtnēm? Cilvēkam allaž piemītuši īpašība neizprotamajā un jaunajā meklēt līdzību ar jau zināmo. Senajiem cilvēkiem zvaigznes atgādināja dažādus ikdienas priekšmetus, zvērus un putnus. Lai izskaidrotu, kāpēc debesis ir tā vai cita zvaigžņu grupa, tika radīti dažādi nostāsti, teiksmas. Nosacīti piemērtajām spožo zvaigžņu veidotajām figūrām



2. att. Tumšie miglāji «Zirga galva» un «Itālija» uz gaišo miglāju fona Oriona zvaigznājā. Spožā zvaigzne, kuras attēls teleskopā notikušās gaismas izkliedes, atstarošanās un difrakcijas dēļ atgādina pārkrustotu disku, ir Oriona jostas apakšējā zvaigzne ζ.

bija arī praktiska nozīme, tās veica svarīgo pirmās koordinātu sistēmas lomu.

Mūsdienās debess ir iedalīta 88 zvaigznājos. Ar jēdzienu «zvaigznājs» saprot nevis tikai spožās zvaigznes, kas veido raksturīgo figūru, bet gan veselu debess apgabalu, kurā ietilpst arī visas ar neapbruņotu aci nesaskatāmās zvaigznes, miglāji un citi objekti.

Ziemas debesīs īpaši izceļas Oriona zvaigznājs, kas janvāra sākumā ap pusnakti atrodas tieši dienvidos. Pēc ārējā izskata tas atgādina it kā vidū saspiestu burtu H. Zvaigznāja spožākās zvaigznes — Betelgeize (Oriona α) un zilganbaltais Rigels (Oriona β) izvietojušās īpatnējā četrstūra pretējos stūros. Abas tās ir pirmā lieluma zvaigznes. Trīs zvaigznes veido tā saukto Oriona jostu. Senie latvieši šīs jostas zvaigznes dēvēja par Kūlējiem.

Zem jostas, tur, kur senās zvaigžņu kartēs tika zīmēts Oriona zobens, atrodas labvēlīgos novērošanas apstākļos pat ar neapbruņotu aci saskatāmais Oriona miglājs — milzīgs retinātu, aukstu gāzu un putekļu mākonis. Tā luminiscenci izraisa miglāja tuvumā esošo karsto zvaigžņu tsviņņu starojums.

Pēc Oriona zvaigznāja viegli var atrast dažādu citus zvaigznājus un atsevišķas spožas zvaigznes. Tā, pagarinot Oriona jostas virzienu uz leju, nonākam pie Sīriusa (Lielā Suņa α), kas ir spožākā zvaigzne pie Zemes debesīm. Tā spožumu izsaka ar negatīvu skaitli $-1,58$. Attālums līdz tam ir 8,6 gaismas gadi. Sīriuss ir apmēram divas reizes lielāks un arī divas reizes karstāks par Sauli. Jostas virzienu turpinot uz augšu, atradīsim Vērša α jeb Aldebaranu. Blakus tam grupējas Hiādes — Zemei tuvākā vaļējā zvaigžņu kopa, kurā ir daudz Saulei līdzīgu zvaigžņu. Attālums līdz Hiādēm ir 150 gaismas gadu. Vērša zvaigznājā 400 gaismas gadu attālumā no mums atrodas sevišķi skaista vaļēja zvaigžņu kopa — Sietiņš jeb Plejādes. Pa kreisi no Oriona novietojies Mazais Suns. Tā spožākā zvaigzne Procions kopā ar Sīriusu un Oriona zvaigzni Betelgeizi veido gandrīz precīzu vienādmalu trīsstūri. Procions atrodas trīsstūra augšējā stūrī. Attālums līdz tam ir 11 gaismas gadu. Uz ziemeļiem no Vērša zvaigznāja meklējams Vedēja zvaigznājs, kura raksturīgā figūra ir liels neregulārs piecstūris, ko veido četras Vedēja zvaigznes un Vērša β . Vedēja spožākā zvaigzne ir Kapella, ko viegli pazīt pēc trim mazākām zvaigznēm tās tuvumā. Kapellu var atrast, pagarinot Lielā Lāča kausa virsējo malu apmēram piecas reizes. Nedaudz zemāk pa kreisi no Vedēja atrodas Dvīņu zvaigznājs. Tā spožākās zvaigznes ir Kastors (Dvīņu α) un Polluks (Dvīņu β). Kastoru viegli atrast, savienojot Lielā Lāča kausa kreiso augšējo zvaigzni ar labo apakšējo un turpinot šo taisni uz leju. Savienojot Oriona zvaigznes Rigelu un Betelgeizi un turpinot šo taisni uz augšu, nonāksim pie Polluksa.

PLANĒTAS

Merkurs visu ziemu praktiski nav novērojams.

Venēra labi redzama pēc Saules rīta. Tās spožums mainās no $-3^m,5$ līdz $-3^m,8$. Līdz 13. janvārim planēta būs Mežāža, tad Ūdensvīra, bet 3. februārī — Zivju zvaigznājā. 5. martā tā no Zivju zvaigznāja pāries Auna zvaigznājā.

Marss ziemas sākumā novērojams no rītiem pirms Saules lēkta ļoti zemu pie apvāršņa Svaru zvaigznājā. 11. janvārī tas ieies Skorpiona zvaigznājā, bet 19. janvārī pāries no tā uz Čūskneša zvaigznāju. Tur Marss atradīsies līdz 17. februārim, kad ieies Strēlnieka zvaigznājā. 13. februārī un 13. martā Mēness aizies gar Marsu 5° zem tā. 22. februārī Marss paies gar Urānu $0^\circ,01$ virs tā, bet dienu vēlāk tas būs 1° zem Saturna.

Jupiters atradīsies Auna zvaigznājā. Ziemas sākumā tas būs novērojams nakts pirmajā pusē dienvidrietumos kā $-2,0$. lieluma spīdeklis, ziemas vidū kā $-1,8$. lieluma spīdeklis, bet ziemas beigās būs redzams rietumos kā $-1,7$. lieluma spīdeklis. Mēness aizies gar planētu 25. janvārī un 21. februārī 4° virs tās, bet 20. martā 5° virs tās.

Saturns un **Urāns** meklējams februārī un martā no rītiem Strēlnieka zvaigznājā. Saturna redzamais spožums mainās no $0^m,8$ līdz $0^m,7$. Mēness aiziet gar Saturnu 13. februārī un 12. martā 6° zem tā. Mēness aiziet gar Urānu 13. februārī un 12. martā 5° zem tā.

MĒNESS

☾ (pilns Mēness) ☾ (pēdējais ceturksnis)

4. janvārī	4 ^h 41 ^m	12. janvārī	10 ^h 05 ^m
2. februārī	23 52	11. februārī	2 02
3. martā	19 02	11. martā	13 57

☽ (jauns Mēness) ☽ (pirmais ceturksnis)

19. janvārī	8 ^h 27 ^m	26. janvārī	0 ^h 54 ^m
17. februārī	18 55	24. februārī	15 16
18. martā	5 03	25. martā	7 42

Mēness apogejā

7. janvārī	9 ^h	20. janvārī	0 ^h
3. februārī	14	17. februārī	13
1. martā	15	17. martā	0

Mēness perigejā

APTUMSUMI

Daļējs Mēness aptumsums 3. martā. Redzams Eiropas austrumu daļā, Āzijā, Austrālijā, Jaunzēlandē, Aļaskā, Āfrikas austrumu daļā, Indijas okeānā un daļā Antarktīdas Indijas okeāna tuvumā, Ziemeļu Ledus okeānā un Klusā okeāna rietumu daļā. Aptumsums novērojams arī Latvijā, taču Mēness atradīsies ļoti zemu. Aptumsuma gaita ir šāda:

daļēja aptumsuma sākums	19 ^h 06 ^m ,8,
vislielākās fāzes moments	19 12 ,7,
daļēja aptumsuma beigas	19 18 ,5.

Vislielākā fāze ir tikai 0,002 (Mēness redzamā diametra vienībās), tātad Zemes ēnā atradīsies neliela daļa no Mēness redzamā diametra, pārējais būs pusēnā.

M. Nereta

PIRMO REIZI „ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ”



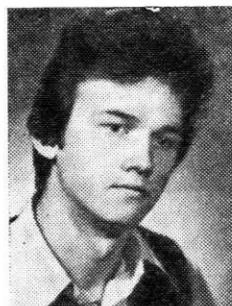
Modrite NERETA — astronomijas amatiere, 1983. gadā beigusi Daugavpils Pedagoģiskā institūta Fizikas un matemātikas fakultāti, Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļas biedre.

Aleksandrs PETROVS — Zinātņu akadēmijas Fizikas institūta vadošais zinātniskais līdzstrādnieks, fizikas un matemātikas zinātņu kandidāts. Salaspils kodolreaktorā pēta tā sauktās kooperatīvās parādības cietvielā.



Dace ŠĶERŠE — matemātiķe, 1984. gadā beigusi P. Stučkas Latvijas Valsts universitātes Fizikas un matemātikas fakultāti. Strādā Zinātņu akadēmijas Radioastrofizikas observatorijas Saules fizikas daļā, pēta hidrodinamisko viļņu izplatīšanos Saules atmosfērā.

Laimons ZACS — fiziķis, 1984. gadā beidzis P. Stučkas Latvijas Valsts universitātes Fizikas un matemātikas fakultāti. Strādā ZA Radioastrofizikas observatorijā. Zinātniskās intereses saistītas ar oglekļa zvaigznēm un pārnovām. Vairāku zinātnisku rakstu autors.



Dina KAULIŅA — 1986. gadā beigusi P. Stučkas Latvijas Valsts universitātes Fizikas un matemātikas fakultāti, specializējusies mikroelektronikā. Strādā LVU Cietvielu fizikas institūtā. Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības biedre.

СОДЕРЖАНИЕ

А. Петров. Открытие века. ПОСТУПЬ НАУКИ. Э. Мукин. Кометы крупным планом. Б. Роловс. Триумф в течение 300 лет. НОВОСТИ. Л. Зацс. Сверхновая в Большом Магеллановом Облаке. А. Балклавс. Интересные результаты исследования солнечных вспышек. А. Балклавс. Механизм растяжения магнитных петель в солнечной атмосфере. И. Рудзинска, М. Дирикис. Новые малые планеты. ОСВОЕНИЕ КОСМОСА. Вторая экспедиция на орбитальную станцию «Мир» (по материалам советской печати). Э. Мукин. Ракета-носитель «Энергия». УЧЕНЫЙ И ЕГО ТРУД. Э. Риекстиньш. Сриниваса Рамануджан. В НАШЕЙ РЕСПУБЛИКЕ. А. Салитис, М. Дирикис. Научная конференция, посвященная памяти профессора К. Штейнса. Ю. Фрейманис, И. Пундуре. Памяти Я. Икауниека посвященное заседание Бюро Астрономического совета АН СССР в Латвии. Н. Циماхович. Выставка работ Зенты Логин. Я. Штраухманис. Первый комплексный атлас Советской Латвии. В ШКОЛЕ. Л. Шмигс. Двенадцатая открытая республиканская олимпиада по физике. КОМПЬЮТЕР В АСТРОНОМИИ. А. Раудис. Календарь — на дисплее. КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ. Я. Нагелис, Д. Шкерсе. Симпозиум научного совета «Физика солнечно-земных связей» в Иркутске. ФИЛАТЕЛИСТАМ. Ю. Францман. Комета Галлея на почтовых марках. СТРАНИЦА ЛЮБИТЕЛЯ. Д. Каулиня, Я. Каулиньш. Уход за астрономической оптикой. НОВЫЕ КНИГИ. З. Алксне. Понски жизни во Вселенной. М. Нерета. Звездное небо зимой 1987/88 года.

CONTENTS

A. Petrov. A discovery of the century. RECENT DEVELOPMENTS IN SCIENCE. E. Mūkins. A close-up of comets. B. Roloḡs. Triumph lasting 300 years. NEWS. L. Začs. Supernova in the Large Magellanic Cloud. A. Balklavs. Interesting results of solar flare investigations. A. Balklavs. Stretching mechanism of solar atmosphere magnetic loops. I. Rudzinska, M. Dīriķis. New minor planets. SPACE EXPLORATION. The second expedition to the orbital station «Mir». E. Mūkins. The carrier rocket «Energia». SCIENTIST AND HIS WORK. E. Riekstiņš. Srinivasa Ramanujan. IN OUR REPUBLIC. A. Salītis, M. Dīriķis. A scientific conference in commemoration of Professor K. Steins. J. Freimanis, I. Pundure. The Meeting of the Bureau of the Astronomical Council of the USSR Academy of Sciences held in Latvia in commemoration of J. Ikaunieks. N. Cimaġoviča. An exhibition in memoriam of Zenta Logina. J. Strauhmanis. The first complex atlas of Soviet Latvia. AT SCHOOL. L. Šmits. The twelfth open republican olympiad in physics. COMPUTER IN ASTRONOMY. A. Raudis. Calendar on display. CONFERENCES, SEMINARS. J. Nāgelis, D. Šķērse. The symposium of the scientific council «Solar-terrestrial physics» held in Irkutsk. PHILATELY. J. Francmanis. Halley's comet on stamps. AMATEUR'S PAGE. D. Kauļiņa, J. Kauļiņš. Maintenance of astronomical optics. NEW BOOKS. Z. Alksne. Search for life in the Universe. M. Nereta. The starred sky in the winter of 1987/88.

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО, ЗИМА 1987/88 ГОДА

Составитель *Андрей Карлович Алкснис*

Издательство «Зинатне», Рига 1987

На латышском языке

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 1987./88. GADA ZIEMA

Sastādītājs *Andrejs Alksnis*.

Redaktore *Z. Kļaviņa*, Mākslinieciskā redaktore *V. Pugačova*, Tehniskā redaktore *E. Griķe*, Korektore *L. Vancāne*.

Nodota salikšanai 29.07.87. Parakstīta iespiešanai 29.10.87. JT 05503. Formāts 70×90/16. Tipogr. papīrs Nr. 1. Literatūras garnitūra, Augstspiedums, 4,75 fiz. iespiedl.; 5,56 uzsk. iespiedl.; 7,17 uzsk. krāsu nov.; 6,78 izdevn. l. Metiens 3200 eks. Pasūt. Nr. 103465. Maksā 35 k. Izdevniecība «Zinātne», 226530 PDP Rīgā, Turģeņeva ielā 19. Iespiesta Latvijas PSR Valsts izdevniecību, poligrāfijas un grāmatu tirdzniecības lietu komitejas Rīgas Paraugtipogrāfijā, 226004 Rīgā, Vienības gatvē 11.

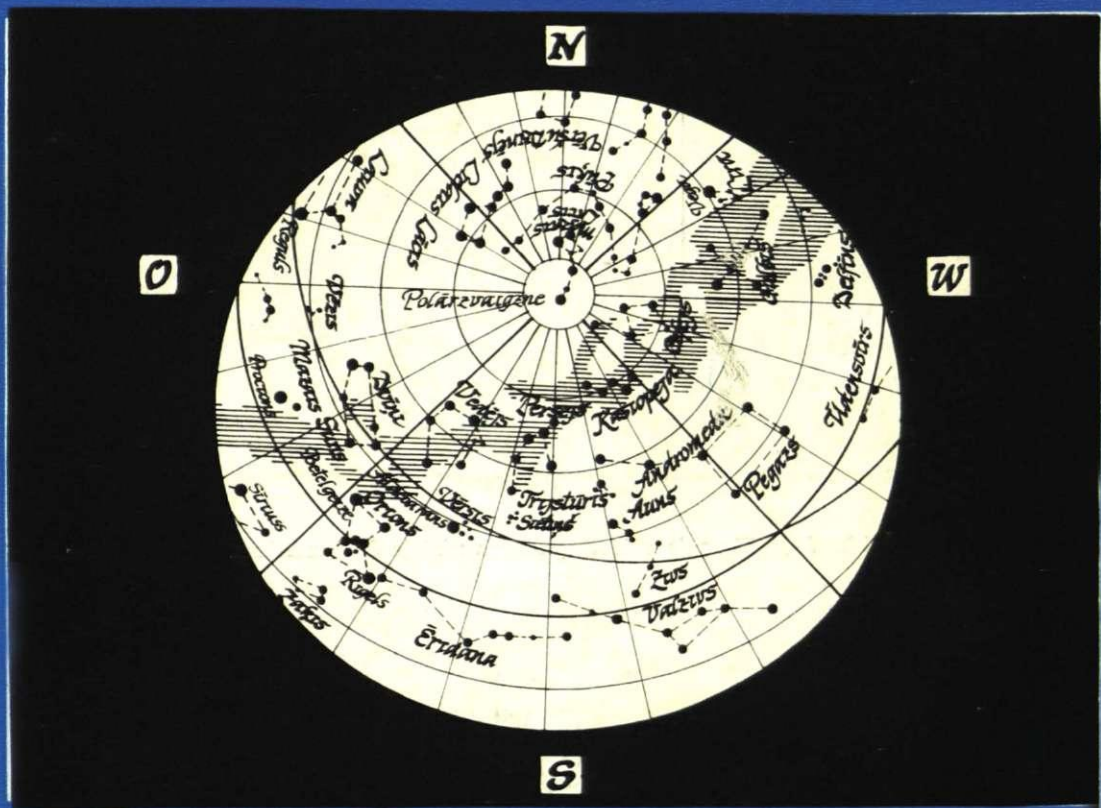


Tēlnieka Jāņa Strupuļa veidotā piemiņas medaļa J. Ikauniekam.

Kļūdu labojums

16. lpp. 2. slejas 13. rindā no apakšas jābūt:
Borelli nonāca līdz skaidrojumam, kāpēc pla-
36. lpp. 2. slejas 14. rindā no apakšas iz-
teiksmei jābeidzas šādi:
... = $2/\pi$.

● Kartē parādīts zvaigznāju stāvoklis pie debess, kāds redzams Latvijā decembra vidū ap pl. 23^h, decembra beigās ap pl. 22^h, janvāra vidū ap pl. 21^h, janvāra beigās ap pl. 20^h un februāra vidū ap pl. 19^h pēc 3. joslas jeb Maskavas laika. Uz karti jāskatās, paceļot to virs galvas un orientējot pēc debespusēm.



● No ziemeļrietumu apvāršņa caur zenitu uz dienvidaustrumiem stiepjas Piena Ceļa blāvā josla ar Gulbja, Cefeja, Kasiopejas, Perseja, Vedēja, Dviņu un Oriona zvaigznāju. Rietumu pusē redzams Pegaza kvadrāts, augšējai kulminācijai tuvojas Sietiņš, pie dienvidaustrumu apvāršņa paceļas Siriuss, ziemeļaustrumos lec Lauva ar Regulu. Lielie Greizie Rati (Lielais Lācis) savā ceļā ap Polārzvaigzni virzās augšup ziemeļaustrumos.