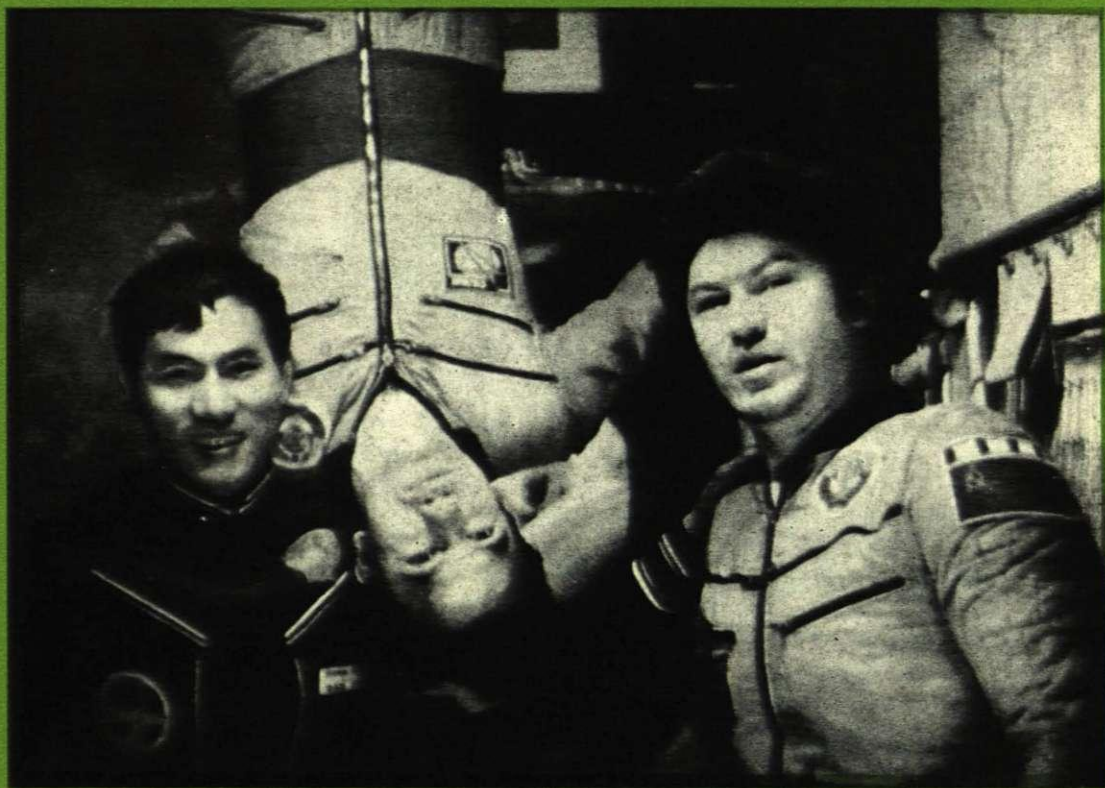
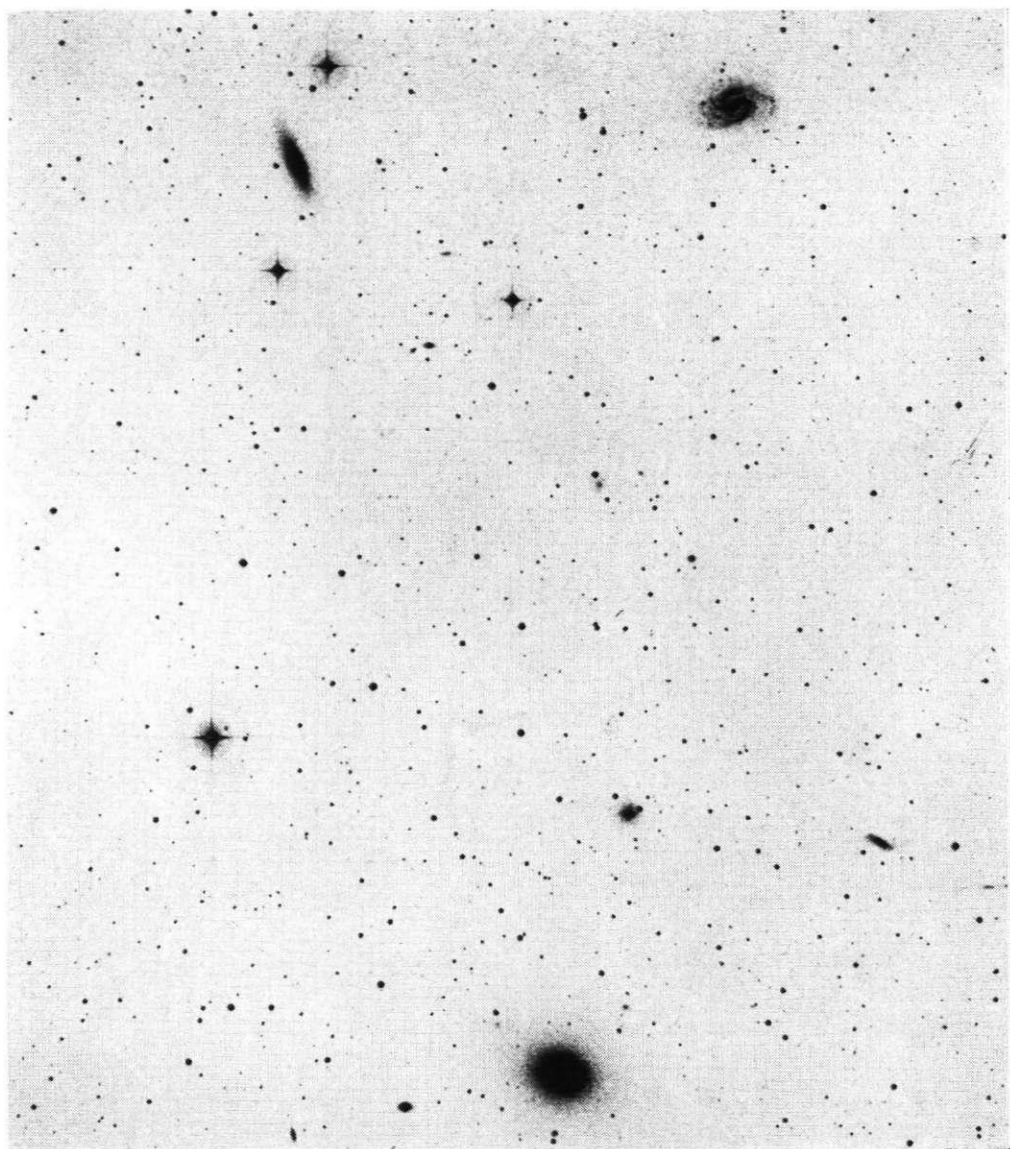


ZVAIGŽNOTĀ DEBESS



Satiekas planētas ● Divu kosmisko teleskopu veikums ● Saules radiouzliesmojumu «tulkojums» krāsās ● Arpuszemes civilizācijas un ... kodolatkritumi ● «Salūta-6» ilgais mūžs ● Vai fizika ir cilvēcīga zinātne? ● Republikas 6. atklātās fizikas olimpiādes uzdevumi un atrisinājumi

1982
PAVASARIS



Galaktiku lauks Jaunavas zvaigznājā. Fragments. (Uzņēmis I. Jurgītis ar RAO Smita sistēmas teleskopu.) Sīkāk par šo attēlu sk. 38. lpp.

Vāku 1. lpp. «Salūta-6» piektā starptautiskā apkalpe demonstrē bezsvara stāvokli. No kreisās — vjetnamiēšu kosmonauts Fam Tuans, padomju kosmonauti L. Popovs un V. Rjamins. Fotografējis apkalpes ceturtais loceklis V. Gorbatko. (Sk. rakstu «Salūta-6» ilgais mūžs.)

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

1982. GADA PAVASARIS 95

LATVIJAS PSR
ZINĀTŅU AKADEMIJAS
RADIOASTROFIZIKAS
OBSERVATORIJAS
POPULĀRZINĀTNISKS RAKSTU
KRĀJUMS

Iznāk kopš 1958. gada septembra



REDAKCIJAS KOLEĢIJA:

A. Alksnis, A. Balklavs (atbild.
red.), A. Buiķis, N. Cimahoviča,
J. Francmanis (atbild. sekr.),
T. Romanovskis, L. Roze, E. Si-
liņš, I. Sprunka.
Numuru sastādījuši
N. Cimahoviča.

Publicēts saskaņā ar Latvijas
PSR Zinātņu akadēmijas
Redakciju un izdevumu
padomes 1981. gada
19. novembra lēmumu.



RIGA «ZINĀTNE» 1982

SATURS

Ā. Alksne. Satiekas planētas	2
E. Mūkins. Divu kosmisko teleskopu vei- kums	8

Jaunumi

J. Birzvalks. Fizikālie lauki un dzīvība uz Zemes	17
N. Cimahoviča. Saules radiouzliesmoju- mus attēlo krāsas	18
A. Balklavs. Ārpuszemes civilizācijas un . . . kodolatkritumi	19

Kosmosa apgūšana

H. Titovs. «Salūta-6» ilgais mūžs	20
E. Mūkins. «Voyager-2» pie Saturna	22

Konferences, sanāksmes

A. Balklavs, I. Pundure. Par Visuma struktūru — Tallinā	32
J. Kižla. Kolokvijs zem 6 m teleskopa	37

Skolā

V. Veiskopfs. Vai fizika ir cilvēcīga?	39
A. Cēbers, L. Smits. Republikas 6. atklā- tās fizikas olimpiādes uzdevumi un atri- sinājumi. 2	48

Vēsture

J. Klētnieks. Rīgas Akadēmiskās ģimnāzi- jas loma astronomisko uzskatu veidošanā 17. gadsimtā	55
---	----

Kamolu nezūdamības likums

J. Stradiņš. Organiskās sintēzes institūts — jubilārs	63
Ā. Alksne. Zvaigžnotā debess 1982. gada pavasārī	66

Ārija Alksne

Satiekas planētas

Kad pirms daudziem miljardiem gadu veidojās mūsu Saules sistēma, tad Lielais Gadījums planētu kustību izkārtoja tā, lai ik 179 gadus tās visas sanāktu vienā pusē Saulei, iespējami tuvu cita citai. Kārtējā planētu sanāksme notiek šā gada maijā, dodot iespēju pārbaudīt dažas hipotēzes.

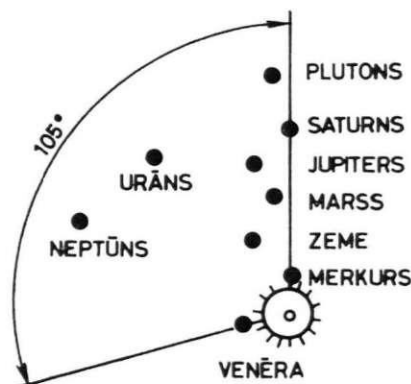
Saules saimes galvenie locekļi — deviņas planētas — rotē ap Sauli dažādā ātrumā, un to orbītām ir dažādi leņķi pret Saules ekvatora plakni. Tāpēc parasti planētas izvietojas visapkārt Saulei (sk. tabulu). Bet 1982. gada maijā Saules saime atradīsies 105° telpas leņķī resp. aizņems mazāk par vienu trešdaļu no visa loka ap Sauli (1. att.). Venēra, Marss, Jupiters, Urāns, Neptūns un Plutons atradīsies šai telpas leņķī jau no paša aprīļa sākuma, mazliet vēlāk tiem pievienosies Saturns un Zeme. Uz Merkuru nāksies gaidīt līdz maija vidum. Planētām nepārtraukti riņķojot pa savām orbītām, nemitīgi mainās to savstarpējais izvietojums. Venēra šai laikā būs jau gandrīz atstājusi 105° robežas, toties visas pārējās planētas atradīsies samērā tuvu cita citai — 65° leņķī. Pirmā atvadīsies Venēra — jau maija otrajā pusē. Jūnija pirmajā pusē tai sekos Merkurs, bet jūnija beigās — Zeme. Marss tikšanās vietu atstās tikai oktobra beigās, bet mūsu sistēmas tālie milži — Jupiters, Saturns, Urāns un Neptūns — paliks minētajā telpas leņķī vēl ilgi — līdz pat 1984. gadam.

Turklāt 1984. gada 16. martā šīs planētas atradīsies vēl šaurākā leņķī — 47° ietvaros.

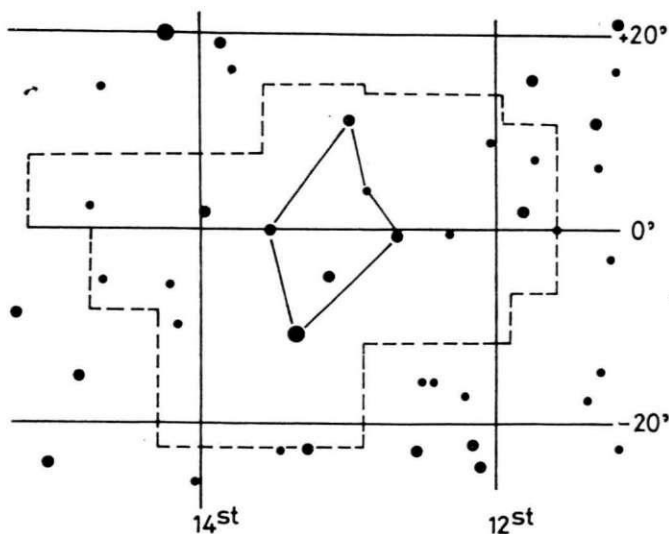
Tādi ir teorētiskie aprēķini, kas balstās uz neskaitāmas reizes pārbaudītajiem debess mehānikas likumiem, tiem likumiem, kuri nosaka arī mūsdienu kosmonautiku.

Planētas šis tikšanās laikā atradīsies samērā ciešā tuvumā, bet nebūt ne visas uz vienas taisnes, kā to apgalvoja daži autori.

«Planētu parādes» bumu uzsāka divi jauni amerikāņu zinātnieki — Dž. Gribins un S. Pleidžmens. Savā grāmatā «The Jupiter Effect» («Jupitera efekts»), kas nāca klajā Ņujorkā 1974. gadā, viņi apgalvoja, ka 1982. gadā visas Saules sistēmas planētas nonāks uz vienas taisnes, izraisīs uz Saules milzīgu paisuma vilni, kas novedīs pie krasa Saules



1. att. Saules sistēmas planētu novietojums 1982. gada maijā (shēma). Aptuvena projekcija uz Saules ekvatora plaknes.



2. att. Jaunavas zvaigznājs bez planētām. Ieliktā romba apakšējā virsotnē redzama zvaigznāja spožākā zvaigzne Spika.

aktivitātes pieauguma, un tam seko grandiozas perturbācijas uz Zemes — vētras, zemestrīces. Liela zemestrīce esot gaidāma Kalifornijā. Grāmatu kritizēja visā pasaulē. Tomēr nopietnā kritika mazāk saistīja plašās sabiedrības uzmanību nekā brīvais fantāzijas lidojums. Tāpēc amerikāņu astronoms V. Kaula drīz vien pēc grāmatas iznākšanas zīmīgi izteicās: «Vienīgais, ko mēs varam tagad droši paredzēt, ir tas, ka 1975. gadā Gribins un Pleidžmens

pārdos krietni daudz savas grāmatas eksemplāru.»

Kā jau teikts, apgalvojums, ka planētas izvietosies uz vienas taisnes, bija gluži pārsteidzīgs. Planētas gan sanāks vienā pusē Saulei, taču atradīsies samērā plašā sektorā. Atgādināsim, ka planētas nemaz nevar izvietoties uz vienas taisnes, jo to orbītas neatrodas vienā plaknē, bet Saules apriņķošanas periodi tām ir savstarpēji skaitliski nesamērojami.

Planētu orbītu elementi

Planēta	Vid. attālums līdz Saulei (astr. vien.)	Orbītas ekscentr.	Orbītas plaknes \angle pret eklipt.	Saules apriņķošanas periods (gadi)
Merkurs	0,387	0,206	7°,00	0,24
Venēra	0,723	0,007	3°,39	0,62
Zeme	1,000	0,016	—	1,00
Marss	1,524	0,093	1°,85	1,88
Jupiters	5,203	0,043	1°,31	11,86
Saturns	9,539	0,056	2°,49	29,46
Urāns	19,19	0,046	0°,77	84,02
Neptūns	30,06	0,008	1°,77	164,79
Plutons	39,75	0,253	17°,15	250,6



Bet kā paliek ar pareģojuma otro daļu — ar gaidāmo Saules aktivitāti, zemestrīcēm un citām katastrofām uz Zemes?

Planētu iespējamā ietekme ir allaž saistījusi cilvēka prātu. Senos laikos tas bija ticējums, ka planētu stāvokļiem ir noteicoša loma atsevišķu personu un pat valstu likteņgaitās. Vēlāk, attīstoties zinātniskam priekšstatam par dabas parādību visaptverošo savstarpējo sakaru, ticējuma vietā stājās pētījums: vispirms rēķināja planētu un Zemes notikumu, planētu un Saules aktivitātes kopīgos ritmus, pēc tam meklēja šo ritmu iespējamās saistības fizikālo saturu.

Modernā skaitļošanas tehnika ļāvusi atrast daudzus analogiskus ritmus gan planētu kustībās, gan uz Zemes, gan Saulē, taču vēl arvien nav skaidri šo parādību cēloņi.

Elementārais priekšstats par planētu gravitācijas spēka ietekmi izrādījies pārāk vienkāršots. Aprēķini liecina, ka pat uz vienas taisnes izvietotu planētu izraisītā Zemes cietā ķermeņa deformācija būtu apmēram 300 000 reizes mazāka par paisumiem, kas ik dienas notiek uz mūsu planētas Mēness un Saules ietekmē. To pašu var teikt par Zemes atmosfēras paisumiem. Tomēr ģeofizikālo lauku parametru variācijās ir atrodami dažādi ritmi, kas atbilst planētu pozīciju izmaiņām. Tā, Galve-

nās ģeofizikālās observatorijas (Leņingradā) zinātnieku grupa ir nākusī pie atziņas, ka pastāv sakarība starp Zemes ziemeļu puslodes gaisa temperatūras izmaiņām un heliocentriskajiem leņķiem starp Zemi un Jupiteru, Marsu un Zemi, Jupiteru un Saturnu. Arī sausuma gadi dažos mūsu valsts apvidos saistās ar Saturna un Jupitera stāvokli attiecībā pret Zemi.

Taču tā ir tikai ārējā saistība: kamēr nav skaidrs tās fizikālais mehānisms, nevaram apgalvot, ka minēto meteoroloģisko parādību cēlonis ir planētu stāvoklis. Pilnīgi iespējams, ka starp meteoroloģisko parādību un planētu stāvokļu ritmiem pastāv tikai līdzība bez dziļākas fizikālas cēlonības. Atmosfēras procesus galvenokārt nosaka to iekšējie likumi un Zemes reljefs. Tāpēc domājams, ka kosmisko faktoru ietekmei, ja tāda arī pastāv, nav izšķiroša, bet gan blakusloma — tā dziļi jo dziļi paslēpta zem lielāku amplitūdu svārstībām, kuras izraisa, piemēram, Saules apstarojuma dienakts variācijas un sezonālās izmaiņas. Tāpēc šī ietekme atklājas, tikai lietojot komplicētas matemātiskas metodes.





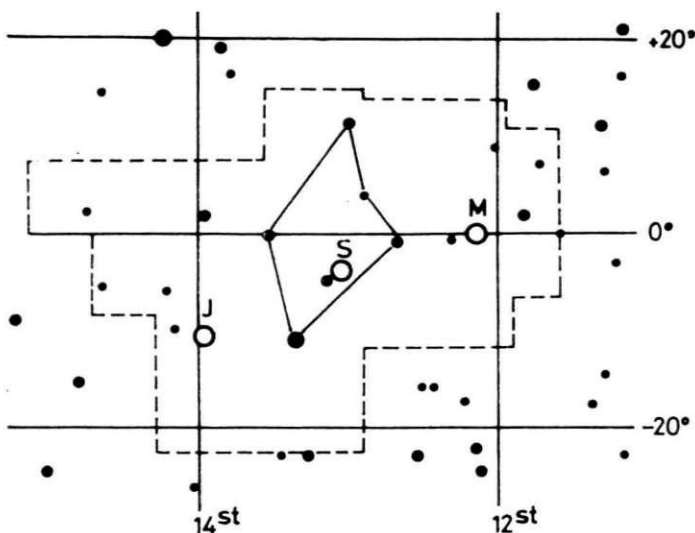
Līdzīgi ir ar zemestrīcēm. To notiek tik daudz, ka gandrīz katrai zemestrīcei var piekārtot kādu īpatnēju planētu konfigurāciju. Tāpēc šajā jautājumā pastāv gluži preturīgi uzskati: viena virziena pārstāvji apgalvo, ka seismiskā aktivitāte ir atkarīga no planētu stāvokļa un meteoroloģiskajiem parametriem, otra — ka Zemes iekšējie spriegumi atbrīvojas paši pēc saviem likumiem un kosmiskie spēki te ir par vājiem, lai radikāli grozītu notikumu gaitu. Acīmredzot abas galējības apvienosies dialektiskā vienībā, seismologi atklās Zemes iekšējo spriegumu atbrīvošanās likumības, bet kosmosa pētnieki palīdzēs noteikt šo procesu kritiskos momentus. Taču pirms tam vajadzēs vēl krietni papūlēties, lai izdibinātu šā parādību kompleksa galvenos virzošos spēkus. Pagaidām stāvokli vislabāk raksturo seismoloģiskā hronika: planētu tikšanās notiek ļoti reti, bet lielās zemestrīces tiek reģistrētas daudz biežāk. Un nav izslēgts, ka arī šā gada maijā Kalifornijā tiešām izcelsies liela zemestrīce, tomēr tas nepavisam nebūs pierādījums, ka zemestrīces tieši atkarīgas no planētu izvietouma kosmiskajā telpā.

Kopš izprasta Saules aktivitātes izcilā loma Zemes notikumos, uzmanība tiek pievērsta faktoriem, kuri varētu ietekmēt Saules aktivitāti. To

vidū min arī planētu gravitācijas spēkus: domā, ka to izmaiņas var modulēt Saules plazmas magnētisko lauku kustības un tādējādi izraisīt plankumu un uzliesmojumu aktivizēšanos. Bet nepielūdzamais aprēķins rāda, ka planētu paisuma spēks uz Saules ir apmēram simt miljardu reižu mazāks par smaguma spēku uz Saules virsmas. Nav skaidrs, kā tik mazs spēks varētu ietekmēt Saules plazmas kustības, tām notiekot spīdekļa varenajā gravitācijas laukā. Tomēr planētu un Saules aktivitātes ritmos dažkārt atrod zināmu līdzību. Lai atceramies kaut vai visvienkāršāko analogiju — starp Saules plankumu 11 gadu ciklu un Jupitera apriņķojuma periodu — 11,86 gadi.

Polārās ģeofizikas institūta (Murmanska) līdzstrādnieks V. Kozelovs ir pievērsies Saules sistēmas iespējamo rezonanšu izpētei. No fizikas zināms, ka pat ļoti mazi impulsi, ja tie notiek periodiski, var izraisīt uzspiestās svārstības kādā sistēmā, kas atrodas nestabilā stāvoklī. Mūsu Saules sistēma, ieskaitot pašu Sauli, ir zināmā mērā nestabila sistēma — tās dinamiskā evolūcija vēl nebūt nav noslēgusies. Tāpēc ir iespējams, ka planētu gravitācijas spēku impulsi ilgākā laika posmā spēj izrai-





3. att. Jaunavas zvaigznājs 1982. gada maijā. Redzama planētu virkne (no kreisās uz labo): Jupiters, Saturns, Marss.

sīt Saules konvektīvajā zonā pietiekami lielus paisuma viļņus, lai tie varētu izmainīt aktivitātes centru magnētisko struktūru un līdz ar to veicināt plankumu un uzliesmojumu rašanos. Šī nopietnā teorija tomēr pagaidām nav izmantota konkrētu gadījumu skaidrošanai.

Līdzīgi kā zemestrīču gadījumā, arī Saules aktivitātes maksimumi iestājas daudz biežāk nekā tikšanās gadi: aktivitātes variācijās noteicošie ir 11 gadu, 22 gadu un 80 gadu cikli, bet lielāki cikli (planētu lielās tikšanās intervāli) pagaidām nav atrasti.

Tātad — pastāv teorētiski aprēķini, kuri it kā pieļauj, ka planētas varētu ietekmēt Saules aktivitātes procesus, arī tieši norises Zemes atmosfērā un tās cietajā ķermenī. Taču kosmosa un Zemes saistību virknē ir tik daudz mazizpētītu posmu, ka planētu pozīciju izmaiņas vienas pa-

šas, bez fizikāliem apsvērumiem, nav pietiekamas zinātniski pamatotu prognožu veidošanai. Tāpēc arī to, ka planētu «sanāksmēm» ir izcila nozīme Zemes dzīvē, pamatoti apšaubījuši daudzi zinātnieki vairākās valstīs. Jāteic, ka arī Gribins un Pleidžmens galu galā atzina savu pārsteidzību un amerikāņu populārzinātniskajā žurnālā «Omni» izteica nožēlu par «planētu parādes» pārāk plašo popularizāciju.

Kosmosa dažādo veidojumu un procesu starpā tiešām pastāv ļoti ciešas saites, tikai to atklāšana ir cilvēces mūža darbs, nevis dažkārt asprātīgu pārdomu rezultāts. Un tāpēc arī kosmiskas kataklizmas drīzāk pārsteigs mūs nesagatavotus, nekā notiks tieši tad, kad mēs tās gaidīsim. Tāpēc planētu sanākumi gaida visi pētnieki, kuri nodarbojas ar dažādu kosmisko ritmu meklēšanu. Tagad istā reize pārbaudīt

teorētisko risinājumu atbilstību reālajiem notikumiem. Un priecāsimies par īpatnējo skatu nakts debesis; skatoties no Saules, visas planētas tagad atrodas vienā tās pusē, bet novērotājs uz Zemes ar neapbruņotu aci var saredzēt tikai trīs — Marsu, Jupiteru un Saturnu. Maijā tās būs

atrodamas Jaunavas zvaigznājā, radikāli izmainot tā izskatu. Parasti Jaunavas zvaigznāju pazīst pēc spožās Spikas, kas izvietojusies it kā ieliektā romba vienā smailē (2. att.). Tagad šo rombu šķērsos triju spožu spīdekļu virkne (3. att.), spožumā pārspējot pat Spiku.



JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ

★★ Turpinādami analizēt spektroskopiskos mērījumus no Venēras virsmas, kurus 1978. gadā izdrija «Venēras-11» un «Venēras-12» nolaižamie aparāti, padomju zinātnieki nonākuši pie drošas pārliecības, ka atmosfēras zemākajos slāņos līdztekus ogļskābajai gāzei un ūdens tvaikam Saules gaismu spēcīgi absorbē arī gāzveida sērs. Līdz ar to vēl intriģējošāks kļūst jautājums par Venēras mākoņu sastāvu: saskaņā ar novērojumiem no Zemes un «Pioneer-Venus-2» masspektrometra mērījumiem tos veido tieši sēra savienojumi, pirmām kārtām sērskābe, turpretī pēc «Venēras-12» rentgenfluorescences spektrometra datiem mākoņu daļiņu galvenā viela ir hlors.

★★ Lai daudzveidīgā informācija par Venēras virsmu, mākoņiem, atmosfēru un apkārtni telpu, kas tika iegūta programmas «Pioneer-Venus» izpildes gaitā, kļūtu ērti un ātri pieejama jebkuram šīs planētas pētniekam, NASA izstrādājusi un ieviesusi speciālu automatizētu sistēmu visu galīgi apstrādāto datu vākšanai, uzglabāšanai un izplatīšanai. Abu «Pioneer» aktīvākās darbības periodā (no 1978. gada decembra) funkcionēja arī cita sistēma, kura nodrošināja tikko saņemto datu operatīvu pirmapstrādi un tūlītēju paziņošanu programmā iesaistītajiem speciālistiem, no kuriem daļa atradās viņpus okeāna — Rietumeiropā. Sistēmas realizētas ar lielaudas skaitļojamo mašīnu IBM 370/158, kuru ar šīs sistēmas lietotājiem saista 140 palīgprocesori un sakaru līnijas ar 96 tūkst. km kopgarumu (ieskaitot divus transatlantiskos kabeļus).

DIVU KOSMISKO TELESKOPU VEIKUMS

EDGARS
MÜKINS

Ārpusatmosfēras astronomija, kas būtībā dzima tikai reizē ar kosmosa apgūšanas ēru, apbrīnojami īsā laikā sasniegusi briedumu: orbitā pacelti teleskopī tagad novēro Visumu nevis epizodiski, bet jau gandrīz pastāvīgi, gadiem ilgi. Uztverot līdz Zemes virsmai nekad nenonākošu starojumu, tie ar saviem datiem bagātina visdažādākās astronomijas nozares.

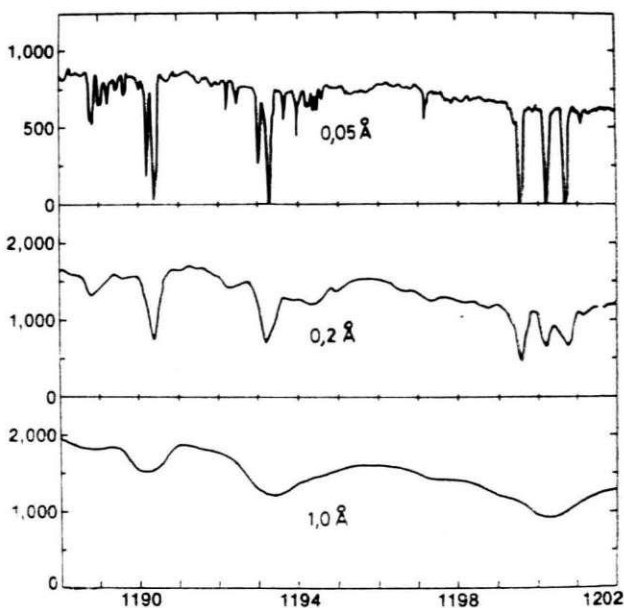
Spilgta liecība augstajam līmenim, kādu mūsdienās sasniegusi ārpusatmosfēras astronomija, ir divu kosmisko teleskopu darbība, kas noslēdzās aizgājušajā gadā. Neraugoties uz daudzējādām atšķirībām, tos vienoja trīs kopīgas iezīmes: abi savā starojuma diapazonā bija paši spēcīgākie pasaulē, vairākas reizes pārspēja plānoto funkcionēšanas laiku un ar savu sniegumu ievērojami pārveidoja kādu no astrofizikas nozarēm.

Ultravioletā diapazona teleskops ar galvenā spoguļa diametru 82 cm, kas izstrādāts Prinštonas universitātes (ASV) zinātnieku vadībā, tika pacelts orbitā ap Zemi 1972. gada 21. augustā pavadoņi OAO-3 «Copernicus» (kopējā masa 2,2 tonnas). Kosmosā pirmo reizi sāka darboties teleskops, kurš pēc lieluma salīdzināms ar profesionālu astronomu instrumentiem uz Zemes, turklāt neatpalika no tiem arī optisko virsmu kvalitātē un citos tehniskajos raksturlielumos. Vēl vairāk, uzdotā tēmējuma saglabāšanas precizitātē OAO-3 tālu pārspēja jebkuru teleskopu uz Zemes (un trīsreiz — arī savu projektu) — līdz 0,03 loka sekundēm desmitiem minūšu ilgas ekspozīcijas laikā!

Sis teleskops bija paredzēts spožu objektu spektroskopiskai novērošanai 950—1450 un 1700—3200 angstrēmu diapazonos ar ļoti augstu izšķirtspēju — 0,05 vai 0,2 angstrēmi pirmajā un divreiz zemāku otrajā ($1\text{Å} = 10^{-7}\text{ mm}$). Garāko viļņu starojuma uztvērēji izrādījās negaidīti jutīgi pret kosmiskās radiācijas izraisītiem traucējumiem, un rezultātā šajā diapazonā varēja pētīt tikai nedaudzas visspožākās zvaigznes. Toties pirmajā, pateicoties lielajiem spoguļa izmēriem un ārkārtīgi precīzajai pavadoņa stabilizācijai, ar iecerēto spektrālo izšķirtspēju varēja novērot spīdekļus ar spožumu līdz 5. magnitūdai — pavisam vairāk nekā 450 zvaigžņu un dažādu citu objektu, turklāt daudzus — vairākkārt.

Tā kā vairumam Visumā izplatītāko vielu galvenās spektra līnijas, no vienas puses, atrodas tieši ultravioletajā diapazonā un, no otras, dziļa retinājuma apstākļos ir ārkārtīgi šauras, izcilā spektrālā izšķirtspēja OAO-3 aparāturu padarīja par ļoti efektīvu starpzvaigžņu vides izziņāšanas līdzekli (1. att.). Mērot absorbcijas līnijas, ko šī vide izraisa zvaigžņu starojumā, kļuva iespējams noteikt tās sastāvu, bli-

1. att. Augstas spektrālās izšķirtspējas nozīme starpzvaigžņu vides izpētē: ļoti šauru absorbcijas līniju redzamība OAO-3 spektrogrammās ar izšķirtspēju 0,05 Å (*augšā*) un 0,2 Å (*vidū*), kā arī viduvējotā spektrogrammā ar izšķirtspēju 1,0 Å (*apakšā*). Gar horizontālo asi atzīmēts viļņa garums angstrēmās, gar vertikālo — reģistrēto fotonu skaits. (Pēc «Sky and Telescope».)



vumu, temperatūru un jonizācijas pakāpi, turklāt individuāli pa katru novērošanas virzienu.

Tā tika izdarīts atklājums, ka lielu daļu no starpzvaigžņu telpas aizpilda negaidīti karsta un ļoti retiņāta gāze — «tukšumi», kuras acīmredzot aiz sevis atstājuši pārnovu sprādzienu radītie triecienviļņi. Izrādījās, ka ūdeņradim — kosmiskās vides galvenajai sastāvdaļai — dažos šādos apgabalos sastopami tikai 0,02 atomi uz cm^3 , kamēr blīvos starpzvaigžņu vielas mākoņos tā koncentrācija sasniedz vairākus simtus atomu uz cm^3 . Šajos mākoņos izdevās pamanīt arī molekulāro ūdeņradi, kura daudzums salīdzinājumā ar atomāro dažviet izrādījās desmitiem procentu, citur turpretī noslīdot miljoniem reižu zemāk — zem instrumenta jutības sliekšņa.

Līdztekus ūdeņradim ar OAO-3 teleskopa palīdzību starpzvaigžņu

vidē tika atrasti ogleklis, slāpeklis, skābeklis, magnijs, silīcijs, sērs, hlors, mangāns, dzelzs, alumīnijs, turklāt daudzi — gan neitrālā, gan jonizētā stāvoklī. Rezultātā atklājās, ka starpzvaigžņu vielas mākoņiem ķīmiskais sastāvs stipri atšķiras gan pašiem savā starpā, gan no Saules: vairumam elementu relatīvais daudzums salīdzinājumā ar ūdeņradi ir krietni zemāks nekā mūsu zvaigznes atmosfērā (2. att.).

Kopvērtējumā var teikt, ka tieši OAO-3 iegūtie ārkārtīgi detalizētie ultravioletie spektri kopā ar radioastronomijas sniegtajām ziņām izveidoja pamatu mūsdienu priekšstatiem par starpzvaigžņu vidi. Ar šo spēcīgo instrumentu savākti arī vērtīgi dati par zvaigžņu vēja, koronu un hromosfēru raksturlielumiem; par masas pārplūdi ciešās dubultsistēmās — visplašāk pazīstamajos rentgenavotos; par planētu atmo-

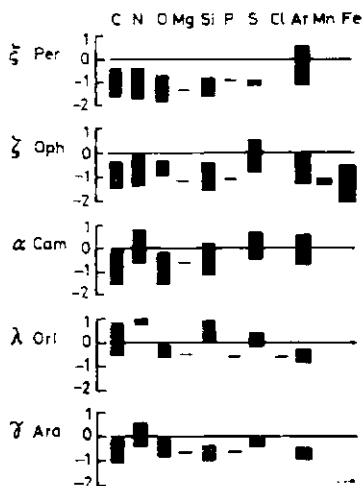
sferu un komētu ķīmisko sastāvu utt. Tomēr sevišķi plašs ar OAO-3 pētīto objektu loks nav, jo aparātūras konstrukcijā nebija sagādāta iespēja, attiecīgi pazeminot spektrālo izšķirtspēju, padarīt novērojamas arī daudz vājākas zvaigznes un citus spīdekļus.

Pavadoņa orientēšanai un stabilizēšanai noritot galvenokārt ar spararatu palīdzību, pārtraukt tā funkcionēšanu varēja praktiski tikai kāda smaga tehniska kļūme, taču tāda vēl joprojām nebija notikusi arī jaunā gada desmita sākumā. Ilgajā virslāna periodā vairāk nekā puse novērošanas laika tika atvēlēta citu ASV zinātnisko iestāžu pārstāvjiem, kā arī ārvalstu astronomiem. Tomēr kosmiskās telpas apstākļu ietekmē aizvien pasliktinājās spo-

guļa atstarotspēja, un 1981. gada februārī — pēc astoņarpus gadiem paredzētā viena gada vietā — novērojumi ar OAO-3 teleskopu tika izbeigti.

Rentgenteleskops ar diametru 58 cm tika pacelts orbītā ap Zemi 1978. gada 13. augustā amerikāņu pavadoņi HEAO-2 «Einstein» (kopējā masa 3,2 tonnas), lai veiktu novērojumus 0,2—4 kiloelektronvoltage (2—40 angstrēmu) diapazonā. Tas bija pirmais ilgstoši un pastāvīgi lietojamais tālo rentgenavotu izpētes instruments, kurš ar īstas optikas («slidošas» atstarošanas spoguļu) palīdzību koncentrēja pienākošo starojumu un veidoja novērojamo objektu attēlus.¹ Lai gan teleskopa diametrs bija šķietami neliels, spoguļu gandrīz cilindriskās formas un prāvā skaita dēļ (četri koaksiāli pāri — 3.att.) optiskās virsmas kopplatība tam iznāca tikpat liela kā parastam teleskopam ar 2,5 m caurmēru. Turklāt sakarā ar nesalīdzināmi mazāko viļņa garumu šī virsma bija izslīpēta daudz precīzāk un nopolēta fantastiski gluda — līdz milimetra miljonajai daļai!

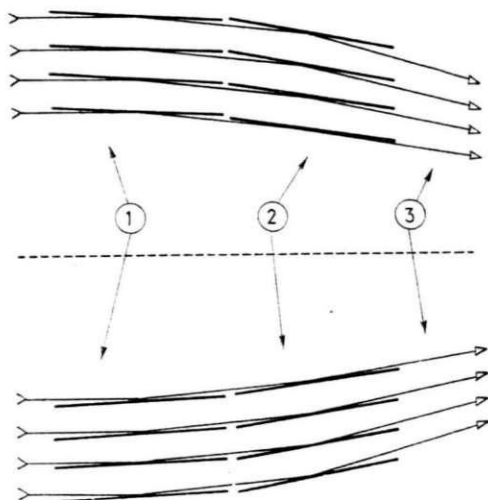
Rezultātā HEAO-2 spoguļteleskopam leņķiskā izšķirtspēja sasniedza dažas loka sekundes — gandrīz kā lielajiem redzamās gaismas teleskopiem uz Zemes. Otrkārt, jutībā šis teleskops pārspēja citus labākos tālaika (un praktiski arī tagadējos) instrumentus tūkstoš reizes, agrīno specializēto rentgenpavadoņu apa-



2. att. Starpzvaigžņu vides sastāvs piecu spožu zvaigžņu virzienā pēc OAO-3 datiem. Skaitļi gar vertikālo asi norāda, par cik kārtām (skaitļa «10» pakāpēm) attiecīgā ķīmiskā elementa relatīvais daudzums (salīdzinājumā ar ūdeņradi) atšķiras no šī paša raksturlieluma vērtības Saules atmosfērā.

¹ Tālo rentgenavotu izpētei domāts spoguļteleskops ar diametru 15 cm, taču bez attēlus veidojoša uztvērēja, bija uzstādīts padomju orbitālajā stacijā «Salūts-4» jau 1975. gadā. Šī instrumenta spēja koncentrēt starojumu tika izmantota, lai vairākos kosmonautu īstenotos novērošanas seansos ar augstu laicisko izšķirtspēju pētītu dažu spožāko rentgenavotu mainīgumu.

3. att. HEAO-2 rentgenteleskopa optiskā shēma (vienkāršota): 1 — paraboliskas spoguļu virsmas, 2 — hiperboliskas spoguļu virsmas, 3 — rentgenstari.



ratūru (1970. g.) — desmittūkstoš reizes, bet pirmā tālā rentgenavota atklāšanai izmantoto iekārtu (1962. g.) — desmit miljonu reižu! (Optiskā astronomija tādu pašu jutības pieaugumu piedzīvoja nevis pusotrā desmitā, bet trīsarpus simtos gadu — no Galileja pirmā teleskopa līdz mūsdienu milzu reflektoriem...)

Par starojuma uztvērējiem pavadonī HEAO-2 kalpoja divējādas atēlus veidojošas matricas — viena ar reālo leņķisko izšķirtspēju (dubultotu rastra elementa caurmēru) 4" un redzeslauku 20' × 20', otra attiecīgi ar 1' un 1° × 1°, kā arī divi spektrometri ar dažādu jutību un spektrālo izšķirtspēju.²

Ekspozīcijām ilgstot no dažām minūtēm līdz vairāk nekā diennaktij, HEAO-2 rentgenteleskops ik ga-

dus uzņēma apmēram 3000 debess apgabalu, kuros jau provizoriskās apstrādes gaitā tika atrasti desmitiem tūkstošu starojuma avotu. To vidū ir visdažādākā veida objekti, kuri aptver gandrīz visu mums zināmo debess ķermeņu loku — no Saules sistēmas planētas līdz vistālākajam kvazāram. (Vairums sākmā atklāto rentgenspīdekļu bija viena veida objekti — ciešas dubultsistēmas ar vielas pārteci no parastās zvaigznes uz ultrablīvu ķermeni, visbiežāk neitronu zvaigzni, bet no citādiem — pārnovu atliekām, normālām zvaigznēm, galaktiku kopām utt. — bija zināmi tikai daži tuvākie.)

Vispirms ar HEAO-2 augstjutīgo teleskopu uztverts rentgenstarojums no ļoti daudzām pavisam parastām zvaigznēm, kuru virsmas temperatūra sniedzas no 3000 līdz 40 000 °K, bet vizuālā starjaua salīdzinājumā ar Sauli — no 10 tūkst. reižu mazākas līdz 10 tūkst. reižu lielākai (skat. krāsu ielikumu). Dažiem aukstajiem punduriem kvantu plūsma rentgen-

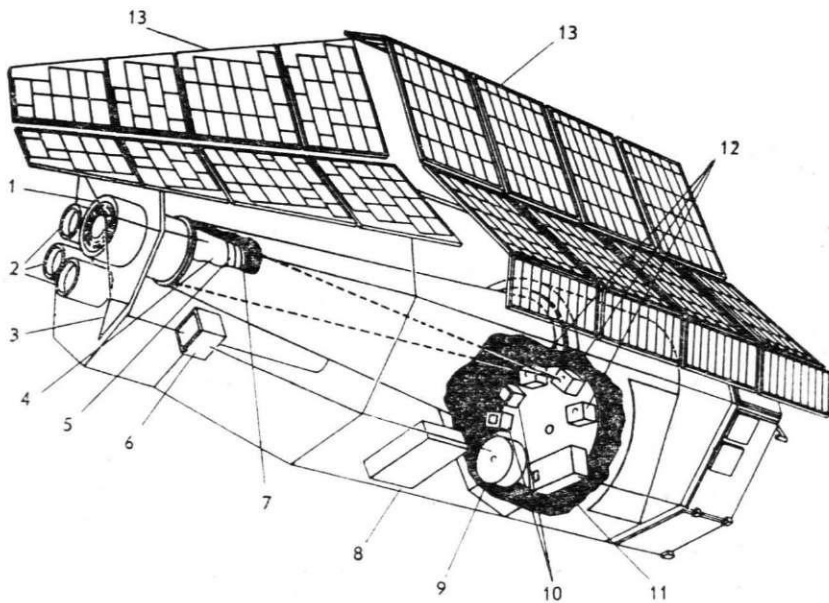
² Dažas papildu ziņas par HEAO-2 rentgenteleskopa konstrukciju un novērojumu organizāciju atrodamas «Zvaigžņotās debess» 1979. gada vasaras numurā, 22.—23. lpp.

diapazonā izrādījusies tikai desmit reizes zemāka nekā redzamajā gaismā, kamēr mūsu Saulei, kā zināms jau kopš agrīnajiem novērojumiem, — miljons reižu!

Turpretī pēc tradicionālā uzskata par enerģijas pārnēsi no zvaigžņu dzilēm uz to atmosfēru — ka tā notiekot ar akustisko viļņu palīdzību — pietiekami karstas un tādēļ rentgenstaros spīdošas koronas varēja būt vienīgi zvaigznēm ar temperatūru 5500 līdz 10 000 °K robežās. Bet jau pieminētajiem aukstajiem punduriem šāda veida teorijas pareģoja miljons reižu vājāku starojumu,

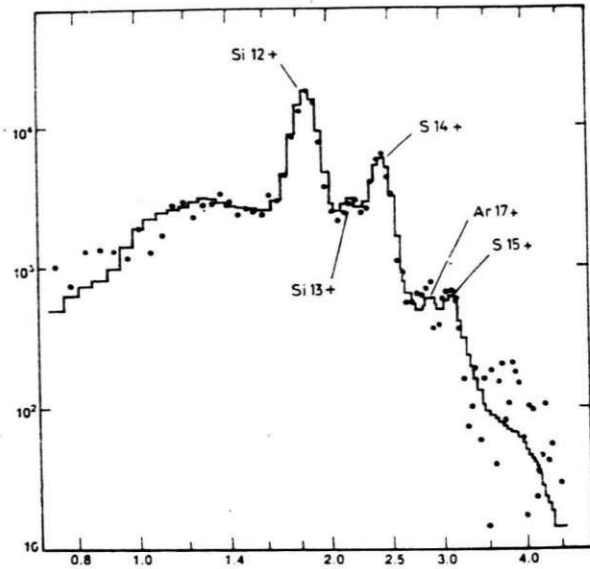
nekā konstatēts ar HEAO-2 teleskopu! Tādējādi šie novērojumi priekšplānā izvirzījuši citu koronas sakaršanas izskaidrojumu, kurš parādījās jau pēc pirmajiem detalizētajiem Saules novērojumiem rentgendiapazonā, — ka tā notiek ar magnētisku procesu starpniecību.

Pavēršot attēlus veidojošu rentgenteleskopu pret pārnovu atliekām, to telpisko struktūru kļuvis iespējams skatīt starojuma diapazonā, kurā skaidrāk nekā citos iezīmējas šo veidojumu viskarstākās detaļas, piemēram, sprādziena izvīstās vielas čaula (sk. krāsu ielikumu). Taču,



4. att. Pavadoņa HEAO-2 uzbūve (pēc «Scientific American»): 1 — rentgenteleskopa atvere, 2 — optiskie teleskopu gidi, 3 — Saules blende, 4 — rentgenteleskopa objektīvs — slīdošās atstarošanas spoguļu sistēma, 5 — objektīva difrakcijas režģis — spektroskopiska iekārta ar zemu izšķirtspēju, 6 — autonomas kopējās rentgenstarojuma plūsmas uztvērējs, 7 — rentgenstarojuma filtru komplekts, 8 — galvenais elektronikas bloks, 9 — spektrometrs ar vidēju izšķirtspēju, 10 — attēlu uztvērēji ar vidēju izšķirtspēju, 11 — spektrometrs ar augstu izšķirtspēju, 12 — attēlu uztvērēji ar augstu izšķirtspēju, 13 — Saules bateriju paneļi. Pavadoņa garums — 6,7 m, diametrs — 2,4 m, masa — 3,2 tonnas.

5. att. 1572. gada pārnovas atlieku rentgenspektrs pēc HEAO-2 novērojumiem: punkti — atsevišķie mērījumi, lauztā līnija — tiem vislabāk atbilstošā teorētiskā līkne, burti pie tās maksimumiem — ķīmisko elementu simboli, skaitļi pie tiem — atomu jonizācijas pakāpe, t. i., atrauto elektronu skaits. (Gar horizontālo asi atzīmēta kvantu enerģija kiloelektronvoltos, gar vertikālo — uztverto kvantu skaits.) Spektrogrammas analīze parādījusi, ka vidēji smagie atomi — silīcijs, sērs, argons — šajā objektā sastopami aptuveni sešas reizes lielākā daudzumā nekā uz Saules. (Pēc «Sky and Telescope».)

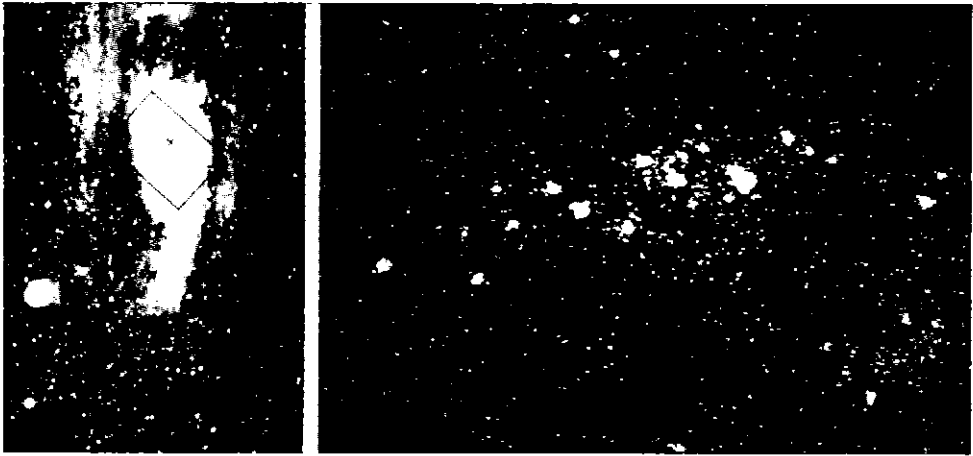


pretēji gaidītajam, vairāku jaunu atlieku centrā šādi nav pamanīta ātri rotējoša neitronu zvaigzne ar vairāku miljonu grādu temperatūru — rentgenstaru pulsārs. Tas nozīmē, ka šādi objekti droši vien atdziest (un tādēļ apdziest kā rentgenspidekļi) daudz straujāk nekā pēc pašreizējām teorijām, bet dažos pārnovu uzliesmojumos blīvais centrālais objekts varbūt pat vispār neizveidojas — zvaigzne uzsprāgst gandrīz vai visā pilnībā.

Spēcīgākos rentgenavotus — pirmām kārtām dubultsistēmas ar vielas pārteci uz ultrablīvu ķermeni — HEAO-2 teleskops pirmo reizi ļāvis saskatīt un individuāli pētīt arī citās galaktikās. Piemēram, Andromēdas miglājā, kuru agrāko pavadoņu aparātūra reģistrēja kā vienu vienīgu stipri izplūdušu starojuma avotu, pamanīti vairāk nekā 80 atsevišķi rentgenspidekļi. Šādu spīdekļu izvietojums attiecībā pret centru tur izrādījies manāmi savādāks

nekā mūsu Galaktikā (6. att.), lai gan citādi abas milzīgās zvaigžņu sistēmas ir ļoti līdzīgas. Daudz tālākās galaktikās, kuras agrāk izskatījās kā punktveida avoti vai pat vispār nebija novērotas rentgendiapazonā, ar šī instrumenta palīdzību kļuvis iespējams ieraudzīt izstarojošā apgabala apveidus (sk. krāsu ielikumu) un tādējādi drošāk spriest par tā dabu.

Ar attēlus veidojošu spoguļteleskopu aplūkojot galaktiku kopas, kurās galvenais rentgenstarojuma avots ir karsta starpgalaktiku gāze (ar temperatūru ap 10 miljoniem grādu), tās telpiskais sadalījums izrādījies būtiski dažāds. Vienās kopās gāzes blīvums visai vienmērīgi dilst virzienā no centra uz perifēriju, turpretī citās tā koncentrējas relatīvi nelielos mākoņos ap atsevišķām galaktikām. Šī atšķirība turpmāk acīmredzot varēs kalpot par efektīvu kopas vecuma rādītāju: jo ilgāks laiks ir pagājis, jo vairāk ga-



6. att. Mūsu kaimiņgalaktikas — M 31 jeb Andromedas miglāja centrālās daļas uzņēmums rentgenstaros ar HEAO-2 spoguļteleskopu (režīmā ar $20' \times 20'$ redzeslauku un $4''$ izšķirtspēju) un tam atbilstošais apgabals redzamajā gaismā (pa kreisi, melnajā taisnstūrī). Saskatāmi vismaz pusotra desmita spožu rentgenavotu — par kārtu vairāk nekā mūsu Galaktikas centrā. Sīkie gaišie punkti rentgenuzņēmumā ir radiācijas izraisīto traucējumu un difūzā starojuma fona pēdas, nevis diskrētu objektu attēli. (Pēc «Sky and Telescope».)

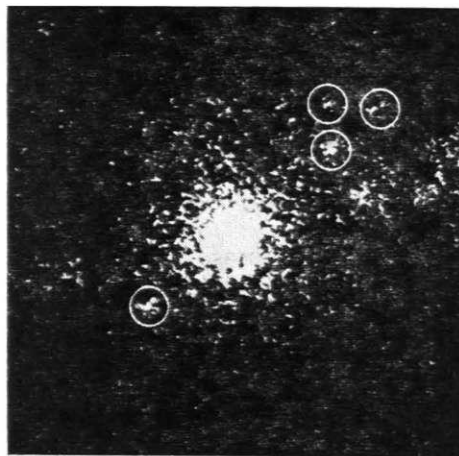
laktiku summārais gravitācijas lauks ir atrāvis gāzi no tās avotiem — atsevišķiem kopas locekļiem.

Ar HEAO-2 spoguļteleskopu droši ieraudzīts arī vistālākais pašreiz zināmais objekts Visumā — kvazārs OQ 172, kura spektram sarkanā nobīdē ir 3,5 (attālums ap 15 miljardiem gaismas gadu), kamēr agrāk rentgenstaros novērotajiem tā nepārsniedza 0,2. Daži ļoti tāli kvazāri, kas saskatīti ar šo instrumentu, rentgendiapazonā izstaro līdz 10^{47} ergiem sekundē — simt triljonu reižu vairāk nekā Saule visos viļņu garumos kopā! Turklāt manāmas rentgenspožuma izmaiņas jau triju stundu intervālā apliecina, ka šī kolosālā enerģija izdalās ļoti mazā telpas apgabalā — ar diametru ap 10 astronomiskajām vienībām vai mazāk. (Agrāk radiodiapazonā kvazāru starojuma mainīgums bija kon-

statēts tikai apmēram gadu ilgā periodā, kam atbilst tūkstošiem reižu lielāks izstarojošā apgabala caurums — ap vienu gaismas gadu.) Tādējādi šie novērojumi devuši ļoti svarīgus argumentus par labu uzskatam, ka kvazāru centrā ir ārkārtīgi masīvi melnie caurumi, kuri nepārtraukti «rij» apkārtējās vides vielu: vienīgi šāda hipotēze spēj pārliecinoši izskaidrot tik fantastiskas starjaudas koncentrāciju gauži niecīgā tilpumā.

Ar HEAO-2 spoguļteleskopu izdevies saskatīt visus jau agrāk zināmos kvazārus, kuri vien nonākuši redzeslaukā un tur pietiekami rūpīgi meklēti, — kopskaitā apmēram simtu, kamēr vēl nesen rentgendiapazonā bija novēroti tikai trīs. Turklāt vairākas pazīmes norāda, ka daudzi vēl neidentificēti punktveida objekti, kas redzami ar teleskopu

7. att. Mūsdienu astronomijas «gadsimta miklas» — objekta SS 433 uzņēmums rentgenstaros ar HEAO-2 spoguļteleskopu (režīmā ar $1^\circ \times 1^\circ$ redzeslauku un $1'$ izšķirtspēju). Ieslīpi uz abām pusēm vismaz pusgrādu stiepjas divi plati stari, kas šajā apgabalā nav saskatāmi nedz redzamajā gaismā, nedz radioviļņos. Ar aplīšiem apvilkti četri citi rentgenavoti, kas acīmredzot nav saistīti ar SS 433 un atrodas daudz tālāk par to. (Pēc «Sky and Telescope».)



iegūtajos attēlos, arī ir ļoti tāli kvazāri un aktīvu galaktiku kodoli. Tie kopumā rada trešo daļu no debess vispārējā rentgenstarojuma fona, kuru agrāk parasti piedēvēja ļoti karstai gāzei, kas it kā aizpildot starpgalaktiku telpu. Vēl vairāk, optisko novērojumu un rentgennovērojumu kopēja analīze rāda, ka arī atlikušās divas trešdaļas varētu nākt no ārkārtīgi tāliem kvazāriem — tik vājiem, ka tos atsevišķi nevar ieraudzīt pat HEAO-2 teleskops. Tādā gadījumā fona izskaidrošanai starpgalaktiku gāze vairs nav vajadzīga, un līdz ar to vairākas reizes mazāks iznāk vielas vidējais blīvums Visumā. Šis apstāklis savukārt ticamāku padara iespējamību, ka Visums nav noslēgts — ka tas turpinās mūžam izplesties un nekad nesāks atkal sarauties.

Visbeidzot, uztverts rentgenstarojums no Jupitera sistēmas, kur to acīmredzot izraisa spēcīgā radiācijas joslu iedarbība vai nu uz planētas atmosfēru, vai uz lielo pavadonu virsmu. Tādējādi HEAO-2 spoguļteleskopa savāktie dati skāruši visdažādākās astronomijas jomas —

no planētu fizikas līdz kosmoloģijai. Būtībā tieši šī unikālā instrumenta darbība rentgenastronomiju gan pēc novērošanas iespējām, gan pēc iegūtās informācijas nozīmīguma ir pielīdzinājusi divām daudz vecākām nozarēm — optiskajai astronomijai un radioastronomijai.

Diemžēl 1981. gada aprīlī — pēc divarpus gadiem paredzētā viena vietā — pavadona orientācijas un stabilizācijas sistēmā izsika saspiebtās gāzes krājumi, un teleskopu vairs nevarēja notēmēt vēlamajā virzienā. Vēl pēc dažiem mēnešiem, orbītai pakāpeniski pazeminoties gaisa pretestības dēļ, HEAO-2 iegāja atmosfēras blīvajos slāņos un sadega.³

Tādējādi patlaban regulārā lietošanā paliek tikai daži nelieli rentgendiapazona instrumenti, kas pēc

³ Kaut gan nekādi konkrēti atkārtotas izmantošanas plāni tolaik vēl nebija izstrādāti, HEAO-2 konstrukcijā bija speciāls elements, aiz kura to varētu satvert kosmoplāna «Space Shuttle» manipulators, lai nogādātu atpakaļ uz Zemes. Diemžēl kosmoplāna ekspluatācijas sākuma aizkavēšanās liedza šo iespēju izmantot.

jutības un leņķiskās izšķirtspējas būtībā ir HEAO-2 teleskopa priekštecū līmenī vai tikai mazliet augstākā (ZMP angļu «Ariel-6», japāņu «Hakucho»). Turklāt šāds stāvoklis, spriežot pēc zinātniskajā presē publicētās informācijas, saglabāsies vēl dažus gadus.

Daudz iepriecinošāka situācija vērojama attiecībā uz ultravioleto diapazonu: orbitā ap Zemi pastāvīgi darbojas teleskopa un spektrometru komplekss pavadoņi IUE, kuru kopīgiem spēkiem izveidojušas ASV un Rietumeiropas valstis. Gan nedaudz atpaliekot no OAO-3 ekipējuma pēc spoguļa diametra un maksimālās spektrālās izšķirtspējas (attiecīgi 45 cm un 0,1 angstrēms), tas, pirmkārt, ir krietni universālāks: samazinot izšķirtspēju līdz 6 angstrēmiem, var pētīt arī visai vājus objektus — līdz 17. magnitūdai — u. tml.; otrkārt, tas ir daudz operatīvāk un ērtāk ekspluatējams, jo, pateicoties īpaši izraudzītai (bet

grūti aizsniedzamai!) orbitai, pastāvīgi atrodas sakaru staciju radioredzamības zonā. Tādējādi dažādu valstu astronomi (viņu vidū bijuši arī PSRS pārstāvji), paši kosmosā nelidojot, var strādāt ar IUE praktiski tāpat kā ar modernu, augsti automatizētu teleskopu uz Zemes: uz displeja ekrāna ieraudzīt gan iegūto spektru, gan dažādu palīginformāciju, vajadzības gadījumā tūlīt mainīt novērošanas režīmu un secību u. tml.⁴ Tādēļ vismaz pēc savākto datu apjoma IUE jau pirmo triju darbības gadu laikā (1978—1981) bija manāmi pārspējis OAO-3. Un visas pazīmes rāda, ka tas turpinās funkcionēt vēl vismaz dažus gadus, sagaidot brīdi, kad ar kosmoplānu «Space Shuttle» orbitā tiks pacelts ultravioletā, redzamā un infrasarkanā starojuma teleskops ar galvenā spoguļa diametru 2,4 metri.

⁴ Dažas sīkākas ziņas par IUE atrodas «Zvaigžņotās debess» 1978. gada rudens numurā, 15.—17. lpp.

JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ

★★ Pateicoties diviem speciālu uztverējekārtu tikliem, kuru Saules sistēmās plašumos izvērsušas attiecīgi PSRS ar Francijas līdzdalību un ASV kopā ar Rietumeiropu, līdz 1981. gada beigām aptuveni desmit kosmiskā gamma starojuma uzliesmojumiem pie-nākšanas virziens bija noteikts ar precizitāti līdz loka minūtei vai tās daļām (pēc reģistrēšanas momentu starpības). Tomēr atbilstošajos nelielajos debess apgabalos nav izdevies saskatīt pietiekami neparastus objektus, kuri šādas ipatnējas parādības varētu būt izraisījuši. Tādējādi par vienīgo kaut cik tiešo norādījumu uz gamma uzliesmojumu avotu dabu joprojām paliek periodiskās starojuma svārstības, kuras tūlīt pēc sākotnējā impulsa 1979. gada 5. martā reģistrēja «Venēru» un ISEE-3 aparatūra, — tādas kā rentgenstaru pulsāriem. Taču nav skaidrs, vai tādu pašu izcelsmi kā šim izcili spēcīgajam un citādi ipatnējam notikumam var piedēvēt arī daudzajiem parastākajiem uzliesmojumiem...



Fizikālie lauki un dzīvība uz Zemes

Dzīvība ir kosmisks veidojums, un tās izcelšanās un evolūciju nosaka fizikālo lauku komplekss attiecīgajā Visuma vietā, šo lauku izmaiņas un telpiskā struktūra. Tāpēc dzīvība uz Zemes arī šodien ir atkarīga no dažādiem fizikālajiem faktoriem: temperatūras, atmosfēras spiediena, jonizējošās radiācijas, gravitācijas, elektriskajiem un magnētiskajiem laukiem. Līdz ar to mūs nevar neinteresēt šo lauku struktūra un tās ekoloģiskā loma.

Sen zināms, ka fizikālie lauki Zemes virsmas tuvumā, kā jau dabā vispār, ir nehomogēni. Turklāt tikai gravitācijas lauks ir praktiski konstants laikā, turpreti magnētiskais un atmosfēras elektriskais lauks — pirmais lēnāk, otrs straujāk — mainās. Nehomogēns telpā un mainīgs laikā ir arī Saules un pārējo avotu kosmiskā radiostarojuma lauks, kā arī kosmisko staru lauks. Šo lauku nehomogenitātes parasti tiek pētītas lielos mērogos (raksturīgo garumu izsaka simtos metru, bet biežāk — daudzos kilometros), nereti pat — globālos mērogos. Taču Zemes dzīvībai acimredzot nozīmīga ir arī fizikālo lauku mikrostruktūra, kuras raksturlielumi izsakāmi metros vai desmitos metru.

Šādu struktūru pētīšana patlaban uzsākta mūsu republikas Zinātņu akadēmijas Fizikas institūtā un Radioastrofizikas observatorijā. Darba pirmajā posmā veikts teorētisks aprēķins par Zemes virsmas magnētisko lauku mikrostruktūru lomu jonizējošās radiācijas sadalīšanā mums apkārtējā telpā.

Aprēķina pamatā ir vispārzināma elektrisko lādiņu un magnētisko lauku mijiedarbības likumība: elektriskie lādiņi allaž vērpjas ap magnētiskajām spēka līnijām, pārvietojoties it kā pa spirāli. Tais vietās, kur magnētiskās spēka līnijas tuvojas cita citai, kā, piemēram, Zemes polu apvidos, lādiņu ceļu spirāles tiek pagrieztas atpakaļ. Tātad pagriezienu punktu tuvumā lādiņi īsā laika sprīdī atrodas divas reizes — turp- un atpakaļceļā, veidojot paaugstinātas lādiņu koncentrācijas vietas. Zemes polu apvidos tas ir viens no cēloņiem, kāpēc redzam spīdam polārblāzmas. Bet dažādas sīkas magnētisko lauku nehomogenitātes taču pastāv mums visapkārt! Tātad arī jonizējošā radiācija ap mums (kosmiskie starri, Zemes radioaktīvais fons) visur nav vienlīdz intensīva. Izrādās, ka jonizējošo daļiņu nevienmērīgais sadalījums Zemes virsmas tuvumā var būt pat stiprāk izteikts nekā tā cēlonis — magnētiskā lauka nehomogenitātes.

Dzīvīvajām būtnēm pārvietojoties šādā mainīgas intensitātes radiācijas un magnētiskajā laukā, viņās neizbēgami izceļas attiecīgas fizikālas un ķīmiskas reakcijas. Pirmkārt, viņas saņem mainīgu apstarojuma devu, tātad ar mainīgu intensitāti viņās rit t. s. brīvo radikāļu izraisītās reakcijas. Otrkārt, viņās inducējas elektriskais spriegums. Parasti uzskata, ka par atbildi uz šo spriegumu dzīvīvajās būtnēs sākas kādas noteiktas fizioloģiskas reakcijas. Tomēr jāņem vērā, ka šis signāls ir ļoti vājš — 5—15 kārtas vājāks par t. s. trokšņu spriegumu, kas pastāv katrā fizikālajā ķermenī. Tāpēc grūti iedomāties, kā organisms spēj reaģēt tieši uz šo inducēto signālu, kas ir

mazāks par paštroksņiem. Toties jebkurš dzīvais organisms reaģē pat uz visnīcīgākajām radiācijas līmeņa izmaiņām, kādas rodas, tam ieejot nehomogēnajā magnētiskajā laukā. Resp., magnētiskā lauka sīkstruktūru organisms «noteic» pēc radiācijas izmaiņām!

No teiktā varam secināt, ka radiācijas lauka struktūrai ir liela nozīme mūsu planētas dzīvības procesu norisē. Jāņem vērā arī tas, ka dzīvās būtnes ir ārkārtīgi jutīgas pat pret mazām radiācijas devām un ka šīs mazās devas var akumulēties.

Iespējams, ka jonizējošās radiācijas nevienmērīgais sadalījums ir viens no tiem faktoriem, kuri izraisa t. s. biofizikālo efektu («ūdens rīkstītes» reakcijas), kas novērojams dažu īpašu ģeoloģisku struktūru vietās.

J. Bīrzvalks

Saules radiouzliesmojumus attēlo krāsas

Krāsu displeji, kurus arvien plašāk lieto dažādās zinātnes un tehnikas nozarēs, ir izmantojami arī mērāmā lieluma vērtību attēlošanai krāsu skalā. Nesen šo iespēju sāka izmantot arī pētot Saules radiostarojumu: ar krāsu displeju tagad papildināts Kalguras Saules observatorijas (Austrālija) radiospektrogrāfs, kas darbojas trijās frekvenču joslās — 30—50 MHz, 75—105 MHz un 140—170 MHz — un tātad reģistrē radiouzliesmojumus Saules koronas augšējos līmeņos.

Radiouzliesmojumi ir pēkšņi radioviļņu plūsmas pieaugumi, kas izceļas, transformējoties dažiem Saules plazmas veidojumiem. Radiouzliesmojumi, piemēram, ir viena no

lielo uzliesmojumu pazīmēm. Magnētiskajiem laukiem piepeši transformējoties, atbrīvojas liela enerģija, stipri sakarst (un uzliesmo) hromosfēras gāzes un eksplozīvais triecienvilnis iesvārsta plazmas lokus plašā rajonā ap epicentru. Tāpēc, novērojot radiouzliesmojumus, iegūstama svarīga informācija par procesiem Saules atmosfērā, papildinot uzliesmojumu patruļas datus.

Tomēr līdzšinējās radiouzliesmojumu reģistrēšanas metodes nebija piemērotas vāju notikumu atšifrēšanai, bet tieši mazajos uzliesmojumos, domājams, meklējami lielo uzliesmojumu priekšvēstneši. Kalguras observatorijas jaunā ierīce dod iespēju reālajā laikā — jau tūlīt — spriest par vājo uzliesmojumu sīkstruktūru, resp., par plazmas pārvērtību pašiem pirmsākumiem.

Kalguras displeju veido 256×256 punktu matrica, kas realizē 16 krāsas — no melnas līdz baltai — radiostarojuma intensitātes pieauguma secībā. Krāsu linearitāte atbilst 16 intensitātes līmeņiem; attēla rindas veidojas ar $1/16$ s intervāliem. Uzliesmojuma spektra izmaiņas tiek fiksētas ik pēc 16·n sekundēm.

Attēlā (skat. krāsu ielikum) redzamas divas radiouzliesmojumu grupas — I tipa un III tipa uzliesmojumi. I tipa uzliesmojumus generē magnētiskā lauka lamatās, piemēram, slēgtajās arkās, iekļuvušie elektroni. Analogajā pierakstā uz pašrakstītāja lentes šie uzliesmojumi redzami sīku piķīšu, dažkārt pat vesela «meža», veidā. III tipa uzliesmojumus generē islaicīgas augstas enerģijas elektronu plūsmas, kas dodas prom no Saules kāda nestacionāra procesa rezultātā. Analogajā pierakstā arī šajā gadījumā redzami islaicīgi piķīši. Krāsu displejā turpretī abi uzliesmojumu tipi dod atšķirīgu ainu un ļauj spriest par Saules aktivitātes centrā notikušajām strukturālajām pārmaiņām. Ar šādu paņēmieni iespējams atšifrēt pat ļoti smalkas radioplūsmas intensitātes gradācijas.

N. Čimahoviča

Ārpuszemes civilizācijas un ... kodolatkritumi

«Zvaigžņotās debess» lappusēs jau ne reizi vien ir runāts par ārpuszemes civilizācijām¹ un parādīts, cik šī no visdazādākajiem viedokļiem visai nozīmīgā problēma ir sarežģīta un grūta. Kosmisko civilizāciju meklēšanu var pielīdzināt mēģinājumam atrisināt uzdevumu ar daudziem nezināmajiem, no kuriem mēs tikai dažiem varam centties uzminēt aptuvenās vērtības, izmantojot vienīgu reālo un pētījumiem pieejamo modeli — mūsu pašu civilizāciju.

Labi zināms arī, cik sarežģīta tehniska problēma ir to radioaktīvo izotopu droša glabāšana, kas rodas gan zinātniskajos, gan enerģētiskajos kodolreaktoros. Arvien plašāk izmantojot atomenerģiju tautas saimniecībā, šī problēma kļūst arvien aktuālāka gan ekoloģiski, gan ekonomiski. Kādi vien projekti nav izstrādāti! Ir piedāvāts kodolatkritumus ieslēgt speciālos konteineros un novietot dziļās pamestās šahtās vai nogremdēt okeānu dziļākajās iedobēs, izsviest tos kosmiskajā telpā, celt speciālas «kapsētas» utt. Taču visiem šiem projektiem ir trūkumi: vai nu tie ir ekonomiski neizdevīgi, resp., ļoti dārgi, jo drošumu un lētumu diemžēl ir grūti un bieži vien pat neiespējami savienot, vai arī tie ir ekoloģiski nedroši, jo vienmēr var iedomāties reālus apstākļus — zemestrīces, nobrukumus u. tml., kuru rezultātā konteineri atvērsies un augsti radioaktīvie kodolatkritumi iepļūdis okeānu straumēs vai gruntsūdeņu sistēmā un, pamazām difundējot, izraisīs plašu saindēšanos ar neparedzamām sekām.

Skaidrs, ka ar šādu problēmu ir jāsaduras jebkurai tehnoloģiski attīstītai civilizācijai, kas nonāk pie nepieciešamības apmierināt savas enerģētiskās vajadzības ar smago elementu kodolos slēpto un kodoldališanas rezultātā atbrīvoto enerģiju. Un

¹ Skat., piemēram, A. B a l k l a v a rakstu «Daži apsvērumi par sakariem ar ārpuszemes civilizācijām» — «Zvaigžņotā debess», 1978. gada pavasaris, 1.—12. lpp.

skaidrs arī, ka ekoloģiski visdrošākais šīs problēmas atrisinājums ir ārkārtīgi bīstamo kodoldališanas atkritumu nogremdēšana sava centrālā spidekļa dziļēs, t. i., pašas dabas dotajā kurtuvē, kurā sadeg un pārveidojas viss — arī elementu kodoli. Tas, kā redzams, gan ļautu pilnīgi pasargāt no piesārņošanas ar kodolatkritumiem planētu, taču šāda rīcība pamazām piesārņotu zvaigzni un, kā rāda aprēķini, varētu pat radīt novirzes no attiecīgās klases zvaigznei raksturīgā un normālā spektra. Šīs izmaiņas būtu pamanāmas ar astronomiskajiem novērošanas līdzekļiem un arī interpretējamas kā kādas pietiekami augsti attīstītas civilizācijas saimnieciskās darbības rezultāts.

Pētījumi rāda, ka zvaigznes, kuru spektros varētu parādīties raksturīgās ķīmiski izotopiskā sastāva anomālijas, būtu ieslēgtas apmēram spektra kļāšu intervālā no A5 līdz F2. Piemēram, ja enerģētiskajos kodolreaktoros būtu utilizēts tikai ap 1% no tā urāna daudzuma, kas koncentrēts Zemes garozā līdz 10 km dziļumam, tāds raksturīgs kodolreaktoru produkts kā radioaktīvais prazeodīms radītu mūsu Saules spektrā ar astronomiskajām metodēm konstatējamu anomāliju. Ņemot vērā cilvēces saimnieciskās darbības pašreizējās iespējas, kā arī nepārtraukti augošās enerģētiskās vajadzības, šādu kodolatkritumu daudzumu nogādāšana uz Saules nākamajos gadsimtos nebūt nav tik fantastisks un ekonomiski neizdevīgs pasākums.

Tātad centrālās zvaigznes mākslīga «marķēšana» ar raksturīgi anomālu izotopisko sastāvu, kuras ideju savā laikā izvirzīja pazīstamais padomju astrofizikis PSRS ZA korespondētājloceklis J. Sklovskis un amerikāņu zinātnieks A. Dreiks, var izrādīties jebkuras tehnoloģiski attīstītas civilizācijas akūta nepieciešamība, bet šādu zvaigžņu meklēšana var kļūt par vienu no perspektīvajiem virzieniem, kurā vērst ārpuszemes civilizāciju meklēšanu, kas līdz šim laikam, par spīti lielajām cerībām, entuziasmam un pūlēm, vēl joprojām nav devusi pozitīvus rezultātus.

A. B a l k l a v s



«SALŪTA-6» ILGAIS MŪŽS

Kas nodrošināja orbitālajai stacijai «Salūts-6» vairāk nekā četrus gadus ilgu aktīvu funkcionēšanu? Ko šis raženais darbmūžs devis kosmonautikas tālākajai attīstībai? Par to runāts kosmonauta H. Titova stāstījumā žurnālam «Авиация и космонавтика», kuru šeit pārpublicējam saīsinātā veidā.

Orbitālās stacijas «Salūts-6» liktenis ir patiesi apbrīnojams. Vēl nevienam citam pilotējamam kosmiskajam aparātam nav bijis tik intensīvs, nemierpilns un ilgs mūžs. «Salūts-6» ir jau sen pārsniedzis savu garantēto darbības laiku. Nomaināmās apkalpes, regulāri automātisko apgādes kuģu reisi deva iespēju paildzināt kosmiskās laboratorijas darba resursu, mainīt un remontēt tās iekārtas lidojuma laikā. Orbitālā stacija uzņēma 30 pilotējamus un automātiskus kuģus, kuri turp nogādāja 16 apkalpes, to vidū 8 starptautiskas, kā arī pāri par 20 tonnām dažādu kravu.

Turpretim sākotnējā plānā bija paredzēts, ka «Salūta-6» strādās tikai trīs ekspedīcijas. Bet tieši trešā pamatapkalpe sava rekordilgā 175 dienu lidojuma laikā pagarināja stacijas mūžu. Profilaktiskie un remontdarbi, kurus veica V. Ļahovs un V. Rjumins, ļāva sūtīt turp ceturto virsplāna ekspedīciju, kas strādāja 185 dienas. L. Popovs un V. Rjumins atkal ne vien veica plašus zinātniskus pētījumus, bet arī daudz darīja, lai «Salūta-6» darbaspējas saglabātos turpmāk. Sekoja L. Kizima, O. Makarova un G. Strekalova lidojums. Līdztekus sava jaunā kuģa izmēģināšanai viņi rūpīgi pārbaudīja stacijas stāvokli, apmainīja vai izremontēja vajadzīgās iekārtas, līdz galam sagatavoja kosmisko mītni piektās ekspedīcijas uzņemšanai.

Ar «Sojuz T-3» lidojumu jaunajam kuģim, kurš paredzēts orbitālo staciju apkalpošanai, izmēģinājumu programma pamatvilcienos noslēdzās. «Sojuz T-4» lidojumu, kura gaitā uz «Salūtu-6» tika nogādāta piektā pamatapkalpe — V. Kovaļonoks un V. Savinihs —, var uzskatīt jau par jaunā kuģa pirmo ikdienas reisu.

Pirmās apkalpes ekspluatēja «Salūtu-6» diezgan intensīvi, risinot gan tīri zinātniskus, gan arī praktiskus uzdevumus, piemēram, tādus, kas saistīti ar derīgo izrakteņu meklēšanu, dabas aizsardzību, palīdzību lauksaimniecībai. Tā kā stacijas sistēmu un zinātniskās aparatūras resurss,



1. att. «Salūtā-6» strādā V. Rjumins — orbitālās stacijas vispastāvīgākais iedzīvotājs, kurš divu ekspedīciju gaitā pavadījis tur veselu gadu.

protams, nebija neierobežots, trešajai pamatapkalpei lielu daļu laika nācās veltīt remonta un atjaunošanas operācijām. Tas, saprotams, pazemināja kosmonautu pētnieciskās darbības efektivitāti. Var rasties jautājums — varbūt būtu bijis labāk nomainīt «Salūtu-6» ar jaunu staciju, kurā apkalpei nevajadzētu tik rūpīgi sekot bortsistēmu stāvoklim un tērēt laiku iekārtu labošanai?

Noteikti nē, jo mēs taču domājam turpināt kosmiskās telpas apgūšanu arī nākotnē. Mums ir vajadzīgas ne tikvien jaunas, bet arī pilnīgākas orbitālās stacijas. Galu galā tās būs «izplatījuma pilsētas», par kurām jau gadsimta sākumā sapņoja K. Ciolkovskis. Taču neviens instruments, neviens mehānisms neizturēs daudzus gadus un jo vairāk gadu desmitus ilgu nepārtrauktu darbību. Tādēļ jāmacās šādas stacijas apkalpot, labot un jau iepriekš novērst iespējamās kļūmes to sistēmu funkcionēšanā.

Stacija «Salūts-6» pirmo reizi pavēra iespēju par iekārtu nolietotos spriest ne tikai pēc netiešiem telemetrijas datiem, bet arī pēc rezultātiem, ko sniedz atpakaļ atvesto instrumentu izpēte Zemes laboratorijās. Lai gan bortsistēmas tiek izmēģinātas dažādos pārbaudes stendos, uz Zemes nevar pilnībā atveidot kosmiskā lidojuma apstākļus, sevišķi galveno — bezsvara stāvokli. Kosmiskajai teknikai tieši tas ir raksturīgi, ka vienlaikus ar ekspluatāciju norit tās izmēģināšana. No šī viedokļa «Salūta-6» lidojums izraisīja konstruktoros milzīgu interesi. Šāda ilgstoša izmēģināšana reālās ekspluatācijas apstākļos palīdzēs palielināt orbitālo staciju darbības drošumu un ilgumu un tārad paaugstinās to efektivitāti tautsaimniecisku uzdevumu risināšanā. Un fakts, ka visu šo laiku «Salūts-6» bija tehniskā kārtībā, pierāda, ka stacijas aktīvā mūža pagarināšanai izraudzītais ceļš ir bijis pareizs.

Orbitālā stacija «Salūts-6» bija apgādāta ar efektīviem profilakses līdzekļiem pret bezsvara stāvokļa iedarbību uz cilvēka organismu — fiziskiem trenāžieriem, slodzes tēriem, kā arī speciālām ierīcēm, kuras



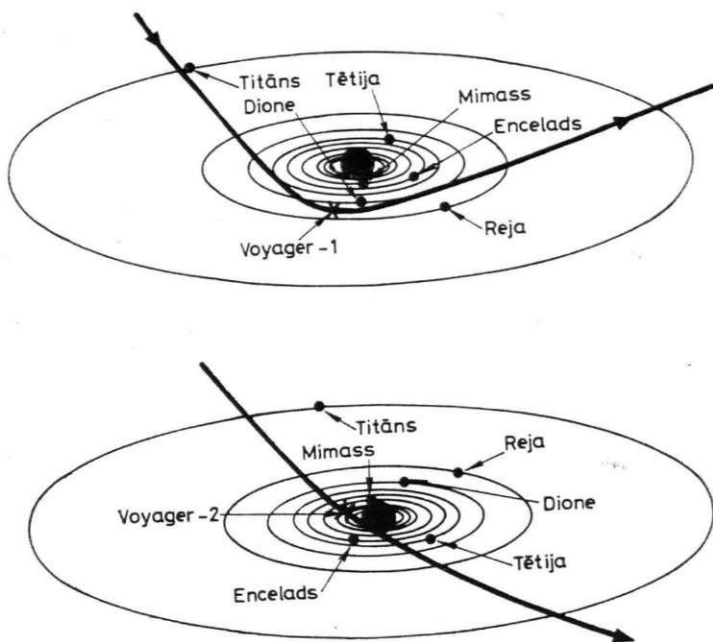
2. att. «Salūta-6» apgāde ar kravu lidojuma gaitā: VDR kosmonauts Z. Jēns ar tikko atvestām filmu kasetēm Zemes izpētes fotoaparātam MKF-6M.

ļāva uz kādu laiku radīt sirds un asinsvadu sistēmai Zemes apstākļu ilūziju. Viens no svarīgākajiem profilakses pasākumiem, kas ietekmē apkalpes darbaspējas, ir psiholoģiskais atbalsts. Bet «Salūta-6» apkalpes, šķiet, jūtās mazāk nošķirtas no Zemes nekā pirmo ekspedīciju «Ziemeļpols» dalībnieki, lai gan tie pat neatstāja dzimto planētu. Regulāras radio un televīzijas translētas tikšanās ar tuviniekiem, draugiem, aktieriem, zinātniekiem, sportistiem uzlaboja kosmonautu garastāvokli, pozitīvi ietekmēja pašsajūtu. Psiholoģiskais kontakts ar tiem, kas bija palikuši uz Zemes, kļuva vēl ciešāks, kopš sāka darboties abpusēju televīzijas sakaru līnija. Profilakses pasākumu metodika pastāvīgi pilnveidojās arī citos aspektos, un visas padomju kosmonautikas pieredze uzskatāmi liecina, ka mūsu zinātnieki šajā jomā iet pareizu ceļu.

Orbitālo staciju apgādes sistēmas radīšana, pamatekspedīciju ilguma pieaugums, starptautiskās sadarbības paplašināšanās, aizvien lielākais ekonomiskais efekts, ko dod kosmiskie pētījumi un eksperimenti, — tas viss apliecina, ka kosmonautika kopumā kļūst par valsts tautas saimniecības nozari.

«VOYAGER-2» PIE SATURNA

Tikai divus gadus pēc brīža, kad Saturnu tuvplānā bija pirmoreiz novērojis «Pioneer-11», šī tālā debess ķermeņa apkaimi pēc divus miljardus kilometru gara ceļa sasniedza jau trešais kosmiskais lidaparāts. Tāpat kā «Voyager-1» nepilnu gadu iepriekš «Voyager-2» novēroja pašu planētu, tās gredzenu sistēmu un plašo pavadoņu saimi ar telekameru, spektrometru un fotometru komplektu, kas bija uzstādīts uz brīvi notēmējamās platformas, pētīja Saturna apkārtņē noritošos procesus ar magnetometriem, lādēto daļiņu detektoriem, plazmas elektrisko svārstību un zemas



1. att. «Voyager-1» un «Voyager-2» lidojuma trases Saturna apkārtņē (ar krustiņu atzīmēts planētai vistuvākais trajektorijas punkts).

frekvences radiostarojuma analizatoriem, kā arī caurstaroja planētas atmosfēru un gredzenus ar paša raidītajiem radiosignāliem.¹ Pateicoties uzlabojumiem Dzijā kosmosa sakaru tīkla uztvērējiekārtās, šādi savāktā zinātniskā informācija tika nosūtīta uz Zemi tikpat strauji kā pirms pāris gadiem no divreiz tuvākā Jupitera apkaimes — ar tempu 115200 biti sekundē. Tādēļ attēlus varēja iegūt un tūlīt pārraidīt uz mūsu planētu pa vienam ik 48 sekundēs sākotnēji projektēto 144 sekunžu vietā, atbilstoši palielinot to kopskaitu.²

Tā kā pašu svarīgāko izpētes objektu Saturna sistēmā — blīvas atmosfēras ieskauto pavadoņi Titānu jau bija sekmīgi novērojis «Voyager-1» (no tikai 4,5 tūkst. km augstuma!), «Voyager-2» trajektorija planētas apkārtņē tika izraudzīta savādāk — tā, lai varētu gan doties tālāk uz Urānu, gan ciešāk aplūkot tos pavadoņus, kuri iepriekš bija skatīti tikai no samērā liela attāluma (1. att.). «Voyager-2» trase gāja 2,3 reizes tuvāk

¹ Sīkāk par «Voyager» pētniecisko ekipējumu skat. E. Mūkina rakstu ««Voyager-1» pie Jupitera» «Zvaigžņotās debess» 1979. gada rudens numurā, 27.—32. lpp., bet par pirmā lidaparāta darbību Saturna apkaimē — ««Voyager-1» pie Saturna» 1981. gada vasaras numurā, 26.—35. lpp.

² Šāds pārraides temps bija realizēts jau «Voyager-1» Saturna pārlidojuma laikā, par ko raksta ««Voyager-1» pie Saturna» autoram toreiz nebija zināms.

Enceladam, 4,5 reizes — Tētijai un 2,7 reizes — Japetam, kā arī ļāva mēreni detalizēti pētīt pašus ārējos Saturna pavadoņus — Hiperionu un Fēbi, uz kuriem «Voyager-1» instrumenti sakarā ar lielo attālumu vispār netika vērsti.

Kā parasti, planētas un tās apkārtnes novērojumi sākās, līdzko ar šaurleņķa telekameru iegūstamajiem attēliem izšķirtspēja kļuva tāda pati kā labiem fotouzņēmumiem no Zemes — ap 2000 km; tas notika 1981. gada jūnijā. Atrodoties vēl tālu no Saturna, šo «Voyager-2» instrumentu izmantoja, lai iespējami precīzi iepazītu nesen atklāto mazo pavadoņu kustību un meklētu vēl citus šādus ķermeņus. Planētas tuvākajā apkaimē vislielākā vērība tika pievērsta gredzenu sistēmas, minēto mazo pavadoņu, Encelada un Tētijas izpētei, kā arī dažādu objektu polarimetriskiem novērojumiem (jo attiecīgais «Voyager-1» instruments filtru diska iestrēģšanas dēļ faktiski bija darbojies tikai kā fotometrs).

26. augustā (pēc pasaules laika), visām iekārtām sekmīgi darbojoties, «Voyager-2» sasniedza Saturnam tuvāko trajektorijas punktu — 101 tūkst. km virs mākoņu virsmas («Voyager-1» — 124 tūkst. km). Drīz pēc tam ap vienu no asīm pārstāja griezties pētniecisko instrumentu platforma; kā secināja pēc telemetriskās informācijas un zinātnisko datu analīzes NASA speciālisti, tās notemēšanas mehānismu bija bojājušas sadursmes ar Saturna gredzenu daļiņām.

Pirmkārt, spriežot pēc telekameru iegūtajiem attēliem, platforma bija iestrēgusi tieši tajā brīdī, kad kosmiskais aparāts šķērsoja gredzenu plakni. Otrkārt, tajā pat laikā «Voyager-2» ESM bija vairākkārt iedarbinājusi stabilizācijas sistēmas dzinējus — acimredzot, lai likvidētu lidaparāta orientācijas neparedzētu mainīšanos daļiņu triecienu iespaidā. Treškārt, viens no pētnieciskajiem instrumentiem tieši tad bija reģistrējis neparasti spēcīgas un haotiskas elektriskā lauka svārstības, bet, kā jau bija zināms pēc «Voyager-1» savāktajiem datiem, Saturna gredzenu sīkākajām daļiņām patiesi raksturīga spēcīga elektrizācija. Taču «Voyager-2» lidojuma trase šķita no šādām daļiņām pilnīgi brīva...

Dodot komandas pagriezieniem pārmaiņus vienā un otrā virzienā, platformu izdevās iekustināt un pakāpeniski noberzt sadursmju radītos nelīdzenumus. Tās darbaspēja visumā atjaunojās, taču sakarā ar ļoti ilgo radiosignālu izplatīšanās laiku līdz lidaparātam un atpakaļ (katrā virzienā pusotru stundu!) šī remontoperācija aizņēma trīs diennaktis. Tādēļ izpalika iecerētā Tētijas virsmas apskate no nepilnu 100 tūkst. km attāluma (lai arī pirms tam no daudz lielāka atstatuma jauni dati par šo ķermeni tika iegūti, piemēram, «Voyager-1» neaplūkotajā puslodē pamanīts milzu krāteris, kura caurmērs ir gandrīz 40% no pavadoņa diametra), kā arī mazliet cieto dažu citu objektu pētījumi. Pēc platformas salabošanas Saturna sistēmas novērojumi no aizvien pieaugoša attāluma turpinājās, kā paredzēts, līdz septembra beigām.

Tā kā šis starpgadījums notika intensīvākās darbības perioda pašās beigās, «Voyager-2» kopējo sniegumu Saturna apkārtne tas būtiski neietekmēja, bet attēlu skaits, pateicoties paaugstinātajam pārraides tempam, pat divreiz pārsniedza sākotnēji iecerēto. Par abiem «Voyager-1» un «Voyager-2» sava otrā ceļamērķa izpētes gaitā ieguva pāri par 35 tūkst. attēlu, ap 100 tūkst. infrasarkanā spektru un daudz citu datu.

PLANĒTA

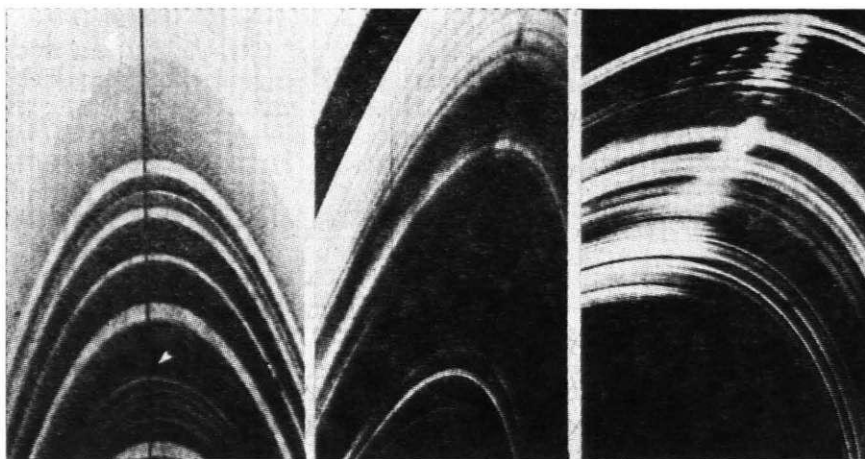
Novērojumi ar «Voyager» infrasarkanajiem un ultravioletajiem spektrometriem manāmi precizējuši dažus svarīgākos Saturna vispārējos raksturlielumus, no kuriem stipri atkarājas tā iekšējā uzbūve. Planētas galveno sastāvdaļu — ūdeņraža un hēlija relatīvais daudzums (virs mākoņu segas) izrādījies mazliet lielāks nekā Jupiteram — 12 : 1, bet planētas izstarotā un no Saules saņemtā siltuma attiecība — aptuveni 3 : 1. (Tātad Saturns patiesi ir no visvieglākajām vielām veidots ķermenis ar tik stipri sakarsušām dzilēm, ka pat vislielākajā dziļumā tam nevar pastāvēt cieta virsma.)

Tā kā absolūtā izteiksmē gan iekšējais, gan ārējais siltuma avots Saturnam ir vājāks nekā Jupiteram, gaisa temperatūra mākoņu virsmas līmenī tomēr ir ļoti zema — 86 līdz 92 °K pēc infrasarkanā starojuma mērījumiem. Taču arī šāda siltuma plūsma no dzilēm ir pietiekama, lai izraisītu spēcīgu atmosfēras cirkulāciju, kura pirmoreiz detalizēti iepazīta tieši «Voyager» lidojuma gaitā. (Sajā nolūkā gan bija jāveic sarežģīta attēlu apstrāde ar ESM palīdzību, jo Saturna galveno mākoņu segu stipri maskē virs tās novietots dūmakas slānis.)

Līdzīgi Jupiteram Saturnu apjož ekvatoram paralelas gaisa plūsmas, kuras izskatās kā tumšākas zonas un gaišākas joslas (platākās bija pamanītas jau no Zemes), starp tām dažviet iespiedušies ovālas formas anticikloni u. tml., taču pastāv arī vairākas atšķirības. Pirmkārt, šāda regulāra zonu un joslu struktūra ir krietni sarežģītāka un stiepjas līdz augstākiem platuma grādiem nekā uz minētās kaimiņplanētas. Otrkārt, vislielākais gaisa masu kustības ātrums novērojams nevis zonu un joslu saskares vietās, bet gan gaišo joslu iekšienē: austrumu virzienā vērstas plūsmas tur traucas ar ātrumu līdz 1600 kilometriem stundā! Treškārt, Saturna gaisa cirkulācijai raksturīgi mazāki anticiklonu izmēri — līdz apmēram 10 tūkst. km, kamēr Jupitera Lielajam Sarkanajam Plankumam garākais caurmērs brīžam sasniedz 30 tūkst. km un pat vairāk.

Spriežot pēc abu planētu atmosfēru vispārējās līdzības, arī uz Saturna vajadzētu noritēt spēcīgiem zibens uzliesmojumiem, taču «Voyager» iegūtajos nakts puslodes uzņēmumos tie nav saskatāmi — varbūt augšējā dūmakas slāņa dēļ. Tiesa, planētas vistuvākajā apkārtnē uztverti negaisiem raksturīgi zemfrekvences radiotrokšņi, tomēr nav pilnīgas pārliecības, vai tos gluži tāpat kā lielākā attālumā reģistrētos nerada elektriskas izlādes starp Saturna gredzenu daļiņām. Toties pavisam droši gan šādos attēlos, gan spektroskopiskā ceļā pamanītas polārblāzmas, uz kuru pastāvēšanu norādīja jau mērījumi ar «Pioneer-11» ultravioleto fotometru.

Šī lidaparāta dati arī ieskicējuši atklājumu, ko tagad sniegusi atmosfēras radiocaurstarošana uzreiz divās superstabilās un pēc fāzes savstarpēji saskaņotās frekvencēs: Saturna jonosfēra ir ārkārtīgi bieza — tā stiepjas līdz 30 000 km attālumam, pilnībā ietverot ļoti retināto *D* gredzenu (sk. tālāk) un daļēji arī daudz blīvāko *C* gredzenu. Līdztekus diviem parastiem jonizācijas maksimuma slāņiem 1200 un 1800 km augstumā tajā sastopams vēl trešais, kas sakrīt ar abu gredzenu robežu ~ 15 000 km attālumā no planētas un izceļas ar daudz lielāku biežumu.



2. att. Saturna gredzenu sistēmas neparastākie veidojumi, kas atklāti pēc novērojumiem no «Voyager-1». Elektroniska montāža no *C* gredziena pretējo pušu attēliem (*pa kreisi*) rāda, ka viena no tā komponentēm (norādīta ar bultiņu) izceļas gan ar nevienādu platumu un blīvumu, gan arī, kā redzams montāžas oriģinālā, ar mainīgu rādiusu. Radiālie stari jeb «spieķi» *B* gredzenā, kuri stāvi atstarotā gaismā izskatās tumši (*vidū*), kļūst spožāki par fonu «slidošā» apgaismojumā (*pa labi*). Šāds starojuma izkliedes raksturs piemīt ļoti sīkām vielas daļiņām, kuru caurmērs ir salīdzināms ar gaismas viļņa garumu.

Iespējams, ka viena no galvenajām šīs ļoti īpatnējās jonosfēras sastāvdaļām ir ūdeņraža joni, kurus no Saturna gredzenu ledus daļiņām izšķēļ Saules ultravioletais starojums.

Izdarot planētas apkārtņē tiešus mērījumus, apstiprinājušās arī ziņas par Saturna magnetosfēras apbrīnojami regulāro struktūru: tās ass patiesi veido ar šī ķermeņa rotācijas asi tikai nepilnu grādu lielu leņķi. Ilgstoši sekojot kādam ar magnetosfēru saistītam virzīta radiostarojuma avotam, pirmoreiz kļuvis iespējams noteikt periodu, ar kādu griežas ap asi Saturna dzīles, — $10^{\text{h}}39^{\text{m}}26^{\text{s}}$ (precizētā vērtība).

GREDZENI

Ar «Voyager» augstjutīgajām telekamerām izdevies droši saskatīt trīs ļoti retinātus Saturna gredzenus — divus jau no Zemes pamanītus, taču bieži apstrīdētus (*D* un *E*; 3. att.), kā arī vienu jaunu (*G*). Pēdējais ir visai šaurs un stiepjas tieši gar orbītu, pa kuru kustās 1980. gadā atklātais mazo pavadoņu pāris, tāvad noteikti ir saistīts ar tiem arī pēc izcelsmes. (Ēna, kas šķērsoja vienu no šiem pavadoņiem pirmā novērošanas seansa laikā, galu galā izrādījies piederam nevis kādam jaunam, bet gan *F* gredzenam.) Tādējādi pēc «Voyager» lidojuma Saturnam zināmi pavisam septiņi gredzeni: *D*, *C*, *B*, *A*, *F*, *G*, *E* rādiusu pieaugšanas secībā, no kuriem ar vislielāko blīvumu un spožumu izceļas *C*, *B* un *A*.

3. att. «Voyager-1» pārraidīts attēls — Saturnam vistuvākā *D* gredzena esamības pierādījums. Šo ārkārtīgi retināto un blāvo veidojumu, kura pamānīšanu no Zemes (P. Gerens, 1969) daudzi pieredzējuši planētas pētnieki atzina par novērojumu kļūdu, nebija izdevies saskatīt pat tuvplānā ar «Pioneer-11» videofotopolarimetru. Toties šajā «Voyager-1» telekameras iegūtajā attēlā redzama pat gredzena struktūra — daudzas šauras koncentriskas komponentes. Kopumā tas stiepjas no daudz spožākā *C* gredzena iekšmalas (augšā pa kreisi) gandrīz līdz pašai planētai (apakšā pa labi) un, ieejot tās ēnā (gar labo malu) šķietami apraujas. (Gaisie punkti ir nevis atsevišķas gredzena daļiņas, bet gan niecīgas spožuma atšķirības, kuras daudzkārt pastiprinājušās attēla kontrastēšanas rezultātā.)



Kā zināms, šo triju galveno gredzenu apskate ar «Voyager-1» telekamerām, kuras visciešākās tuvošanās brīdī spēja izšķirt līdz 2 km lielas detaļas, parādīja, ka tie patiesībā sastāv no simtiem atsevišķu šauru gredzentiņu (sk. vāku 4. lpp.). Novērojot ar «Voyager-2» fotopolarimetru, kā gredzeni pavājinā kādas spožas zvaigznes (β Sco) gaismu, izšķirtspēju radiālā virzienā izdevās pacelt līdz nepilniem 100 m, un gredzentiņu skaits sasniedzis jau tūkstošus. Savukārt ļoti šaurajam *F* gredzenam «Voyager-1» pārraidītajos attēlos bija saskatāma pavisam divaina struktūra — trīs it kā savstarpēji savītas komponentes. Aplūkojot šo veidojumu nepilnu gadu vēlāk no «Voyager-2» (pat iegūstot stereoskopiskus uzņēmumu pārus), nekādas savīšanās pazīmes vairs nav konstatētas, lai gan daļiņums dažās nevienāda spožuma un platuma komponentēs («šķiedrās») saglabājies... Toties otrajā novērojumu seansā atklāts «ielocīts» gredzentiņš — šoreiz jau galveno gredzenu sistēmā (t. s. Enkes spraugā, kas sadala *A* gredzenu). Tādējādi Saturna gredzenu sistēmas struktūra izrādījusies tik neparasta un sarežģīta, ka izskaidrot to pašreizējo debess ķermeņu kustības teoriju ietvaros līdz šim nav izdevies.

Izmērot no «Voyager» gredzenu fotometriskos raksturlielumus daudz plašākā gaismas atstarošanas leņķu diapazonā, nekā to var izdarīt no Zemes, kļuvis iespējams droši novērtēt daļiņu izmērus. *D*, *E* un *F* gredzeni, kā arī radiālie stari («spieķi») *B* gredzenā (sk. 2. att.) izrādījušies veidoti galvenokārt no sīkiem putekliņiem ar vidējo caurmēru ap 1 μ m, bet pārējie — no dažāda lieluma daļiņu maisījuma. *C* gredzenā, spriežot pēc to izraisītām fluktuācijām «Voyager» raidītajos radiosignālos, sastopami daudzi vielas blūķi ar diametru ap 1 m. Savukārt jau pieminētā caurstarošana ar zvaigznes gaismu, pateicoties staru slīpumam pret gredzenu plakni, ļāvis novērtēt, ka šo veidojumu biežums ir ārkārtīgi mazs, piemēram, kādi 150 metri *A* gredzena ārējā daļā.

PAVADOŅI

Pēc abu «Voyager» pārraidītajiem attēliem gandrīz visiem Saturna mazajiem un vidējiem pavadoņiem, kas no Zemes novērojami praktiski kā punkti vai pat vispār nav saskatāmi, pirmoreiz droši noteikta forma, izmēri un līdz ar to — arī gaismas atstarotspēja jeb albedo.

Astoņi mazie pavadoņi, kuru atklāja 1980.—1981. gadā planētas tuvākajā apkārtnē no Zemes un no «Voyager-1», izrādījušies par neregulāras formas ķermeņiem ar caurmēru līdz 220 kilometriem. Augstais albedo un atrašanās vieta — starp ledus daļiņu veidotajiem gredzeniem un tāda paša sastāva vidējiem pavadoņiem (sk. tālāk) — liek domāt, ka arī šos objektus veido sasalis ūdens.³ Spriežot pēc neregulārās formas un nelielajiem izmēriem (maksimālais un minimālais diametrs attiecīgi ap 410 un 220 km), pie mazajiem pavadoņiem pieskaitāms arī no planētas daudz tālākais un jau sen zināmais Hiperions.

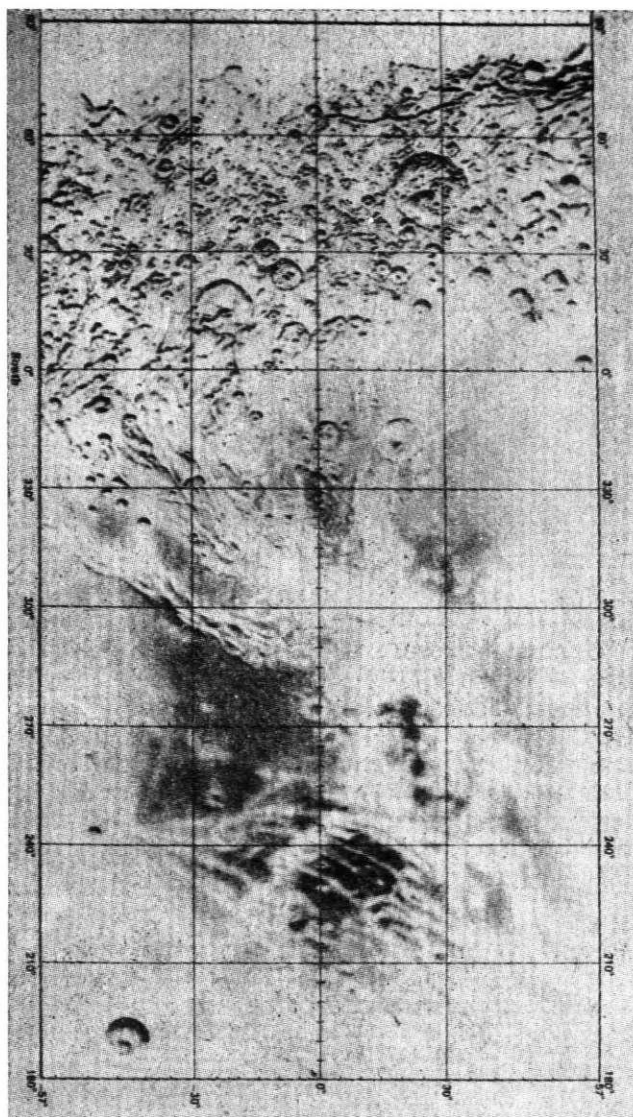
Saturna vidējiem pavadoņiem, kuru caurmērs ir 400 līdz 1500 km, pēc «Voyager» iegūtajiem attēliem ne vien precīzi noteikta forma un izmēri, bet arī iepazīts ar izšķirtspēju no 1,5 km (Rejai) līdz 20 km (Japetam) virsmas izskats (4. att.). Savukārt pēc ietekmes uz kosmisko aparātu kustību pirmoreiz kļuvis iespējams tiem droši aprēķināt masu un tātad arī vidējo blīvumu. Visiem sešiem — Mimasam, Enceladam, Tētijai, Dionei, Rejai un Japetam tas izrādījies 1,0 līdz 1,5 g/cm³ robežās, albedo — vidēji divas trešdaļas, bet forma — pareiza sfēra, neraugoties uz vājo smaguma spēku. Šie fakti apliecina, ka minētos pavadoņu pamatvilcienos veido neblīvs, gaišs un relatīvi neizturīgs materiāls, kura dabu norādīja jau spektroskopiski novērojumi no Zemes, — ūdens ledus. Šādu sastāvu apstiprina arī uz pavadoņiem sastopamo krāteru forma (ieliekts, nevis plakans dibens) un sevišķi — centrālo uzkalniņu izskats: to virsotnēs nereti atrodas apaļas iedobes, kādas raksturīgas tieši ledū izsistiem krāteriem.

Neraugoties uz tik primitīvu sastāvu un nelielajiem izmēriem, uz visiem vidējiem pavadoņiem (izņemot varbūt vienīgi Japetu) sastopamas pārsteidzoši spēcīgas dzīļu aktivitātes pēdas. Pirmkārt, šo ķermeņu virsmas vietām izvago gandrīz taisnas vai viegli likumotas plaisas, kuru garums sniedzas līdz vairākiem simtiem kilometru, tātad ir salīdzināms ar pašu pavadoņu caurmēru, bet platums ir mērāms kilometru desmitos. Otrkārt, dažiem pavadoņiem apmēram pusi no virsmas aizņem relatīvi tumši, ar krāteriem nabadzīgi līdzenumi — acimredzot ar piemaisījumiem bagāta ūdens izplūdumi no šo ķermeņu dzīlēm (protams, sen jau sasaluši). Treškārt, Dioni un Reju dažviet šķērso ļoti gaišas joslas — visdrīzāk sarma, kas radusies, ūdenim sprādzienveidīgi izšļācoties caur pavadoņa gorožas lūzumiem un tūlīt spēji sasilstot.

Lai gan visi seši Saturna vidējie pavadoņi pēc galvenajiem raksturlielumiem un izskata ir stipri līdzīgi, tiem atrastas arī vairākas negaidīti krāsas un tādēļ grūti izskaidrojamas atšķirības. Tētijai un Dionei, kuras

³ Sīkākas ziņas par jaunatklātajiem mazajiem Saturna pavadoņiem paredzēts sniegt nākamajā «Zvaigžņotās debess» numurā.

4. att. Saturna pavadoņa Diones karte, kas sastādīta pēc «Voyager-1» pārraidītajiem attēliem (pēc «Sky and Telescope»). «Voyager-2» novēroja šo pavadoņi no daudz lielāka attāluma un detalizētai kartēšanai noderīgus attēlus tādēļ neieguva.



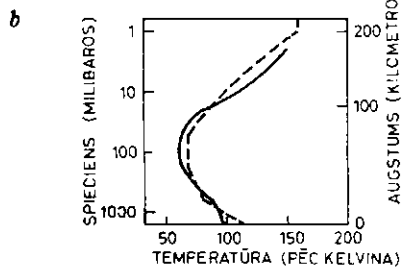
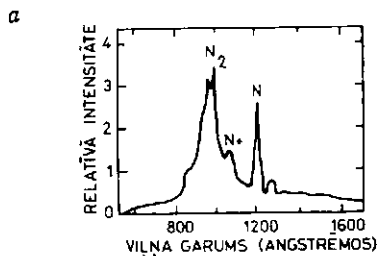
ir praktiski vienādas pēc lieluma un riņķo ap Saturnu pa blakus orbītām, vidējais blīvums atšķiras gandrīz pusotras reizes, liekot secināt, ka pirmā praktiski pilnībā sastāv no ledus, bet otrajai aptuveni pusi no masas veido blīvāko silikātiēžu kodols. Uz Rejas katru virsmas laukuma vienību izrobo vairāk krāteru nekā uz līdzšīnējā «rekordista» — Jupitera pavadoņa Kallisto, kamēr uz Encelada to ir samērā nedaudz (5. att.). Vēl



5. att. Saturna pavadonis Encelads tuvplānā: sfēriska ķermenis ar caurmēru 510 km, kura virsmu formējuši gan meteorītu triecieni, gan iekšēji tektoniski procesi («Voyager-2» uzņēmums no 112 tūkst. km attāluma).

vairāk, tieši šim pavadonim — vienam no mazākajiem savā grupā — ir tektonisku procesu visvairāk pārveidotā virsma, kas turklāt izceļas ar pašu augstāko albedo visā Saules sistēmā — 88 procenti! Turpretī pusi no Japeta klāj viela, kas atstaro līdz desmit reizēm mazāk gaismas nekā otras puslodes ledus (pēc novērojumiem no Zemes — piecas reizes).

Saturna vienīgajam lielajam pavadonim Titānam, kuru ieskauj ļoti bieža necaurredzama atmosfēra, patiesais diametrs izmērīts ar radiocaurstarošanas palīdzību. Tas iznācis par 600 km mazāks nekā no Zemes noteiktais (kurš faktiski attiecās uz blīvākās dūmakas slāņa virspusi), un tādēļ šī ķermeņa vidējais blīvums patiesībā ir krietni lielāks nekā pēc



6. att. Saturna lielākā pavadoņa Titāna atmosfēra «Voyager-1» skatījumā: a — ultravioletais spektrs ar spēcīgām slāpekļa (gan molekulāra, gan neitrāla un jonizēta atomāra) emisijas joslām; b — temperatūras un spiediena atkarība no augstuma pēc radiocaurstarošanas datiem (pārtrauktā līnija — pēc angļu zinātnieka D. Hantena teorētiskiem aprēķiniem, kas tika izdarīti vēl pirms «Voyager» lidojuma).

agrākā vērtējuma — $2,0 \text{ g/cm}^3$, t. i., praktiski tāds pats kā Ganimedam un Kallisto. Tāpat analogiskai vajadzētu būt arī Titāna iekšējai uzbūvei: silikātiestu kodols, šķidra ūdens mantija, ledus un akmeņu maisījuma garoza. Ar radiocaurstarošanu un ultravioleto spektroskopiju no «Voyager-1» noskaidroti arī Titāna atmosfēras raksturlielumi: sastāvs — slāpekļis ar nelieliem ogļūdeņražu piemaisījumiem, spiediens pie virsmas — $1,6 \text{ atm.}$, temperatūra — 92°K (6. att.).

PERSPEKTIVA

Saturna sistēmas tālākai izpētei ASV izstrādāts komplekss projekts, kurā paredzēts ievadīt orbitā ap planētu mākslīgo pavadoni un vienlaikus ieraidīt zondes gan Saturna, gan Titāna atmosfērās, taču vajadzīgie līdzekļi tam līdz šim brīdim nav atvēlēti. Ievērojot ilgo laiku, kāds nepieciešams tik sarežģītas misijas sagatavošanai un tālajam ceļam līdz Saturnam, šāda situācija nozīmē, ka attiecīgie kosmiskie aparāti varētu ierasties pie ceļamērķa ne agrāk par 90. gadu vidū.

E. Mūkins

JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ

★★ Saskaņā ar PSRS un Francijas sadarbības programmu 1981. gada 21. septembrī ar padomju nesējraķeti palaists pavadonis «Oreols-3» («Aureole-3»), kura zinātnisko aparāturu izstrādājuši abu valstu speciālisti. Tā paredzēta Zemes magnetosfērā un jonsfērā noritošo procesu izziņāšanai un polārblāzmu dabas izpētei PSRS un Francijas kopīgā projekta «Arcade-3» ietvaros. Iegūto informāciju uztver gan PSRS, gan Francijas kosmisko sakaru stacijas, un vienlaikus norit koordinēti ģeofizikāli pētījumi uz Zemes — Arktikā un Antarktīdā. Divi pirmie šīs sērijas ZMP tika palaisti 1971. un 1973. gadā.

★★ Lai ar kosmoplāna «Space Shuttle» palīdzību iespējami lēti izveidotu ilgdarbigu orbitālo staciju, amerikāņu speciālisti atgriezušies pie risinājuma, kas jau 60. gadu beigās bija likts «Skylab» sākotnējā projekta pamatā: par stacijas galveno bloku izmantot iztukšotu degvielas tvertni, lidojuma laikā to atbilstoši pārbūvējot un papildinot ar atsevišķi palaistiem palīgblokiem — astronomisko iekārtu komplektu u. tml. Toreiz, kad ASV ricībā bija nesējraķete «Saturn-V», galu galā izrādījās izdevīgāk visu 77 tonnas smago «Skylab» pacelt orbitā pilnīgi samontētu un lietošanai gatavu. Taču kopš tā laika šis milzu raķetes ražošana ir pārtraukta, un tādēļ orbitālo staciju «Super Skylab», par kuras pamatu kalpotu «Space Shuttle» ārējā degvielas tvertne, noteikti nāktos palaist pa daļām — ar to pašu kosmoplānu, kura celtségja patlaban nepārsniedz 30 tonnas. Līdztekus šim projektam ASV izstrādāti arī daži citi. Kuru no tiem NASA izraudzīsies īstenošanai, pašreiz vēl nav skaidrs.



konferences, sanāksmes

Par Visuma struktūru — Tallinā

Pagājušā gada aprīlī Tallinas liča krastā, burāšanas sporta centrā Piritā, ne mazāk interesanti kā nesenās sportiskās cīņas ritēja PSRS ZA Astronomijas padomes un Igaunijas PSR ZA Astrofizikas un atmosfēras fizikas institūta rīkotās Vissavienības apspriedes «Visuma struktūras veidošanās» saspriegtais darbs. Tieši saspriegtais, jo ļoti lielais apspriedes kritiskajai domai paredzētais un sagatavotais visjaunākās informācijas daudzums ne tikai prasīja pilnīgi noslogot katru apspriedei atvēlēto dienu un stundu (sēdes notika pārsvarā no 9.30 līdz 20.00 un pat ilgāk vakarā), bet arī radīja to īpatnējo, it kā elektrizēto atmosfēru, kāda vienmēr veidojas tur, kur saskarsmē ar visfundamentālākajām matērijas attīstības likumsakarībām un ar tādām mūžības elpas apdvēstām kategorijām kā «telpa», «laiks», «matērijas struktūra», «Visums», ar kurām operē kosmologi, dzimst jaunas, negaidītus un satraucošus izpratnes apvārsņus paverošas atziņas par to pasauli, kurā mēs dzīvojam un kuru izzināt, šķiet, ir cilvēces augstākā misija.

Apspriedē piedalījās turpat 100 dalībnieku (to vidū arī šī apraksta autori), tajā noklausījās vairāk nekā 50 referātu un ziņojumu. Bija pārstāvētas gandrīz visas vadošās PSRS astronomiskās iestādes, turklāt atšķirībā no iepriekšējam divām Tallinā¹

¹ Sk., piemēram, A. B a l k l a v a rakstu «Apspriede «Slēptā masa Visumā» — «Zvaigžņotā debess», 1975. gada rudens, 23.—27. lpp.

notikušajām kosmologu apspriedēm šajā reizē citu specialitāšu pārstāvju — fiziku, matemātiķu, bet it sevišķi elementārdaļiņu fizikas speciālistu — nebija mazāk kā astrofiziku un kosmologu. Tam par iemeslu ir pēdējos gados iezīmējusies un arvien skaidrākas aprises iegūstošā divu matērijas veidojumu, divu kosmosu — makro- un mikrokosmosa — pētniecības interešu saskaršanās tendence. Tiešām, no vienas puses, kosmologi, meklējot izskaidrojumus dažām Metalaktikas uzbūves īpatnībām, piemēram, matērijas vieliskās jeb, faktiski, barionu² formasniecīgajam īpatsvaram mūsu pasaules sistēmā, antimatērijas deficītam, arvien skaidrāk apzinās, ka to cēloņi ir meklējami tajās likumsakarībās, kas nosaka matērijas vissīkāko veidojumu — elementārdaļiņu — uzbūves, sadarbības un pārvērtību principus. No otras puses, elementārdaļiņu fizikas speciālisti Zemes laboratorijās realizējamo procesu ierobežoto enerģētisko parametru dēļ ir spiesti pievērsties kosmosam, relativistiskajiem kosmiskajiem objektiem, piemēram, pulsāriem, kvazāriem, un tajos notiekošajām parādībām, bet it sevišķi grandiozā Lielā Sprādziena sākuma mirkļu visfantastiskāko enerģiju «laboratorijai», lai rastu apstiprinājumu vai noliegumu savām atziņām un teorijām, kuru mērķis ir dot uz nedaudziem vienotiem principiem veidotu visas sadarbības un vispār visu aptverošu un nepretrunīgu mikropasaules uzbūves un pārvērtību ainu.

Apspriedes zinātniskā orgkomiteja astoņū

² Barioni ir smagās elementārdaļiņas — nukloni (protoni, neitroni) un hiperoni.

zinātņu doktoru sastāvā (viens no tiem PSRS ZA akadēmiķis, divi — PSRS ZA korespondētājlocekļi) faktiski garantēja un nosacīja PSRS ZA Astronomijas padomes darba grupas «Kosmoloģija» paplašinātās apspriedes līmeni. Paredzētā tematika aptvēra Visuma attīstības dažādās stadijas — no visagrīnākajām ($z \gg 10^3$)³ un tā saucamā jaunā Visuma ($10^3 \geq z \geq 10$), kuru tieša novērošana pagaidām nav iespējama⁴, līdz Visuma lielmēroga struktūras veidošanās stadijai ($z \leq 10$), kas jau ir pieejama tiešiem astronomiskiem un it sevišķi radioastronomiskiem novērojumiem.

Šī raksta ierobežotais apjoms neļauj dot kaut cik izvērstu Tallinas trešās kosmologu apspriedes atstāstu. Pat tikai nosaucot visas tās daudzas ārkārtīgi interesantās problēmas, kuras šīs apspriedes četrās dienās guva atspoguļojumu brīžiem diezgan karsto debašu un diskusiju laikā, vajadzētu pārāk daudz vietas. Tādēļ pavisam nedaudz pieskarsimies tikai dažiem referātiem un jautājumiem, kuri, šķiet, iezīmēja un izgaismoja visbūtiskākos akcentus mūsdienu kosmoloģijas visai sarežģītajā situācijā, protams, visā pilnībā apzinoties, ka šāda izvēle neizbēgami ir subjektīva, bet apskatāmo jautājumu izklāsts stipri vien konspektīvs un līdz ar to nepietiekami dziļš.

Apspriedi Igaunijas PSR ZA Prezidija vārdā atklāja un tās dalībniekus sveica Igaunijas PSR ZA Prezidents akadēmiķis K. Rebane, atzīmējot kosmoloģisko pētījumu milzīgo nozīmi mūsu zināšanu sistēmas veidošanā un izsakot gandarījumu, ka kosmo-

³ z — tā saucamā sarkanā nobīde tālo galaktiku spektros, kura izsakāma tā: $z = (\lambda - \lambda_0) / \lambda_0$, kur λ ir galaktikas spektrā novērotais elektromagnētiskā starojuma (spektrālīnijas) viļņa garums (uztvertais), λ_0 — galaktikas izstarotais viļņa garums.

⁴ Ir pat izskanējušas domas, ka tik senas Metagalaktikas pagātnes tieša novērošana arī nekad nebūs iespējama un līdz ar to nav nekāda pamata spriest un veidot spekulatīva rakstura teorijas, bet lielākā daļa kosmosa pētnieku uzskata, ka tik pesimistiskām domām vēl nav pietiekama pamata.

logu tikšanās Tallinā jau kļūst par tradicionāliem un ievērojamiem notikumiem mūsu zemes zinātnes dzīvē.

Ar iespaidīgu ievadreferātu uzstājās apspriedes zinātniskās orgkomitejas priekšsēdētājs akadēmiķis J. Zeļdovičs. Viņš⁵ runāja par astronomijas attīstības trim posmiem — trim revolūcijām, no kurām pirmā saistīta ar teleskopa izgudrošanu, planētu pētīšanu un debess mehānikas formulēšanu, otrā — ar kodolenerģijas avotu atklāšanu zvaigžņu dzīlēs, radioastronomiju, kvazāriem, pulsāriem, reliktu starojumu. J. Zeļdovičs uzsvēra to, par ko ir vienisprātis lielākā daļa astrofiziķu un kosmologu un kur acimredzot laiks neienesis nekādas korektīvas: tie ir priekšstati par Visumu, kas izplešas, un par šīs izplešanās sākumstāvokļa ārkārtīgi augsto temperatūru, t. i., karstā Visuma koncepcija. Ar to, pēc J. Zeļdoviča domām, noslēdzas otrā revolūcija astronomijā, kaut gan vēl paliek neatbildēti daži kvantitatīvi jautājumi, piemēram, cik liela ir Habla konstante H ? Agrāk domāja, ka $H > 500$, tagad — $H \approx 100$. (Par kosmoloģiju paši kosmologi ar smaidu mēdz teikt, ka tā ir zinātne, kas bieži kļūdās, bet nekad nešaubās. Tas, protams, ir parūgts, bet tomēr joks.) Kāds ir Visuma matērijas vidējais blīvums? Kāda ir Visuma struktūra utt.? Novērojumi uzrāda diferenci starp vielas un starojuma sadalījumu Visumā, proti, viela, it sevišķi mazos tilpumos, ir sadalīta ļoti nevienmērīgi, turpretī starojums ir sadalīts ļoti vienmērīgi: tā fluktuācijas ir mazākas par 10^{-4} . Tā ir liela pretruna.

Pēdējā laikā ir parādījusies jauna ideja, kas šo teorijai tik nepatīkamo pretrunu var atrisināt. Tā ir ideja par neitrīno miera masu⁵. Aprēķini rāda, ka neitrīno formā var būt koncentrēti ap 95% no visas Visuma masas. Iespējams, kā tēlaini atzīmēja J. Zeļdovičs, ka šis «glābējs» var būt nevis neitrīno, bet gan kāda cita daļiņa. Taču

⁵ Sk. A. Balklava rakstu «Neitrīno un Visums» — «Zvaigžņotā debess», 1981. gada rudens, 8.—23. lpp.

skaidrs, ka barionu ziedu laiki ir beigušies — tie vairs nav un nebūs Visuma galvenās daļiņas.

Pašreizējā karstā Visuma teorija ir fenomenoloģiska, resp., tā ir galvenokārt parādības aprakstoša teorija. Proti, ir zināmi vienādojumi, kas pareizi apraksta matērijas stāvokļus un tās evolūciju un, ja uzdoti sākumnosacījumi, spēj izskaidrot visu pasaules fizikālo ainu. Taču tas nav viss: tas ir tikai nepieciešami, bet nav pietiekami. Kāpēc šie sākumnosacījumi ir jāizvēlas jeb jāuzdod tieši tādi un ne citādi, uz šo jautājumu teorija atbildēt vēl neprot. Kāpēc Visums ir tāds, kāds tas ir? Kāpēc Visums izplešas tā, ka izplešanās kinētiskā enerģija ir tuva gravitācijas potenciālajai enerģijai, vai arī (kas būtībā ir tas pats, tikai nedaudz pārfrazēts jautājums), kāpēc mūsu pasaule ir gandrīz plakana? Kāpēc, kā rāda novērojumi, sākotnējās metrikas fluktuācijas ir bijušas mazas utt.? Un beigu beigās varbūt visneparastākais jautājums — kāpēc vispār Visums eksistē? Mēģinājumi atbildēt uz šiem jautājumiem, pēc J. Zeļdoviča domām, iezīmē trešās revolūcijas sākumu astronomijā.

Pašlaik viens no fundamentālākajiem un intriģējošākajiem jautājumiem ir barionu un leptonu⁶ attiecība, leptonu milzīgā pārsvara cēlonis, jo, kā rāda novērojumi, leptonu ir apmēram 10^9 reizes vairāk nekā barionu. Atbilde uz šo jautājumu, domājams, ir meklējama barionu (protonu) nestabilitātē. Acīmredzot ir jākonstatē, ka visa viela ir radioaktīva un arī protons var sabrukt, pilnīgi pārvēršoties enerģijā,⁷ ar pussabrukšanas periodu ap 10^{31} — 10^{32} gadu. Tālāk, kā norādīja J. Zeļdovičs, ir jāpieņem, ka nepastāv arī

⁶ Leptoni ir vieglās elementārdaļiņas ar spīnu $1/2$ — elektroni (pozitroni), neitriņo, antineitriņo, mioni; leptoni nepiedalās stiprās mijiedarbībās, tiem iespējama tikai vājā un elektromagnētiskā mijiedarbība.

⁷ Protona sabrukšana var notikt pēc shēmas $p \rightarrow e^+ + \pi^0$ vai $p \rightarrow e^+ + \pi^+ + \pi^-$.

↓
2γ

↓ ↓ ↓
μ⁺ + ν μ⁻ + ν

pilnīga simetrija starp daļiņām un antidaļiņām. Vismaz protonu un antiprotonu atšķirība ir nedaudz lielāka nekā tikai atšķirība elektriskajos lādiņos. Šī atšķirība noved pie novērojamās pasaules atšķirības, t. i., pie tā, ka pasaulē ir daudz vielas un maz antivielas. Pēdējā šīs mazās asimetrijas radīto specifisko īpašību dēļ matērijas izplešanās sākuma stāvokļa augstajās temperatūrās izdeg vairāk, izdeg pilnīgāk nekā viela.

J. Zeļdovičs atzīmēja, ka pašreiz sasniegts tāds zināšanu līmenis, ka var sākt mēģināt izskaidrot arī citus ārkārtīgi fundamentālos un neskaidros jautājumus, kas saistīti ar sākumnosacījumiem, ar to noteikšanu no teorētiskiem apsvērumiem. Te, pēc viņa domām, vislielākā loma var būt vakuuma kvantu teorijas izveidošanai. Pētījumi rāda: kamēr ar vakuumu saistītais telpa laiks ir plakans, tā enerģija ir ļoti maza vai pat vienāda ar nulli. Ja turpretim tas ir liekts, tā enerģija var nebūt vienāda ar nulli. Uz šī pamata var būvēt kosmoloģiskus modeļus bez singularitātēm, kā to, piemēram, ir izdarījis pazīstamais padomju zinātnieks A. Starobinskis.

Nobeigumā referents uzsvēra, ka sākas jauns etaps Visuma izprašanā un, kamēr nav eksperimentāli atklāta protona nestabilitāte, Visuma barionu asimetrija ir netiešs apstiprinājums šim faktam, no kura izriet vairāki fundamentāla un tālejoša rakstura secinājumi.

Pēc J. Zeļdoviča ar referātu «Elementārdaļiņu fizikas mūsdienu stāvoklis» uzstājās pazīstamais elementārdaļiņu fizikas speciālists PSRS ZA korespondētājoceklis L. Okuņs. Viņš raksturoja sasniegumus mikropasaules izziņāšanā un elementārdaļiņu fizikas attīstības tendenču saistību ar makropasaules, Visuma pētniecības problēmām un vajadzībām. Pēdējos gados arvien vairāk kļūst skaidrs: uzskats, ka astronomijas nozīme jaunu fizikas likumu atklāšanā (kopš Ņūtona laikiem) mazinās, ir ārkārtīgi maldīgs. Jaunākie pētījumi liecina, ka astrofizikālo un kosmoloģisko novērojumu datu loma fundamentālajā fizikā arvien pieaug,

it sevišķi attiecībā uz tā vai cita elementārdaļiņas uzbūves modeļa dzīvotspējas noteikšanu (t. i., ar šo datu palīdzību ir iespējams modeli vai teoriju pieņemt vai noraidīt). Un, no otras puses, fiziķi arvien vairāk pretendē uz to, ka, balstoties uz zināšanām par elementārdaļiņu īpašībām, būs iespējams izskaitļot tādas Visuma īpašības, kas līdz šim tradicionāli tika uzskatītas par iepriekš, tātad nenokurienes, dotiem un «svētiem» sākumnosacījumiem.

70. gados elementārdaļiņu fizikā ir sākās milzīgas pārmaiņas. Kaut arī tās nav bijušas revolucionāras, bet gan evolucionāras, mūsu uzskati par mikropasauli, tās objektiem un mijiedarbības procesiem ir radikāli mainījušies. Priekšplānā izvirzās ideja, ka visi Visuma spēki ir vienoti, t. i., ja vēl 60. gados eksistēja uzskats, ka pastāv četras neatkarīgas fundamentālas sadarbības (jeb spēki) — stiprā, elektromagnētiskā, vājā un gravitācijas, tad tagad meklē un joprojām arī atrod daudzus šīs sadarbības vienojošus aspektus. Perspektīvā arvien skaidrāk iezīmējas visas sadarbības apvienojošas teorijas meli, tā vienotā lauku jeb vienotā kvantu lauku teorija, par kuru savā laikā jau sapņoja un kuru, diemžēl nesekmīgi, centās izveidot kvantu mehānikas pamatlicēji A. Einšteins un V. Heizenbergs.

Pašlaik jau ir radīti lieli šīs apvienojošās teorijas fragmenti, t. i., ir izveidotas atsevišķas elektromagnētiskās, vājās, stiprās⁹ un gravitācijas sadarbības teorijas, ir izdevies apvienot, resp., uz vienotiem principiem aprakstīt vājo un elektromagnētisko sadarbību, gūti ļoti lieli panākumi stiprās un elektrovājās sadarbības apvienošanā. Tiek meklēti ceļi, kā

⁹ Kā elektromagnētisko, tā vājo un stipro sadarbību teritorijas ir izveidotas, balstoties uz kvantu mehānikas principiem. Tās ir kvantu lauku teorijas. Turklāt attiecībā uz stipro sadarbību teoriju jāteic, ka ir izveidoti šo sadarbību aprakstošie vienādojumi, taču tie ir tik sarežģīti, ka to precīzi atrisinājumi vēl nav atrasti. Tomēr, neraugoties uz to, ir daudz eksperimentāla rakstura pierādījumu, ka šī teorija ir pareiza.

kvantēt gravitācijas lauku un līdz ar to arī izstrādāt tā saukto superapvienojošo teoriju, kas vienotā veidā aprakstītu visas četras pašlaik zināmās fundamentālās sadarbības un dotu iespēju atveidot cēloņsakarību izpratnē pilnīgu mums apkārtesošās pasaules ainu, t. i., atbildēt uz visiem vai gandrīz visiem iespējamajiem *kāpēc* par šīs pasaules fizikālajām īpašībām.

Ar ko saistītas šādas cerības jeb uz ko balstās šādas globālas «pretenzijas»? Uz to, ka, pateicoties zināmai vakuuma īpašībai, t. s. vakuuma polarizācijai, dažādas mijiedarbības raksturojošie parametri jeb «lādiņi» ir atkarīgi no attāluma. Tā, piemēram, daļiņas efektīvais elektriskais lādiņš līdz ar iedziļināšanos tajā pieaug, bet stiprās un vājās sadarbības lādiņi — samazinās. Ir arī zināmi norādījumi, ka pie lielām enerģijām gravitācijas sadarbība kļūst «stipra», resp., enerģijai jeb, kas ir tas pats, vides temperatūrai pieaugot, atšķirības starp dažādajām sadarbībām sāk samazināties un pie kaut kādas, protams, ļoti lielas temperatūras (ap $kT \approx 10^{19} \text{ GeV}$, kur k ir Bolcmaņa konstante) izzūd pavisam. Tādēļ arī dažādo līdz šim izstrādāto visas sadarbības apvienojošas teorijas variantu pārbaudēi jeb atsijāšanai nav redzama neviena cita iespēja kā karstais Visums ar tā milzīgajām sākuma temperatūrām un līdz ar to arī enerģijām.

Sajā sakarībā ļoti svarīgi ir novērot protona sabrukšanu. Pēc L. Okuņa domām, šīs sabrukšanas konstatēšana būtu patiešām gadsimta sasniegums, jo parādītu, cik pareizi, cik likumīgi ir mūsu pašreizējais priekšstatus par elementārdaļiņām un to sadarbībām ekstrapolēt uz šo nesasniedzami augsto enerģiju apgabalu, un daudzus gadus uz priekšu nosacītu augsto enerģijas fizikas atbilstību.

Ļoti lielu interesi, jautājumus un diskusijas izraisa jau pieminētā A. Starobinska uzstāšanās par viņa konstruēto kosmoloģisko modeli. Šis modelis, kas izveidots, apvienojot kvantu lauku teorijas pamatpriekšstatus un postulātus ar holandiešu kosmo-

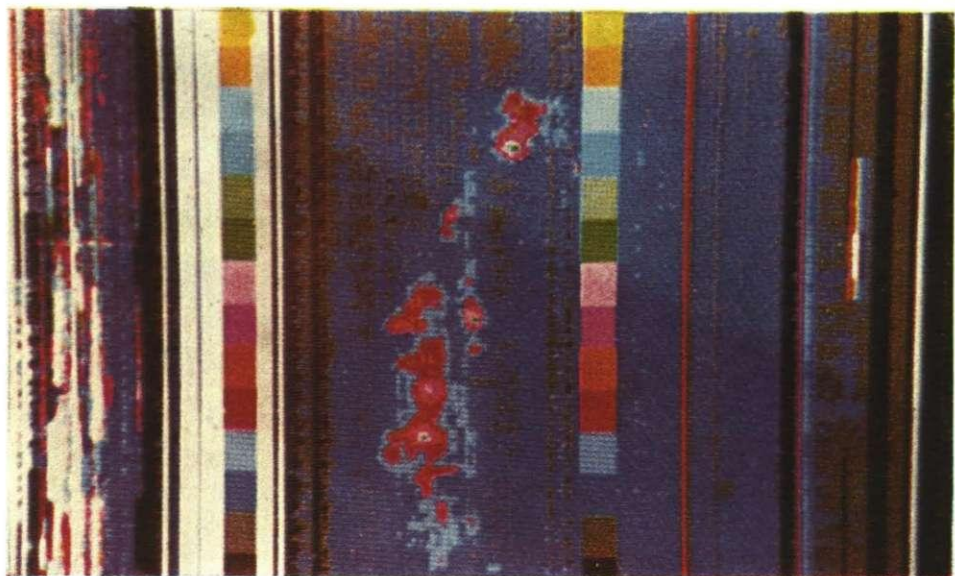
loga de Sitera jau 1917. gadā atrasto Einšteina vispārīgās relativitātes teorijas vienādojumu risinājumu ar radiāciju pildītai telpai, ļāvis izstrādāt jaunu pieeju kosmoloģijas problēmām un aprakstīt pasauli, kas attīstās laikā no bezgala tālas pagātnes līdz bezgala tālai nākotnei un, ejot cauri liela matērijas blīvuma periodam, nekad nekļūst singulāra, t. i., blīvums nekļūst bezgala liels. Šī modeļa pievilcība tāpat ir tā, ka, pirmkārt, tas apraksta matērijas attīstību visiem laika momentiem, arī $t < 0$, līdz ar to šim modelim neeksistē klasiskajiem vispārīgās relativitātes teorijas vienādojumu risinājumiem raksturīgais un tik ārkārtīgi neērtais laika moments $t = 0$ kā ar zināmu misticismu saistītais pasaules rašanās (jeb pat radīšanas) brīdis, Visuma dzimšanas moments, laika sākšanās u. tml. ar nenovēršami ķecerīgo jautājumu: «Bet kas bija pirms tam, t. i., pirms $t = 0$?». A. Starobinska modelī matērija eksistē mūžīgi, nepārtraukti mainoties un attīstoties, un tās īpašības ir zināmas visiem laika momentiem. Laika moments $t = 0$ šajā modelī ir tikai nosacīts, jo ir pilnīgi vienalga, kurā vietā uz bezgalīgās laika ass mēs izvēlamies nullpunktu atskaites sistēmas izveidošanai. Otrkārt, A. Starobinska modelim nepastāv ne mazāk nepatīkamā singularitāte jeb bezgala lielo tādu fizikālo parametru kā blīvuma, gravitācijas lauka intensitātes u. c. vērtību problēma, kura, kā parādīja angļu skolas pārstāvju S. Hokinga, R. Penrouza u. c. spīdošie darbi, ir neizbēgama klasiskajiem vispārīgās relativitātes teorijas vienādojumu risinājumiem un kura faktiski kā robežstabs nosaka šīs teorijas pielietojamības robežas (t. i., to, ka Einšteina teorija nav pielietojama Visuma izplešanās paša sākuma karstā sprādziena aprakstam), novedot līdz absurdam visu teoriju. Treškārt, laika momentam $t > 0$ ($t = 0$, tāpat, apzīmē matērijas vislielākā (bet ne bezgalīgā!) blīvuma momentu) A. Starobinska modelis sakrīt ar jau pazīstamajiem un izpētītajiem A. Frīdmana risinājumiem, kas, kā zināms, labi apraksta pašreiz novērojamo Visuma izplešanās ainu.

Akadēmiķis J. Zeļdovičs A. Starobinska modeli novērtēja kā ļoti daudzsoļu milzu soli uz priekšu pasaules izpētē. Un, lai arī tas varbūt nav adekvātākais šīs pasaules attīstības atainojums un lai arī iespējams, ka vēlāk tiks konstruēti vēl citi, labāki šādu modeļu varianti, svarīgi ir tas, ka karstā Visuma teorija šajā modelī vairs nav saistīta ar it kā patvaļīgu, caur singularitāti ejošu radīšanas aktu un līdz ar to ir sagrauts viens no būtiskākajiem argumentiem, kas arvien ir izvirzīts pret Visuma izplešanās teoriju.

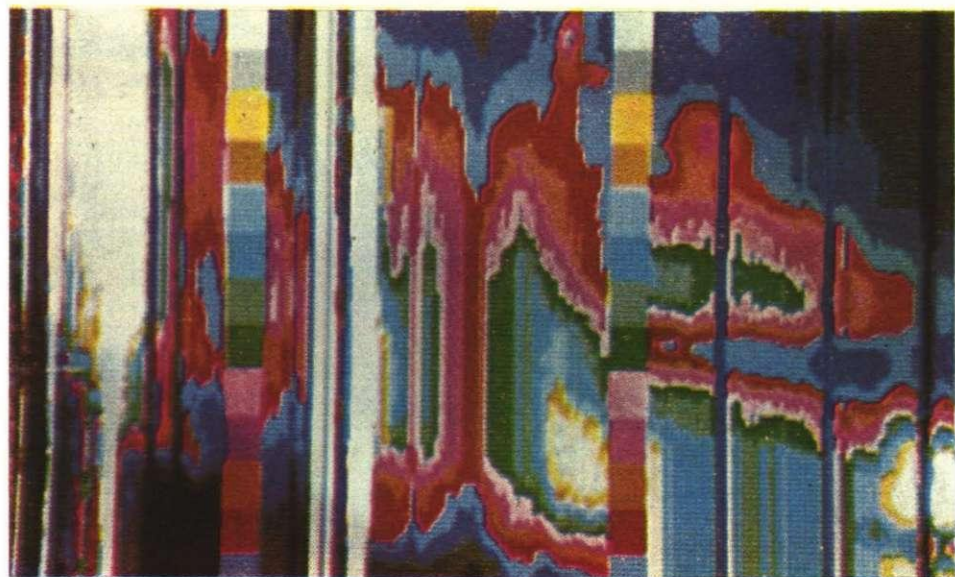
No daudzjiem citiem ļoti interesantiem un visnotaļ ievēribas cienīgajiem referātiem un ziņojumiem kaut nedaudz gribētos atzīmēt trīs ziņojumus.

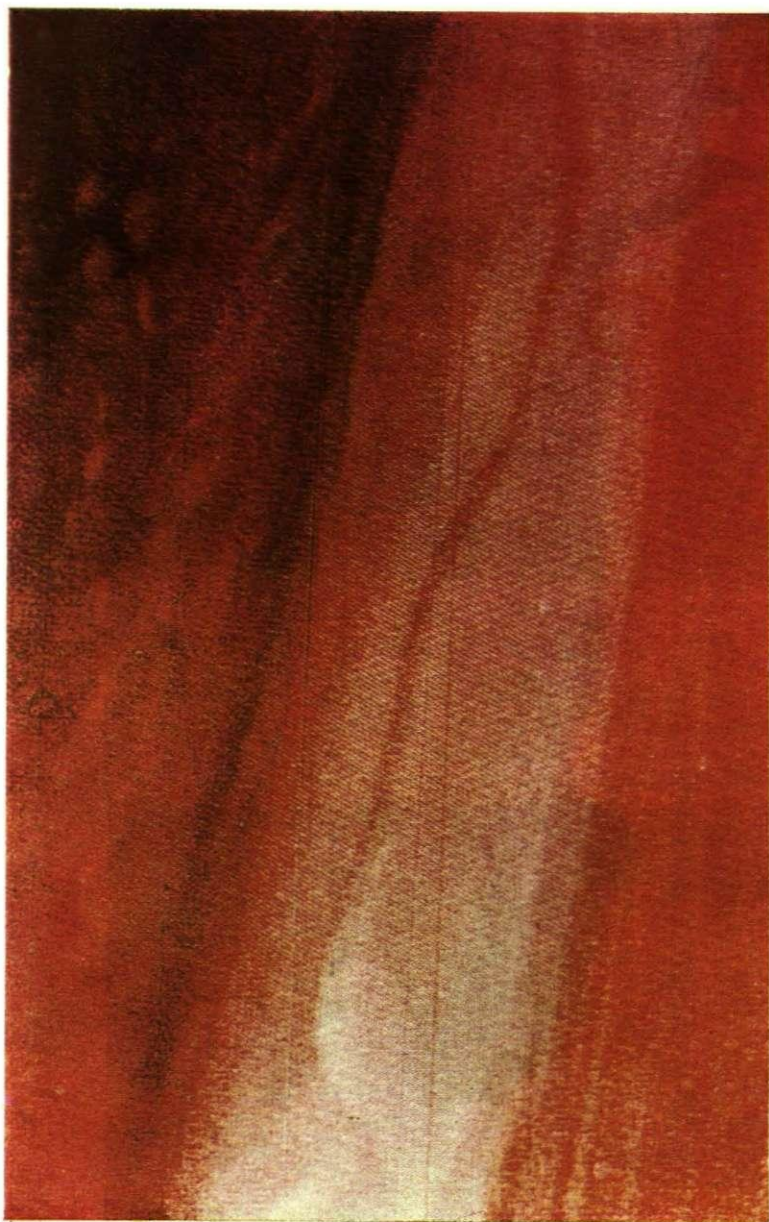
PSRS ZA korespondētājloceklis J. Parijskis pastāstīja par PSRS ZA Speciālās astrofizikas observatorijas līdzstrādnieku grupas veiktajiem ļoti apjomīgajiem reliktā starojuma fona fluktuāciju mērījumiem ar rekordaugstu jutību un izšķirtspēju, ko ļauj sasniegt pasaules lielākais radioteleskops RATAN-600. Šie mērījumi ir nozīmīgi, jo to rezultāti paver iespēju izdarīt izvēli starp kosmoloģiskajiem modeļiem, tādēļ ka dažādiem modeļiem ir raksturīga dažāda reliktā starojuma fona fluktuāciju atkarība no frekvences. Mērījumi izdarīti sešos viļņu garumos: 1,38; 2,08; 3,9; 7,6; 8,3 un 31 cm. Ar hēliju atdzesētā radiometra jutība sasniedza divus miligrādus. 2800 novērojumu stundās iegūti ap divi miljardi bitu informācijas. Diemžēl, kā rāda šīs informācijas iepriekšējā apstrāde, ar precizitāti līdz $2 \cdot 10^{-5}$ teorijas paredzētās un ilgi gaidītās fluktuācijas tomēr nav atklātas. Akadēmiķis J. Zeļdovičs šo rezultātu vērtēja kā visai satraucošu un nepatīkamu, taču izteica cerības, ka, vēl tālāk palielinot radioteleskopu jutību un izšķirtspēju, šīs fluktuācijas tiks atrastas. Tas ir ļoti svarīgi, jo pretējā gadījumā kosmoloģiskajām teorijām būs jāpārvar lielas papildu grūtības.

Pēc J. Parijska domām, visā drīzumā fluktuāciju mērījumu precizitāte sasniegs 10^{-6} . Interessants ir fakts, ka pēdējos 25 ga-



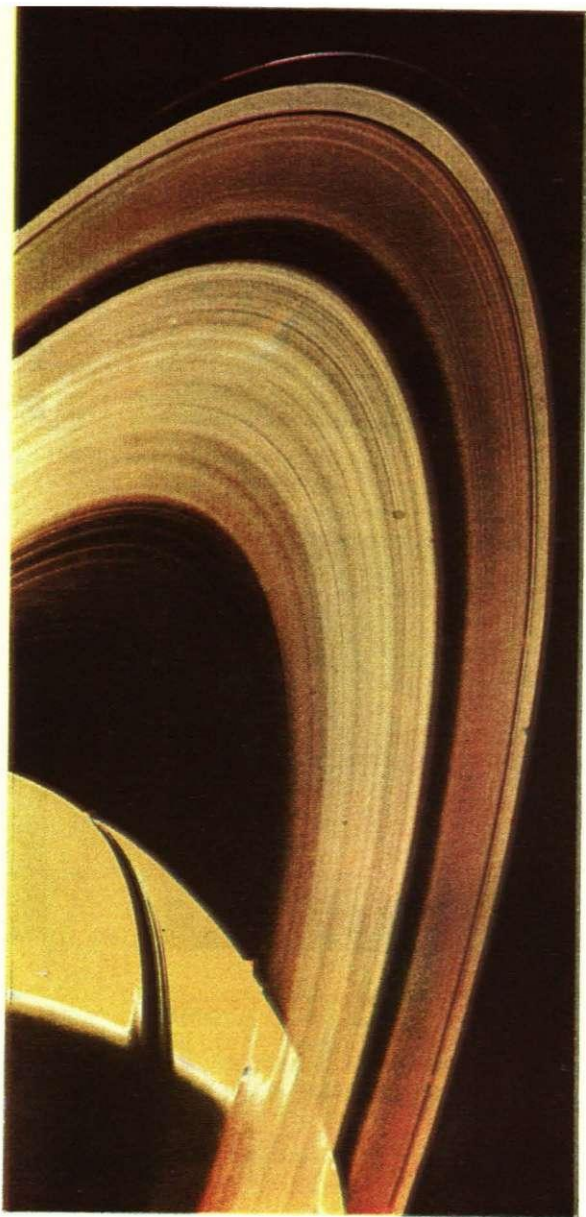
Saules radiouzliesmojumu atainojums Kalguras observatorijas (Austrālijā) krāsainajā displejā. Augšā — I tipa uzliesmojumu grupa, apakšā — III tipa uzliesmojumu grupa.

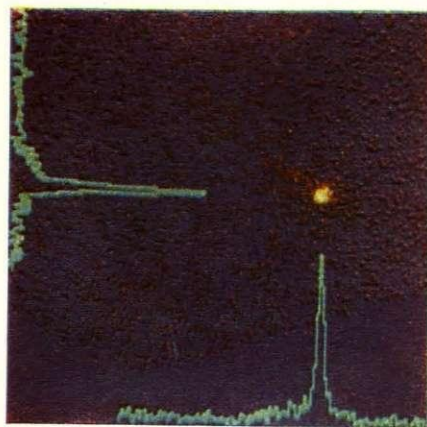
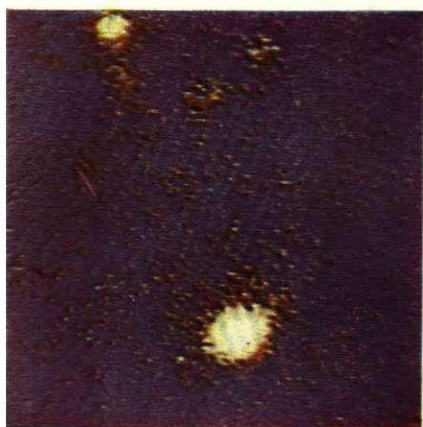
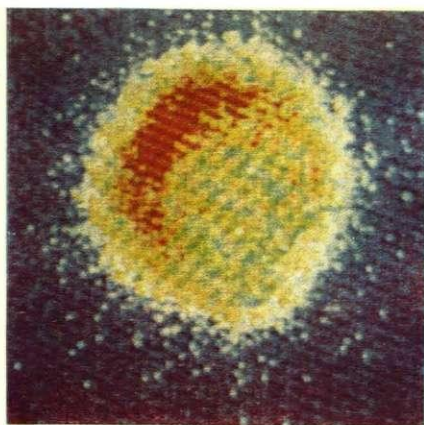




Saturna mākoņu sega starp 45. un 75 ziemeļu platuma grādu tuvplānā (kontrastainākās un sarkanīgākās krāsās nekā dabā). Gaišākās un tumšākās joslas ir aptuveni paralēlas planētas ekvatoram.

Saturns un tā gredzeni no pusotra miljona kilometru attāluma (aptuveni dabiskās krāsās): Saules apspīdēto (un šajā attēlā pārgaismoto) planētas sirpi daļēji aizsedz visblīvākais *B* gredzens un šķērso ēnas, ko met visi trīs galvenie gredzeni — tikko saskatāmais *C*, visspožākais *B*, vidēji blīvais *A*. Vēl nedaudz tālāk no Saturna redzams ārkārtīgi šaurais *F* gredzens, kuru saskatīt no Zemes praktiski nav iespējams. Abi attēli iegūti 1980. gada novembrī ar amerikāņu kosmisko aparātu «Voyager-1» un apstrādāti Kalifornijas tehnoloģiskā institūta Reaktīvās kustības laboratorijā (JPL). (Skat. E. Mūkina rakstus «Voyager-1» pie Saturna» «Zvaigžņotās debess» 1981. gada vasaras numurā un «Voyager-2» pie Saturna» šajā numurā.)





Debess spidekļi rentgenstaros: attēli (pēc «Sky and Telescope»), kas iegūti ar pavadņa HEAO-2 «Einstein» spoguļteleskopu (krāsas ataino dažādu starojuma intensitāti). (Skat. E. Mūkina rakstu «Divu kosmisko teleskopu veikums»)

Augšā — divu nesen uzliesmojušu (1054. un 1572. g.) pārnovu atliekas: Krabja miglājs (*pa kreisi*) ar rentgenpulsaru centrā un «Tiho Brahes zvaigznes» pārpalikums bez tā.

Apakšā pa labi — radiogalaktika *Centaurus A*: attēls ar dažu loka sekunžu izšķirtspēju un starojuma intensitātes sadalījums gar abām koordinātu asīm.

Apakšā pa kreisi — rentgenavoti Gulbja zvaigznājā: *Cyg X-3* — ciešā dubultsistēma ar vienas pārteci uz neitronu zvaigzni (*apakšā*) un četras parastas *O* spektra klases zvaigznes.

dos radioteleskopu jutība ir pieaugusi 200 000 reizi!

A. Lindes un D. Kiržņica ziņojums «Fāžu pārejas agrajā Visumā» bija vēltīts mēģinājumiem aprakstīt pirmatnējo plazmu periodā, kad tās temperatūra stipri pārsniedza vērtības, kas raksturīgas pazīstamo daļiņu miera masām⁹, un blīvums sasniedza 10^{90} g/cm³. Šādā superblīvā plazmā, kura sākumā, kad telpas izmēri bija mazāki par 10^{-14} cm, iespējams, sastāvēja pat no brīviem kvarkiem un kurā visas sadarbes bija zaudējušas savu individualitāti (bija apvienotas), izplešanās gaitā sprādzienveidīgi jeb lēcienveidīgi iestājās fāžu pārejām raksturīgas izmaiņas (līdzīgi kā, piemēram, šķidrumam atdziestot, pie zināmām temperatūrām notiek tā stāvokļa maiņa — kristalizācija), tiek pārkāptas simetrijas un notiek sadarbju izdalīšanās: stiprā sadarbe atdalās no elektrovājiņas, pie vēl zemākas temperatūras — vāji no elektromagnētiskās. Pēc atdalīšanās un ieslēgšanās šīs sadarbes, iesaistot daļiņas attiecīgās reakcijās, pakāpeniski veido to pasauli, ko mēs tagad pazīstam un pētām. Kā interesantu no protona sabrukšanas hipotēzes izrietošu secinājumu A. Linde minēja to, ka apmēram pēc 10^{37} gadu lielākā daļa protonu Visumā būs sabukuši un līdz ar to būs palicis maz materiāla cilvēkam.

Astrofizikā un Visuma lielmēroga struktūras pētnieks fizikas un matemātikas zinātņu doktors J. Einasto apspriedes dalībniekus iepazīstināja ar galaktiku pētišanas rezultātiem, kurus pēdējā laikā ieguvuši apspriedes saimnieki — igauņu astrofizikā. Kopējais viņu izpētītais galaktiku skaits sasniedz 400. Izdarot šķēlumus pa galaktiku radiālajiem ātrumiem, t. i., analizējot to redzamo sadalījumu pēc galaktiku radiālo ātrumu mērījumiem, viņi guvuši iespēju noteikt šo galaktiku patieso telpisko sadalījumu. Visos virzienos ir redzama šūnveida

⁹ Temperatūru T un daļiņas miera masu m_0 , kā zināms, var saistīt kopā ar sakarību $kT \sim mc^2$, kur abas puses izsaka enerģiju, k ir Bolcmaņa konstante, bet c — gaismas ātrums vakuumā.

struktūra, t. i., nevienmērīga jeb pastiprināta galaktiku koncentrēšanās zināmās konfigurācijās, kas ierobežo praktiski tukšus telpas apgabalus. Taču galvenais struktūrelements, ko veido galaktikas, ir ķēdites un gredzeni, nevis diski jeb plāceņi, kā tas izriet no galaktiku veidošanās adiabatiskās teorijas.

Akadēmiķis J. Zeļdovičs ļoti augstu novērtēja igauņu astronomu sniegumu, atzīmēdams, ka šis darbs ir ar pasaules mēroga prioritāti un nozīmību un šī pētījuma rezultāti ir tas pamats, uz kā jābalstās un kas jāņem vērā, izstrādājot galaktiku kopu un superkopu veidošanās teorijas, kurām ir jāprot izskaidrot šādu struktūru īpatnības un to rašanās cēloņus.

Trešā kosmologu apspriede Tallinā atstāja uz tās dalībniekiem neizdzēšamu iespaidu. Gandrīz vai katrs referāts un ziņojums radīja tādu sajūtu, it kā mēs tīri fiziski būtu klāt un pat piedalītos taja sprāgajā darbā, ko fiziķi un astrofiziķi savās laboratorijās un observatorijās veic, uzbrūkot nezināmajam, t. i., izzinot pasauli un savu vietu tajā. Un, šķiroties no viesmīlīgās Tallinas, īpaši nozīmīgu skanējumu ieguva kāda šīs apspriedes laikā izteikta teze, ka Daba savā būtībā ir vienkārša, jo tā veidojusies, balstoties uz nedaudz principiem. Un šo nedaudzo vienkāršo principu meklēšana nebūt nav fundamentālo zinātņu pats vieglākais uzdevums.

A. Balklavs, I. Pundure

Kolokvijs zem 6 m teleskopa

Visuma izzināšanas pamatu pamats ir astronomiskie novērojumi. Lai paplašinātos iegūstamās informācijas apjoms, tiek būvēti arvien lielāki teleskopi, konstruētas arvien «gudrākas» ierīces iegūto debess fotogrāfiju apstrādei. Kārtējā apspriede par šiem jautājumiem notika pagājušā gada 8.—10. septembrī Speciālajā astrofizikas observatorijā (SAO) Zeļeņčukā (Ziemeļkaukāzā),

kur atrodas pasaules lielākais, sešmetrīgais teleskops. Tas bija Starptautiskās astronomu savienības 9. komisijas kolokvijs «Lielo teleskopu aparatūra», kurā piedalījās pāri par simt dalībnieku gan no PSRS, gan no ārvalstīm (Francijas, ASV, Anglijas, Kanādas, VDR, Bulgārijas u. c.). Darbs noritēja tieši 6 m teleskopa zālē (sk. attēlu vāku 3. lpp.).

Kolokvijā, ko atklāja 9. komisijas priekšsēdētājs E. H. Ričardsons (Dominijas observatorija, Kanāda), apsprieda svarīgus lielo teleskopu konstruēšanas un izmantošanas jautājumus: atmosfēras un temperatūras faktoru ietekmi uz novērojumu kvalitāti, teleskopu informatīvo efektivitāti, lielu teleskopu, spoguļu un arī — daudzspoguļu teleskopu izgatavošanu.

Daudzspoguļu teleskopu ideju astronomi ir aizņēmušies no kukaiņu valsts — uz šādu domu speciālistus uzvedināja kukaiņu saliktās acis. Šāds paņēmieni ļauj pārvarēt daudzus tehnoloģiskos ierobežojumus, kas saistīti ar lielu vienlaidu stikla disku izgatavošanu, slīpēšanu un ekspluatāciju, samazināt teleskopu izmaksas, principiāli uzlabot to izšķirtspēju. ASV darbojas teleskops, kas sastāv no sešiem 1,8 m diametra spoguļiem, Tie izvietoti pa aploci ar 0,76 m gidu centrā. Šāda sistēma līdzvērtīga teleskopam ar spoģļa diametru 4,8 m. Stjūardas observatori-

jas pārstāvis R. Indžels referēja par daudzšūnu borsilikātu spoguļiem, kuriem ir ļoti mazs izplešanās koeficients. Šādi spoguļi ir ļoti precīzi, no tiem var samērā ātri izgatavot teleskopus ar diametru līdz 1 m. Pēdējos savukārt apvieno par daudzspoguļu teleskopiem ar efektīvo diametru 7—8 un vairāk metru. Daudzspoguļu teleskopiskās sistēmas paver pilnīgi jaunas iespējas ciešo dubultzvaigžņu, planetāro miglāju un galaktiku novērošanā.

Liela uzmanība kolokvijā bija veltīta arī detektējošajai aparatūrai: elektronogrāfijai, elektronoptiskajiem pārveidotājiem, pusvadītāju matricu iekārtām, tuvā infrasarkanā starojuma pārveidotājiem. Pašreiz eksperimentālā astronomija ir sakrājusi daudz novērojumu datu redzamajā, infrasarkanajā un radioviļņu diapazonā, bet ārkārtīgi maz milimetru un submilimetru diapazonā. Bet tieši šim diapazonam var būt izšķiroša nozīme daudzās Visuma izpētes jautājumos.

Kolokvija dalībniekiem demonstrēja arī filmu par SAO 6 m teleskopa konstruēšanu un būvi, bet instrumenta galvenais konstruktors B. Jonisiani un SAO optiski mehāniskās daļas vadītājs V. Rilovs iepazīstināja klātesošos ar teleskopu un tā optisko un elektronisko aparatūru.

J. Kižla

★★ Šī numura vāku 2. lpp. redzams Jaunavas zvaigznāja asociācijas fragments. Lauka aptuvenas koordinātas: $\delta = +8^{\circ}5'$; $\alpha = 12^{\text{h}}30^{\text{m}}$. Apgabals atrodas starp spožām zvaigznēm: Leo β , Virgo β , η , γ , δ un ϵ . Redzamas trīs spožas galaktikas: NGC 4472 (M49) — eliptiskā galaktika pa labi, NGC 4526 — galaktika apakšā pa kreisi starp divām aptuveni vienāda spožuma zvaigznēm, NGC 4535 spirāliskā galaktika augšā pa kreisi.

Fotogrāfija iegūta ar Riekstukalna Šmita teleskopu dzeltenajos staros uz augstjutīgas «Kodak» firmas astronomiskās emulsijas 103 aD. Ekspozīcija 40 min. Uzņēmums izdarīts labos atmosfēras caurspīdības apstākļos bezmēness naktī 1980. gada 17./18. aprīlī.



VAI FIZIKA IR CILVĒCIĢA?¹

Jā, fizika ir cilvēciģa, lai gan dažiem tā šķiet pārāk sagudrota, matemātiska, abstrakta un neskaidra; lai pārvarētu šos negatīvos iespaidus, fizikas pasniedzēja uzdevums ir uzsvērt tās cilvēciģisko pusi.

Daudzi cilvēki apgalvo, ka fizika nav «cilvēciģa»; šo cilvēku priekšstatos fizikālo pētījumu metodēm un iegūtajiem rezultātiem nav nekā kopīga ar tām vērtībām, emocijām un jūtām, ko mēs parasti saistām ar vārdu «cilvēciģis». Fiziku, viņi sludina, maz interesē cilvēku savstarpējās attiecības un tā pieredze, kurai ir nozīme mūsu jūtu un emociju pasaulē, ģimenes attiecībās, sabiedriskajā dzīvē vai jebkurā citā cilvēku saskarsmes sfērā.

Ir tomēr viena nepievilciģa puse, kas it kā liecina par fizikas «necilvēciģumu» un ko es vēlētos izslēgt no turpmākās diskusijas, proti, šajā rakstā es neapspriedīšu tās necilvēciģības, ko izraisa fizikas pielietošana

¹ Raksta autors Viktors F. Veiskopfs (dz. 1908. g. Viņē) ir Masačūsetsas Tehnoloģiskā institūta profesors un ASV Nacionālās akadēmijas loceklis. No 1961. līdz 1965. gadam vadījis pazīstamo Eiropas kodolpētniecības centru (CERN) Ženēvā. V. F. Veiskopfs devis lielu ieguldījumu mūsdienu kodolfizikas attīstībā, izdarījis svarīgus pētījumus kvantu elektrodinamikā, vakuuma polarizācijas teorijā u. c. ar elektromagnētiskā lauka kvantu dabu saistītās problēmās. (Seit un turpmāk tulkotāja piezīmes.)

tehnikā; tāpat nediskutēšu par fizikas atklājumu izmantošanu jaunu iznīcības ieroču projektēšanā, kā arī uz modernās zinātnes sasniegumiem bāzētās tehnoloģijas kaitīgo ietekmi uz dabu un sociālo vidi, kurā mēs dzīvojam.

Apsūdzības pret fiziku

Kādēļ fiziku kā zinātni tik daudzi cilvēki, ieskaitot pat dažus mūsu studentus, uzskata par necilvēciģu? Iemeslus iedalīšu četrās grupās, kuras aptuveni var raksturot ar šādiem formulējumiem:

- 1) fizika stāv tālu no cilvēku tiešās pieredzes,
- 2) fizika ir kvantitatīva un pamatojas uz matemātiku,
- 3) fizikas pamatjēdzieni ir pārāk abstrakti,
- 4) liela modernās fizikas daļa pēta matēriju tādos apstākļos, kas ļoti atšķiras no cilvēkiem raksturīgās vides.

Sāksim ar pirmo punktu, kas izsaka sajūtu, ka pieeja parādību pētīšanai fizikā neatbilst mūsu tiešajai pieredzei. Tas, ko fiziķis uzskata par būtisku dabas parādībā, ir pavisam atšķirīgs no laja iespējamā uzskata. Fiziķis notikumu plūsmā cenšas izdalīt noteiktus procesus, jo viņš ir pārliecināts, ka tie satur to būtisko informāciju, kuru viņš meklē. Lajam šie procesi nešķiet «dabiski». Es esmu bieži novērojis, cik pārsteigts ir lajs, ienākot fizikas laboratorijā, kurā viņš ierauga parastos komplicēto vadu, elektronikas un citu instrumentu daudzumus. «Un ar šīm viltībām jūs gribat nokļūt līdz Dabas

būtībā? Izskatās tā, it kā jūs mokāt un sagraujat to, ko paši cenšaties atrast.»

Pirms 150 gadiem Gēte tādā pašā garā uzstājās pret Izaku Ņūtonu, izsmejot zinātnieka metodi baltās saules gaismas sadalīšanai krāsās. Viņš brinījās, kā gan kāds var iegūt svarīgu informāciju par gaišo saules gaismu, liekot tai caur šauru spraugu spiesties tumšā istabā. Gētes argumenti poētiskā veidā ir izteikti dzejolī²:

Tāpat rodas sajūta, ka fizikas metodes izslēdz iespēju iepazīt kādu būtisku Dabas daļu.

² Sis Gētes dzejolis publicēts Gētes kopoto rakstu 1853. gada izdevuma 2. sējuma nodaļā «Gott und Welt» (Dievs un pasaule) ar nosaukumu «Gesetz der Trübe» (Skumju likums). (Seit un turpmāk vārsmas atdzejojis tulkotājs.)



Draugi, prom no tumšas telpas,
Kur bez gaismas vīri klūp
Un aiz sajūsmas bez elpas
Dīvu bilžu priekšā kņūp.
Mānticīgie pielūdzejī
Pūlas ilgi un cik spēj,
Un to galvās, kur pūš vēji,
Rēgus, maldus, viltu sēj.

Skatienam ļauj skaidrās dienās
Debeszilgmē kavēties,
Vai kad Saules scepters slienas,
Purpursārtā gremdējies,
Dabai paklanies pilns kvēles,
Prieks un mundrums sirdī būs,
Atskārst spēsi krāsu spēles
Dziļdziļākos pamatus.

Otrais punkts pamatojas uz to nenolie- dzamo faktu, ka lielākajai daļai cilvēku nav intereses par matemātiku pat tās visvien- kāršākajā formā. Es šeit neapsriedīšu, vai to varētu novērst, uzlabojot matemātikas mācīšanu, vai arī tas ir kaut kas neizbē- gams. Katrā ziņā dabas parādību matemā- tisku formulējumu daudzi uzskata par necil- vēcīgu cilvēciskās pieredzes izteikšanas veidu. Taču patiesībā elementāras matemā- tiskas saprašanas trūkums ir grūti pārva- rams šķērslis ceļā uz dabas parādībām at- bilstošu izpratni. Visā pilnībā šo jautājuma pusi es apzinājos reiz, kad mēģināju līdz kādam matemātikā nekompetentam cilvēkam novadīt to spraigo prieku un apmierinājumu, ko mēs pārdzīvojam, izsekojot Ņūtona ar- gumentācijai, ka oļa brīvam kritienam uz Zemi ir vistiešākais sakars ar Mēness riņ- ķošanu apkārt Zemei, ja balstās vienīgi uz dabisko pieņēmumu par pievilksnās spēka samazināšanos ar attāluma kvadrātu. Šis cilvēks bija ārkārtīgi saprātīgs, ar dziļu in- teresi par Dabu un domāšanu, taču es ne- biju spējīgs sasniegt savu mērķi, jo šie vienkāršie matemātiskie pārveidojumi viņam šķita bezgala izstiepta sīku loģisku soļu virkne, kurus sperot viss saviļņojums ap- rimst. Lai vēlreiz izsakās dzejnieks — šoreiz Volts Vitmens:

Kad es reiz klausījos mācītu zvaigžņu
 pētnieku;
 Kad pierādījumu un attēlu
 kolonnas rindojās manā priekšā;
 Kad man demonstrēja kartes un
 diagrammas, lai tās summētu, dalītu un
 mērītu,
 Kad es, lekciju zālē sēdēdams, dzirdēju
 daudziem aplausiem pavadītu
 astronoma priekšlasījumu,
 Cik tomēr neapbrīnināmi drīz man uzmācās
 nogurums un mokošas ilgas,
 Līdz, piecēlies un izslīdējis laukā, es
 vientuļš
 klejoju

Miklajā naktī gaisotnē un
 laiku pa laikam

Pacēlu acis, lai veldzētos zvaigžņu klusuma
 harmoniskajā pilnībā.

Tilts starp tautām

Atzinība un patika, ko var sagādāt pat vis- elementārākais ieskaits fizikā, prasa zināša- nas un spējas jaunā valodā — matemātikas valodā. Jūs nevarat baudīt dzeju jums ne- zināmā valodā. Šajā nozīmē katrs fizikas ievadkurss ir līdzīgs svešvalodai. Un šajā ziņā fizikas pasniedzēji ir ārkārtīgi neizde- vīgā stāvoklī salīdzinājumā ar humanitāro zinātņu pasniedzējiem. Salīdzināsim fizikas un literatūras pirmā gada kursu. Literatūras pasniedzējs jau no paša mācību sākuma un saprotamā valodā ir spējīgs pārrunāt ar studentiem tās emocijas un domas, ko iz- raisa attiecīgais daiļdarbs. Fizikas pasnie- dzējs to nevar; viņam vispirms ir jāiemāca valoda. Fizikas mācīšana ir vienpusējs pasā- kums: pasniedzējs māca, students mācās, turpretim literatūrā students un pasnie- dzējs, ja vien nav aplamu secinājumu, atro- das uz viena un tā paša pieejas līmeņa. Elementārajiem valodas kursiem vienmēr trūkst satraucošā momenta, līdz students va- lodu ir apguvis jau tādā mērā, ka var sākt tajā runāt.

Taču tam, ka fizikas izprašanai nepie- ciešams apgūt jaunu valodu, ir arī sava po- zitivā puse. Šī valoda ir internacionāla un nav atkarīga no kultūras, sociālā un poli- tiskā fona. Reiz apgūta, šī valoda ne tikai kalpo Dabas izziņāšanai, bet ir arī kā tilts starp tautām, solis pretim vienotākai cilvē- cei.

Un tagad mēs nonākam pie trešā pun- kta. Jēdzieni, kuri no Dabas darbības pa- reizas izpratnes viedokļa ir visfundamen- tālākie, ir diezgan abstrakti un stāv tālu no mūsu tiešās intuitīvās saprašanas. Šo apgalvojumu var apstiprināt ar daudziem piemēriem; atļaujiet man pieminēt tādus jē- zienus kā entropiju, elektromagnētiskais

lauks, relativitāte un kā pēdējo, bet tikpat nozīmīgo — visu kvantu mehānikas jēdzienisko struktūru, uz kuras bāzējas matērijas īpašību izpratne no mūsu modernās fizikas viedokļa. Grūtības, ar kurām te sastopamies, ne vienmēr ir matemātiskas, tās ir jēdzieniskas. Atkal ir vajadzīga liela vingrināšanās un pieredze, pirms mēs varam aptvert šo jēdzienu nozīmīgumu. Šiem jēdzieniem, pretstatā humanitārajās zinātnēs lietotajiem, mūsdienu kultūrā ir visai maza vai pat nav nekādas iepriekšējas intuitīvas bāzes. Tas ir iemesls, kādēļ šie jēdzieni iesācējiem šķiet «necilvēcīgi». Taču, reiz apgūtus, tos atzīst par visnozīmīgāko Cilvēka un Dabas attiecību izpausmēm.

Ceturtais punkts attiecas uz moderno fiziku. Daudzi no procesiem, kas ir mūsdienu fizikas interešu degpunktā, šķiet ļoti atšķirīgi no tiem, kas norisinās mūsu ikdienišķajā apkārtņē. Es to attiecinu uz kodolfizikas vai elementārdaļiņu fizikas parādībām, uz astrofiziku, zemo temperatūru fiziku, plazmas fiziku utt. Mūsdienu pētnieku intereses koncentrējas uz matēriju, kas atrodas tik ārkārtīgi neparastos apstākļos, kādi Dabā realizējas tikai ļoti tālos kosmosa apgabalos. Kodolfizikā mēs pētām parādības, kurās atomu kodolu iekšējās enerģijas izmaiņas sasniedz miljoniem elektronvoltu, — Dabā šādi procesi norisinās tikai zvaigžņu kodolos vai zvaigznēm eksplodējot. Elementārdaļiņu fizikā enerģiju izmaiņas ir vēl vismaz tūkstošiem reižu lielākas — izņemot retus kosmisko staru notikumus, šādas enerģijas izmaiņas notiek neitronu zvaigznēs un, iespējams, Lielā Sprādziena pirmajos mirkļos. Plazmas fizikā nodarbojas ar parādībām neparastu spiedienu un temperatūru apstākļos, tāpat tas ir arī zemo temperatūru fizikā. Dabiski, ka astrofizikā aplūko parādības, kas norisinās ļoti tālu no mums. Un rodas jautājums, kāpēc gan mums ir jāinteresējas par matērijas izturēšanos šādos «necilvēcīgos» apstākļos. Protams, daži no šeit minētajiem piemēriem izraisa pastiprinātu interesi no tehnisko zinātņu viedokļa, taču šo

aspektu mēs jau raksta sākumā no mūsu apsvērumiem izslēdzām.

Šiem četriem punktiem vajadzēja ilustrēt domu, kāpēc daudziem cilvēkiem fizika šķiet «necilvēcīga». Mana atbilde uz šī raksta nosaukumā izvirzīto jautājumu ir vienkārša — jā, fizika patiešām ir cilvēcīga; to tā var un to arī vajag parādīt mūsu mācību darbā un rakstos. Tas ir pirmais un galvenais fizikas skolotāju uzdevums. Un tagad vēlreiz apskatīsim šos četrus punktus, lai izteiktu dažas piezīmes par to, kādā veidā mēs varam uzsvērt savas zinātnes cilvēcīgo pusī.

Vārds aizstāvībai

Par 1. punktu. Jau kopš kultūras sākumiem Cilvēks ir interesējies par pasauli, kurā viņš dzīvo. Agrinās teorijas attīstījās mitoloģiskos ietvaros. Izskaidrojumi bija vērsti uz Dabu kopumā — cilvēki mēģināja izskaidrot visu no sākuma līdz galam. Taču pirms piecīsimt gadiem cilvēku zinātkāre ievirzījās citā gultnē: tā vietā, lai sniegtos pēc visas patiesības, cilvēki sāka pētīt izolētas un skaidri nodalāmas parādības. Sāka izvairīties no vispārīgiem jautājumiem par labu ierobežotiem.

Šī ierobežošanās atmaksājās. Atteikšanās no tiešas saskarsmes ar absolūto patiesību un nebeidzama likumošana pa pieredzes labirintiņiem ļāva zinātnes metodēm kļūt arvien asākām un izpratnei arvien fundamentālākai. Piemēram, ķermeņu kustības pētīšana noveda pie debess mehānikas un gravitācijas likuma universālās darbības rakstura izpratnes. Berzes un gāzu pētījumi attīstījās plašā siltumteorijā. Vardes muskuļu raustīšanās pētījumi noveda pie Maksvela vienādojumiem un atziņas par matērijas elektrisko dabu. Detalizēta Dabas izlūgšana ļāva radīt ietvaru daudz dziļākai apkārtējās pasaules izpratnei, nekā tas bija jebkad agrāk. Mūsu iepriekšējās pārrunas par 1. punktu attiecas uz šiem šķietami bezgalīgajiem līkločiem Dabas iz-

taujāšanā; vienīgi nespeciālistam tie liekas pārāk atrauti no mūsu tiešās pieredzes par pētāmajām parādībām.

Tāpēc viens no paņēmieniem, kā pārvarēt šīs grūtības, ir izmantot fizikas mācīšanā vēsturisko pieeju. Tas varētu palīdzēt noskaidrot, kāpēc ir nepieciešami un svarīgi pētīt parādības, kas speciāli izdomātas tā, lai saglabātos «sterili», no citām ietekmēm stingri atdalīti apstākļi. Tas parādītu, ka šāda, šķietami «nedabīga» pieeja Dabai patiesībā ir atsegusi Dabas būtiskas raksturīpašības un ieviesusi dziļākas attiecības starp Cilvēku un viņam apkārtējo vidi. Tas ir liels zinātnes brīnums, ka šis pasākums ir bijis tik veiksmīgs. Kā izsacījis Alberts Einšteins: «Visneizprotamākais Dabā ir tas, ka Daba ir izprotama.»

Cits ceļš, kā pārvarēt šo problēmu, ir studenta agra iesaistišana eksperimentālajos pētījumos. Tad viņš vai viņa saprātis, cik svarīgi ir visi šie vadi, pastiprinātāji un rīki, lai iedziļinātos Dabas būtiskajos procesos un, ja vien students nebūs izvēlējies ļoti sliktu pētniecības kolektīvu, viņš pārliecināsies par to dziļi cilvēcisko entuziasmu, ar kādu vairums fiziķu cenšas šos procesus izprast. Un students dalīsies tajā neaptveramajā priekā, ko izraisa kaut kāds jauns atklājums pat tad, ja šis jaunais ir tikai sīka daļiņa no būtības izpratnes.

Man ir maz padomu, kā palīdzēt situācijā, kas aprakstīta 2. punktā. Ir tiešām neiespējami novadīt līdz pietiekami dziļam ieskatam lielākajā fizikas daļā pavisam bez matemātikas palīdzības. Tomēr līdz dažu ideju izpratnei var nonākt ar minimālu kvantitatīvās domāšanas palīdzību. Mācot fizikas ievadkursu, pasniedzējam, kur vien iespējams, vajadzētu izmantot kvalitatīvo domāšanu. Viņam būtu jāapzinās, ka viņš māca valodu un ka viņam šī valoda, cik agri vien iespējams, ir jāpielieto zināmai «poēzijai» — Dabā esošo fundamentālo un negaidītāko sakaru atklāšanai. Tad students redzētu un sajūtu, ka kvantitatīvās sakarības atsedz būtiskas Dabas attiecības.

Struktūru šabloni

Man ir vairāk ko sacīt par 3. punktu, kas saistīts ar dažu fundamentālo jēdzienu abstraktumu, taču es aprobežošos ar dažām piezīmēm par kvantu mehāniku. Atļaujiet man uzsvērt to faktu, ka kvantu mehānika ir ievedusi fizikā formas, veidu un simetrijas elementus. Daba — no kristāliem līdz ziediem — ir pārpilna ar raksturīgiem veidiem un simetrijām, kas arvien atkārtojas. Un ir jābūt kādam fundamentālam cēlonim, ka mēs dabisko notikumu plūsmā novērojam šīs materiālu un formu tipiskās īpašības. So cēloni atklāj kvantu mehānika: tā ir elektronu viļņējādā daba, kas sfēriski simetriskā Kulona spēku laukā liek tiem sakārtoties raksturīgās sistēmās stāvviļņu veidā. Šīs formas ir Dabas fundamentālās sistēmas, un tās ir pamats visām parādībām, ko mēs novērojam. Vācu valodā tām ir labāks apzīmējums: die Urformen der Natur (aptuveni tulkojot — Dabas primitīvās formas). Šim kvantu mehānikas «morfiskajam»³ raksturam manu uzmanību pievērsa Laslo Tisa, kurš uzsvēra šīs raksturīpašības fundamentālo nozīmi.

Šīs formas ne tikai atklāj atomu raksturīgos apveidus, bet arī parāda atomu stabilitāti pret izmaiņām un spēju atjaunoties pēc tam, kad apkārtējās vides ietekmē tie ir tikuši perturbēti. Daba šīs formas mulsinošā veidā apvieno molekulārās struktūrās, atklājot to arvien atkārtoto vienas dažādību, ko mēs atrodam savā apkārtņē — no minerāliem līdz makromolekulām, kas ir dzīvības pamats.

Kvantu mehānikas nozīme kļūs arvien skaidrāka, ja mēs apjēgsim, ka vienīgi daļiņas—viļņa duālisms var dot mums tās stabilās un atjaunoties spējīgās formas, kas veido Dabas pamatus. Klasiskā fizika ar tās atomiem kā planetārām sistēmām nav spējīga reproducēt pat visacimredzamākās Dabas šķautnes. Kvantu mehānika patiesi ir vienkāršāks nukleārā atoma izskaidrojums

³ Morfisks — ar formu saistīts.

nekā klasiskā teorija. Elektronu orbītu kvantēšana un vienkāršie superpozīcijas likumi padara kvantu mehāniku par daudz ērtāku teoriju, ar ko aprakstīt elektronu kustību kodola ietekmē, nekā klasiskā mehānika. Diemžēl šī sarežģītā klasiskā problēma nav tikai akadēmisks uzdevums; ar to jāstāpās arī plazmas fizikā, kur milzīgās temperatūras spiež elektroniem kustēties pa augsti ierosinātām orbītām, kurām dinamika ir tāda pati kā klasiskajā kustībā. Plazmas fizika patiešām saduras ar gandrīz neatrisināmām problēmām, ieskaitot daudzu lādētu daļiņu mijiedarbību.

Lielo tālumu fizika

Tagad mēs nonākam pie 4. punkta, kas uzsver acīmredzamo dažu modernās fizikas nozaru, kā elementārdaļiņu fizikas vai astrofizikas, atrautību no cilvēciskajām interesēm. Tas var likties diezgan savādi, taču astrofizikai nekāda īpaša aizstāvība pret šo apsūdzību nav vajadzīga. Kosmosa un tā divaino objektu pētījumi vienmēr ir saistījuši tādu cilvēku prātus, kas paši ar astronomiju nenodarbojas. Šodien astronomisko pētījumu mērķi ir kļuvuši vēl neparastāki — es šeit domāju neitronu zvaigznes, kvazārus un melnos caurumus. Arī Visuma vēsture ir kļuvusi par zinātnisku pētījumu tematu. Jautājumi par visa sākumu un beigām ienāk zinātnes iespēju robežās, un šķiet, ka ir pat novērota kāda no Lielā Sprādziena — ar kuru viss sācies — atbalsim, proti 3°K starojums, kas piepilda Visumu. Šiem jautājumiem piemīt milzīga pievilcība, lai gan tie ir saistīti ar objektiem, kas atrodas ārkārtīgi tālu no cilvēciskajām norisēm gan laikā, gan telpā. Iespējams, ka tas ir tādēļ, ka šie jautājumi ir tie paši, ar kuriem saistās vecās mitoloģiskās un reliģiskās leģendas; cilvēkam raksturīga iedzimta tieksme izdibināt visu beidzamo par to, kā viss sācies un kur tas galu galā novedīs.

Kodolfizikā un elementārdaļiņu fizikā šī situācija ir citāda. Arī šeit mēs sastopamies ar parādībām, kurām nav nekā līdzīga mums pierastajā vidē. Milzīgas pūles tiek izšķiestas, būvējot paātrinātājus, kas kalpo, lai radītu pētāmos procesus. Šādu pētījumu šķietamo cilvēciskās pievilcības trūkumu izraisa jautājums, kāpēc gan jāinteresējas par procesiem, kuru saprašanai ir nepieciešama tik «necilvēcīga» piepūle. Es atkal šeit neiztīrāšu svarīgās problēmas un lielas cerības, kas saistās ar kodoltehniku. Manuprāt, uz šo jautājumu ir tiešas atbildes, kas pierāda kodolu un elementārdaļiņu procesu pētīšanas fundamentālo svarīgumu un nozīmību. Diemžēl zinātnieki, kas iesaistīti šajā jomā, nav pielikuši pietiekamas pūles, lai uzturētu sakarus ar sabiedrību, un nav parādījuši pietiekamu daiļrunību un pārliecināšanas spējas, lai pārliecinātu studentus un nespeciālistus par sava darba patieso nozīmību. Šķiet, ka šeit to ir daudz grūtāk izdarīt nekā astronomijas gadījumā, un iespējams, ka tas ir tāpēc, ka iedzimtā tieksme izdibināt matērijas iekšējo struktūru nav tik spēcīga kā tieksme izziņāt kosmosa plašumus.

Ir daudz iespēju, kā iebilst pret 4. punktu; es minēšu tikai dažas. Vispirms laikam ir pareizi teikt, ka Visumā daudz vairāk matērijas atrodas apstākļos, kuros aktīvi risinās kodolprocesi, nekā apstākļos, kur svarīga ir Zemes veida molekulārā fizika (dzīvību ieskaitot). Tiešām, kodolprocesi taču ir zvaigžņu enerģijas avots un tāpat arī cilvēku eksistences priekšnosacījums.

Modernajā elementārdaļiņu fizikā situācija ir atšķirīga, jo nepieciešamās enerģijas izmaiņas, kas izraisa pētāmās parādības, ir tik lielas, ka pat zvaigžņu iekšienes nav pietiekami karstas, lai tās radītu. Iespējams, ka vienīgi neitronu zvaigžņu dzilēs elementārdaļiņas pietuvojas šādiem enerģijas līmeņiem; varbūt vienīgi Lielā Sprādziena pirmajos mirkļos bija tādi apstākļi, ka bagātīgi risinājās procesi, kurus mēs tagad producējam savos lielajos paātrinātājos. Tomēr

centieniem izraisīt laboratorijā Dabas procesus, kuri notikuši mūsu Visumā ļoti sen atpakaļ, piemīt neapšaubāms romantikas un cilvēciskas dēkainības gars. Mēs pētām un ierosinām veselas jaunu parādību pasaules, kas parastajos apstākļos guļ neskartas visdziļākajos matērijas robežapgabalos.

Molekulārā arhitektūra

Ir vēl viens ļoti svarīgs moments: šodien mums ir pamats, kas ļauj izprast ķīmiskos procesus. Šis pamats ir kvantmehāniskā teorija par elektrisko mijiedarbību starp atomu kodoliem un elektroniem. Mēs izprotam principu, ja arī ne visās detaļās, kāpēc elektroni un atomu kodoli veido visdažādākās molekulas, ieskaitot makromolekulas, kas ir dzīvības pamats. Ir kāda būtiska īpatnība, kas faktiski ir molekulu iekšējās uzbūves pamats, proti, lielā masu starpība starp kodoliem un elektroniem. Kodoli ir 1000—10 000 reizu smagāki nekā elektroni. Tieši šī attiecība ir atbildīga par molekulu «arhitektūru», par tādu uzbūves īpatnību, kā, piemēram, DNS struktūra. Tas rada iespēju atomu kodoliem molekulās ieņemt stingri noteiktas pozīcijas, kamēr elektroni ar savu niecīgo masu šajā struktūrā darbojas kā izkliedēta līme. Ja nebūtu šīs lielās masu attiecības, nebūtu arī nekādas molekulārās arhitektūras.

Kāpēc kodoli ir tik smagi? Tie sastāv no protoniem un neitroniem, kas ir ap 2000 reizu smagāki par elektroniem, bet cēlonis tam mēs būtībā nezinām. Mēs gan zinām, ka šīs masu atšķirības pamatā ir fakts, ka nukloni — protoni un neitroni — ir kodolspēku avoti, bet šo spēku izcelsme mums nav skaidra. Vienīgā iespēja, kā iegūt izskaidrojumu šai masu atšķirībai, ir pētīt nuklonu iekšējo struktūru un dinamiku, un tas arī ir elementārdaļiņu fizikas mērķis.

Vēl viens fundamentāls jautājums, kas attiecas uz matērijas struktūru, ir elektriskā lādiņa daba. Kāpēc šis lādiņš vienmēr sa-
stojams tikai kā elektrona lādiņa e daudz-

kārtņis? Cēlonis tam, kāpēc šī lādiņa vērtība ir tieši tāda un ne citāda, ir pilnīgi nezināms. Sevišķi būtiska nozīme matērijas iekšējā uzbūvē ir noslēpumainajai e^2 attiecībai pret hc , t. i., Planka konstantes h un gaismas izplatīšanās ātruma c reizinājumu. Ja šī attiecība būtu aptuveni viens, tad pasaule, kādu mēs to pazīstam, nevarētu pastāvēt! Arī šīs problēmas pētījumi ir daļa no modernās elementārdaļiņu fizikas. Cenšoties atrisināt šīs cilvēku eksistences fundamentālās problēmas, fiziķi ir bijuši spiesti ieurbties arvien slēptākos un slēptākos matērijas iekšējos apgabalos. Un viņiem pavērās gluži jauna pasaule — hiperoni, mezoni, kvarki, kas parādīja, ka Daba ir daudz bagātāka un daudzšķautņaināka, nekā cilvēka prāts jebkad bija spējis iedomāties.

Tieksme izdibināt

Atļaujiet man atgriezties pie jautājuma: «Vai fizika ir cilvēcīga?» Es noteikti atbildētu uz šo jautājumu apstiprinoši. Fizika ir cilvēcīga, jo tā nav nekas cits kā augsti attīstīta tieksme izdibināt, kāda ir mūsu vieta tajā vidē, kur esam dzimuši. Šī tieksme ir kopīga visiem cilvēkiem neatkarīgi no viņu kultūras vai tautības; un tāpēc šajā cilvēciskās darbības jomā vienlīdz labi var piedalīties un arī piedalās visi cilvēki.

Šis zinātniskās komūnas pārnacionālais raksturs ir svarīgs zinātnes cilvēciskās pu-
ses elements. Zinātnieki, it sevišķi fiziķi, bieži sekmējuši labāku saprašanos starp tautām pat ar zinātni nesaistītās jomās. Paguošas kustība⁴ ir viens piemērs zinātnieku spējām apspriest pat visai delikātus jautājumus ar lielāku vieglumu un mazākām pārprašanas briesmām tieši šī zinātnes pārnacionālā rakstura dēļ. Iespējams, ka

⁴ Paguošas kustība ir Vispasaules zinātnes darbinieku federācija cīņai par mieru un starptautisku sadarbību. Pirmā Paguošas konference notika 1957. gadā.



1. att. «Visneizprotamākais Dabā ir tas, ka Daba ir izprotama.» A. Einšteins.

cits piemērs tam ir CERN⁵ — augsto enerģiju pētījumu centrs Ženēvā, kurā Eiropas nācijas ir spējušas sasniegt tādu sadarbības pakāpi, kādu nav bijis iespējams iegūt citās jomās.

Sajā rakstā es esmu centies parādīt, ka fizika patiesi ir ļoti cilvēcīga darbības joma, jo tā izsaka sakaru starp Dabu un Cilvēku — sakaru, kas arvien pieaugošās Dabas izpratnes dēļ kļūst arvien ciešāks un saistošāks. Mūsu gadsimtā šī Dabas izpratnes palielināšanās ir bijusi diezgan strauja. Tas izraisījis vēl straujāku tehnisko pielietojumu pieaugumu ar visām tā sekām,

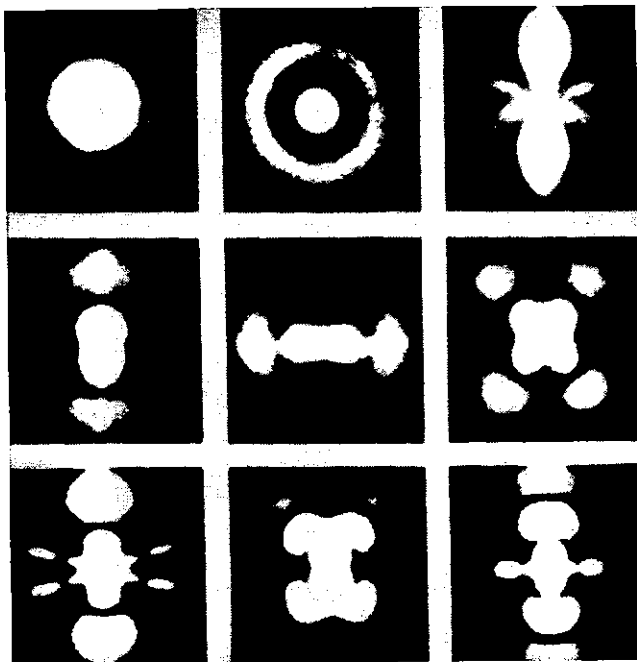
kā labvēlīgām, tā kaitīgām, kādas šie pielietojumi rada mūsu dzīves veidā.

Šai straujajai attīstībai ir bijušas arī citas, vairāk filozofiska rakstura sekas. Šveices fiziķis un filozofs Markuss Fircs reiz izteicies, ka «mūsu gadsimtā zinātnieki priekšstati lej tik žilbinošu gaismu pār dažiem pieredzes aspektiem, ka atstāj pārējo vēl lielākā tumsā». Es esmu pārliecināts, ka zināmas antipātijas pret fiziku un zinātni vispār ir saistītas ar zinātnes straujo attīstību. Tas novedis pie vispārācceptētās pretenzijas, ka principā zinātne var atrast un arī atradis izskaidrojumu ikvienam cilvēka pieredzes aspektam.

Es neesmu pārliecināts, ka šī prasība ir attaisnota, taču, pat ja tas tā būtu, cilvēciskās pieredzes zinātniskajam izskaidrojumam nebūt nav nepieciešams pieskerties

⁵ CERN ir 1954. gadā ar UNESCO līdzdalību nodibināts zinātniskās pētniecības centrs, kurā veic eksperimentālus un teorētiskus pētījumus elementārdaļiņu fizikā.

2. att. Elektronu viļņējādā daba liek tiem sfēriski simetrisku Kulonu spēku laukā sakārtoties raksturīgās sistēmas stāvviļņu veidā.



3. att. «Mūsu gadsimta zinātniskie priekšstati lej tik žilbinošu gaismu pār dažiem pieredzes aspektiem, ka atstāj pārējo vēl lielākā tumsā.» *M. Fircs.*



visiem šīs pieredzes aspektiem. Tiešām, dažos gadījumos tas var neietvert pat visbūtiskākos aspektus. Vienkāršs piemērs ir mākslinieciskā pārdzīvojuma parādība, teiksim, bauda, ko sagādā Bēthovena sonāte. To var interpretēt gan akustiski, gan neirofizioloģiski, gan pat psiholoģiski. Tomēr šajā pārdzīvojumā ir vēl kaut kas tāds, ko šie zinātniskie apraksti neatsedz, lai gan tieši šis kaut kas laikam ir pati būtiskākā muzikālā pārdzīvojuma sastāvdaļa.

Ir vēl daudzi citi piemēri cilvēku savstarpējo attiecību un Cilvēka un Dabas sakaru jomā, kur zinātniskā interpretācija var neatsegt visus cilvēciskās pieredzes aspektus. Sevišķi tas attiecas uz aspektiem, kas saistīti ar tādiem jēdzieniem kā mīlestība, cieņa un skaistums. Zinātniskās izpratnes skaistums ir vēl viens nezinātniska aspekta piemērs, kam ir visai svarīga loma pašā zinātnē. Varbūt fizikas patiesās vērtības atzišanu varētu veicināt lielāka tā fakta sapratne, ka zinātnē ir tikai viens — kaut gan ļoti svarīgs — ceļš, kā nostiprināt attiecības starp cilvēci un tās dabā un sociālo vidi.

V. F. Veiskopfs

No angļu val. tulkojis A. Balklavs

REPUBLIKAS 6. ATKLĀTĀS FIZIKAS OLIMPIĀDES UZDEVUMI UN ATRISINĀJUMI. 2

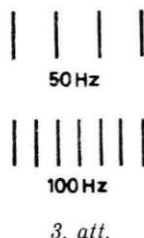
Iepriekšējā «Zvaigžņotās debess» numurā sākām publicēt Republikas 6. atklātās fizikas olimpiādes uzdevumus un to risinājumus. Šajā numurā sniedzam pārējos olimpiādes uzdevumus.

Tāpat kā iepriekš, atsauksmes un ierosinājumus lūdzam adresēt: 226018, Rīgā, Turgeņeva ielā 19, LPSR ZA Komjaunatnes komitejā «Fizikas olimpiāžu orgkomitejai».

Uzdevumi un demonstrēto eksperimentu apraksti

8. uzdevums

Uz gaismu labi atstarojoša šķidrums virsmas radīts stāvvilnis. Noteikt svārstību frekvenci stāvvilnī, ja zināms, ka, apgaismojot šķidrums virsmu ar gaismas avotu, kurš var dot 50 un 100 gaismas impulsus sekundē, novēro stacionāru ainu ar periodisku gaišu līniju sistēmu, pie kam attālums starp šīm līnijām pie apgaismošanas frekvences 50 Hz ir divkārt lielāks nekā pie 100 Hz (atbilde pamatot). Kāda aina tiks novērota, ja gaismas avots dos 25 impulsus, 200 impulsus sekundē?

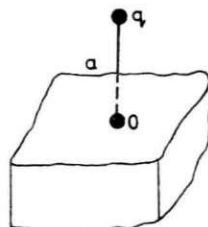


3. att.

9. uzdevums

Attālumā a no liela izmēra elektrovadošas plāksnes atrodas lādiņš q . Ar ko ir vienāds inducētā brīvā lādiņa virsmas blīvums plāksnes virsmas punktā O ? Punkts O atrodas uz perpendikula, kas vilkts no lādiņa q atrašanās vietas pret plāksni.

Uz ko tiecas elektriskā lauka intensitāte, tuvojoties punktam O : a) no plāksnes puses, b) no lādiņa puses? (Uzskatīt, ka a ir daudzkārt mazāks par jebkuru no plāksnes izmēriem.)



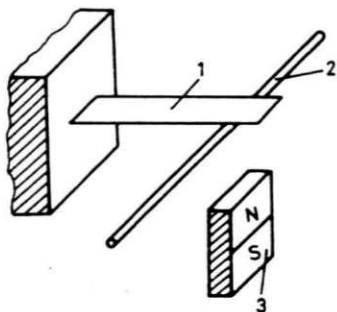
4. att.

10. uzdevums

Statīvā nostiprināta elastīga niķeļa plāksnīte 1. Zem plāksnītes 1, tai nepieskaroties, novietots nokaitēts vadītājs 2, pa kuru plūst strāva. Zem vadītāja atrodas magnēts 3. Rezultātā plāksnīte izliecas, pieskaņas vadītājam un sākas nerimstošas svārstības.

1) Izskaidrot novērojamo parādību: kādā veidā tiek pievadīta enerģija nerimstošo svārstību uzturēšanai?

2) Kā izmainīsies dotās parādības raksturs, ja tā notiks: a) bezsvara stāvoklī, b) vakuumā?



5. att.

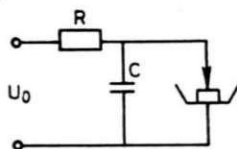
11. uzdevums

Aerostats atrodas augstumā, kur barometrs pie temperatūras -13°C uzrāda spiedienu 990 hPa. Ja aerostata masu samazina par 10%, tas paceļas augstumā, kur temperatūra ir -39°C . Kādu spiedienu uzrādīs barometrs šajā augstumā, ja aerostata tilpums paceļoties neizmainās?

12. uzdevums

Kādai jābūt rezistora R minimālajai jaudai RC ģenerators shēmā, kuru izmanto metālu apstrādei ar elektrodzirksteli, ja kondensatora C kapacitāte ir $10\ \mu\text{F}$, avota spriegums $u_0=100\ \text{V}$, bet dzirkstestarpas caursite notiek 1000 reizes sekundē, ja

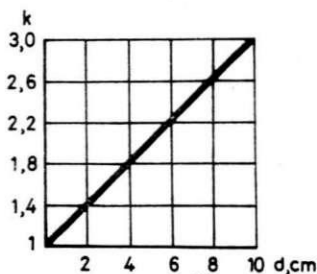
spriegums uz kondensatora platēm 80 V (uzskatīt, ka caursītē kondensators izlādējas pilnīgi).



6. att.

13. uzdevums

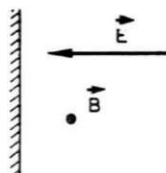
Noteikt lēcas optisko stiprumu pēc tās apgrieztā palielinājuma K atkarības no priekšmeta attāluma d līdz lēcai, kā parādīts 7. attēlā. (Par lēcas apgriežto palielinājumu sauc priekšmeta izmēru attiecību pret tā attēla izmēriem).



7. att.

14. uzdevums

No plāksnītes bez sākumātruma izlido elektrons. Elektriskā lauka intensitātes vektors ir vērsts perpendikulāri plāksnītei, bet magnētiskā lauka indukcijas vektors ir plāksnītei paralēls. Noteikt elektrona kustības trajektorijas liekuma rādiusu laika momentā, kad tā attālums līdz plāksnītei ir maksimālais, ja zināms, ka šis attālums ir vienāds ar $2\ mE/eB^2$, kur e ir elektrona lādiņš, m — tā masa.



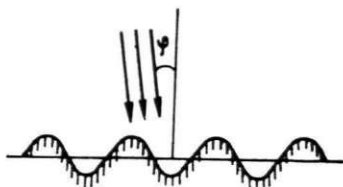
8. att.

15. uzdevums

Uz gaismu labi atstarojošas virsmas ar viļņveida profilu, kura augstums attiecībā pret vidējo līniju mainās pēc sinusa likuma

$$a = A \sin \frac{2\pi x}{\lambda} \quad (A \ll \lambda),$$

leņķī φ krīt gaisma. Kādos virzienos novērotājs, kurš atrodas lielā attālumā no virsmas, redzēs tās atstaroto gaismu? Kādos virzienos atstarotās gaismas intensitāte būs maksimāla? Kādu šīs novērotājs redzēs atstarojošo virsmu? (Gaismas vairākkārtīgas atstarošanās iespējāmību neievērot.)



9. att.

Atrisinājumi, norādījumi un komentāri

8. uzdevums

Skatoties no sāniem, stāvvilnis uz gaismu labi atstarojoša šķidrums virsmas būs redzams kā periodiska gaišu un tumšu līniju sistēma (sk. 15. uzdevumu). Novērotājs šo sistēmu redzēs kā nekustīgu, ja gaismas avota un virsmas svārstības notiks sinhroni un gaismas avots sekojošos impulsos apgaismos vienu un to pašu šķidrums virsmas konfigurāciju. Tātad apskatāmajā gadījumā šķidrums virsmas svārstību frekvence var

būt 50 vai 100 herci. No uzdevuma noteikumiem izriet, ka attālums starp sekojošām gaišajām līnijām uz šķidrums virsmas pie gaismas avota frekvences 100 Hz ir divreiz mazāks nekā pie apgaismošanas frekvences 50 Hz, tas nozīmē, kā to var labi redzēt 10. attēlā, ka ar frekvenci 100 Hz virsma tiek apgaismota ik pēc pusperioda (ar svītrlīniju ir parādīta šķidrums virsmas konfigurācija pēc pusperioda). Tātad svārstību frekvence stāvvilni ir 50 Hz.

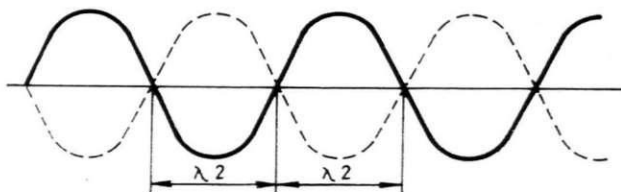
Atbildi uz pēdējo jautājumu atrod līdzīgi.

9. uzdevums

Lādiņa q radītā elektriskā lauka ietekmē vadošajā plāksnē notiks brīvo elektronu pārgrupēšanās, un rezultātā uz plāksnes virsmas parādīsies virsmas lādiņš ar zīmi, kas pretēja lādiņa q zīmei, bet elektriskā lauka intensitāte vadītājā kļūs vienāda ar nulli. Lai atrastu inducētā virsmas lādiņa blīvumu punktā O , šī punkta apkārtnē izvēlēsimies nelielu, simetrisku virsmas elementu ar simetrijas centru punktā O (11. att., šķēlums AB). Izteiksim elektriskā lauka intensitāti punktā C_2 , kurš atrodas uz qO ($qO \perp AB$) vadošās plāksnes iekšienē, nelielā attālumā no tās virsmas. Summāro elektriskā lauka intensitāti E punktā C_2 var izteikt kā triju intensitāšu summu

$$E = E_1 + E_2 + E_3, \quad (1)$$

kur E_1 ir lādiņa q radītā lauka intensitāte punktā C_2 , E_2 — uz izraudzītā elementa AB esošā virsmas lādiņa radītais lauks un E_3 — ārpus elementa AB esošo virsmas lādiņu radītā intensitāte.



10. att.

Ja attālums OC_2 ir daudzkārt mazāks par izraudzītā elementa AB izmēriem, tad no simetrijas apsvērumiem izriet, ka $E_3=0$. Šajā gadījumā E_2 izteikšanai var izmantot bezgalīgas plakana virsmas (ar lādiņa virsmas blīvumu ϕ) radītā elektriskā lauka intensitātes izteiksmi:

$$E_2 = \phi/2\epsilon \quad (2)$$

bet E_1 atrodam kā punktveida lādiņa lauka intensitāti

$$E_1 = q/4\pi\epsilon_0 a^2. \quad (3)$$

Tā kā summārā elektriskā lauka intensitātei vadītāja iekšienē ir jābūt vienādai ar nulli, tad rezultātā atrodam, ka

$$E = E_1 + E_2 + E_3 = q/4\pi\epsilon_0 a^2 + \sigma/2\epsilon_0 = 0. \quad (4)$$

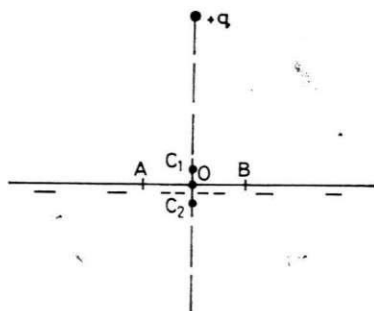
Tātad meklējamais inducētā virsmas lādiņa blīvums punktā O

$$\phi = -q/2\pi a^2. \quad (5)$$

Līdzīgi var atrast elektriskā lauka intensitāti punktā C_1 , kurš atrodas uz qO tuvu vadošās plāksnes virsmai starp to un lādiņu q . Tā kā uz virsmas elementa AB esošo elektrisko lādiņu radītā elektriskā lauka intensitāte punktā C_1 ir ar pretēju zīmi nekā E_2 , kā to labi redzam 11. attēlā, tad summārā elektriskā lauka intensitāte punktā C_1 ir vienāda ar

$$E = E_1 - E_2 + E_3 = q/2\pi\epsilon_0 a^2. \quad (6)$$

Uz to tad arī tiecas elektriskā lauka intensitātes vērtība, tuvojoties punktam O no lādiņa q puses.



11. att.

No teiktā redzams, ka vadošās plāksnes klātbūtne palielina punktveida lādiņa q elektriskā lauka intensitāti punkta O apkārtne ārpus vadītāja tieši divas reizes.

10. uzdevums

Apskatāmajā eksperimentā faktiski tiek demonstrēta viena no principā iespējamām siltummašīnām — siltuma enerģijas pārveidotājām mehāniskajā enerģijā. Šis siltummašīnas darbības principa pamatā ir feromagnētisko vielu (pie tām pieder arī niķelis) īpatnība zaudēt savas magnētiskās īpašības, temperatūrai sasniedzot noteiktu vērtību — t. s. Kirī punktu, kas niķelim ir $T_K = 358^\circ \text{C}$. Ja plāksnītes temperatūra $T < T_K$, tad magnētisko spēku iedarbības rezultātā tā deformējas un nonāk kontaktā ar sakarsēto vadītāju. Plāksnīte sakarst, zaudē savas magnētiskās īpašības un elastības spēku darbības rezultātā atgriežas iepriekšējā stāvoklī, kur tā atdziest, un process atkārtojas. Bezsvara un vakuuma apstākļos acimredzot palielināsies svārstību periods, jo samazināsies plāksnītes siltumapmaiņas ātrums (jo šajā gadījumā nav brīvās konvekcijas). Kā tika norādīts uzdevuma izklāsta sākumā, enerģija nerimstošo svārstību uzturēšanai tiek pievadīta siltuma veidā.

11. uzdevums

Uz aerostatu darbojas Zemes pievilkšanas spēks mg un cēlējspēks F_c . Aerostatam stacionāri atrodoties noteiktā augstumā, pastāv šo spēku līdzsvars

$$mg = F_c = \rho g V_a g, \quad (1)$$

kur m un V_a ir aerostata sākotnējā masa un tilpums, ρg — gaisa blīvums.

No Mendeļejeva—Klapeirona vienādojuma

$$\rho = \frac{\mu p}{RT} \quad (2)$$

(apzīmējumi vispārpieņemtie).

Diviem dažādiem augstumiem spēkā sakarības

$$m_1 g = \frac{\mu p_1}{RT_1} V_0 g \quad \text{un} \quad m_2 g = \frac{\mu p_2}{RT_2} V_0 g. \quad (3)$$

No (3) var iegūt

$$p_2 = \frac{m_2 T_2}{m_1 T_1} p_1. \quad (4)$$

Ievietojot uzdevuma nosacījumos dotos parametrus, atrodam, ka $p_2 = 802$ hPa.

12. uzdevums

Barošanas avota darbs ģenerators viena cikla laikā ir $A = qU_0$, kur q ir caur rezistoru R izplūdušā lādiņa lielums. Tā kā kondensatora enerģija $E = CU^2/2$, tad rezistorā izdalīsies enerģija

$$W = qU_0 - \frac{CU^2}{2} = CUU_0 - \frac{CU^2}{2}. \quad (1)$$

Dots, ka laika vienībā (šoreiz 1 sekundē) notiek $n = 1000$ spraugas caursītes. Tāpēc rezistora minimālajai jaudai jābūt

$$N = nW = nCUU_0 \left(1 - \frac{U}{2U_0}\right) = 48 \text{ (W)}. \quad (2)$$

13. uzdevums

Attēlā redzams, ka apgrieztā palielinājuma un attāluma sakarība var pastāvēt tikai izkliedējošai lēcai. Un tiešām, pie jebkura priekšmeta attāluma līdz lēcai tiek iegūts samazināts tā attēls.

Lēcas formula šajā gadījumā ir:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} \quad (1)$$

(F , d un f — attiecīgi fokusa attālums, priekšmeta un attēla attālums līdz lēcai).

Izvēlamies uz grafika jebkuru punktu, piemēram, to, kuram $K = 2$. Tad $d = 5$ cm.

No $K = \frac{d}{f}$ atrodam, ka $f = 2,5$ cm. Ievietojot

šos d un f izteiksmē (1), dabūjam, ka

$$D = \frac{1}{F} = -\frac{1}{5} \left(\frac{1}{\text{cm}}\right) = -\frac{1}{5,05} \left(\frac{1}{\text{m}}\right) = -20 \text{ (dioptrijas)}.$$

Atbilde: lēcas optiskais stiprums ir 20 dioptrijas.

14. uzdevums

Izvēlamies koordinātu sistēmu tā, kā parādīts 12. attēlā. Maksimālā attālinājuma brīdī $v_x = 0$ un $v_y = v$.

Tāpēc no enerģijas saglabāšanās likuma izriet

$$\frac{mv^2}{2} = eEx_{\text{max}}. \quad (1)$$

Formulā (1) ievietojot uzdevuma nosacījumos doto maksimālo attālumu

$$X_{\text{max}} = 2mE/eB^2, \quad (2)$$

iegūstam

$$v = 2E/B.$$

Kustības vienādojums maksimālā attāluma punktā ir

$$ma_x = eE - evB, \quad (3)$$

kurā, ievietojot v no (2), iegūstam

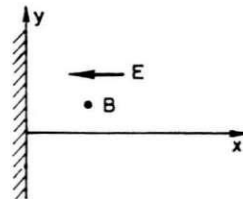
$$a_x = -\frac{eE}{m}. \quad (4)$$

Tā kā $v_x = 0$, tad a_x ir centrīces paātrinājums

$$d_x = -v^2/R, \quad (5)$$

no kurienes atrodam liekuma rādiusu

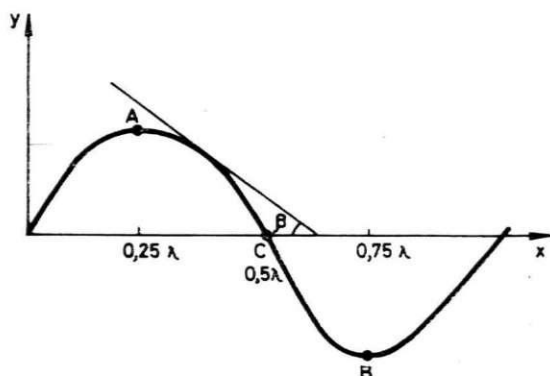
$$R = -v^2/a_x = 2x_{\text{max}}. \quad (6)$$



12. att.

15. uzdevums

Lai atrisinātu doto uzdevumu, atcerēsimies elementāru ģeometriskās optikas sakarību, proti, ja spogulis tiek pagriezts par leņķi α , tad atstarotais stars pagriežas par leņķi



13. att.

2α spoguļa pagriešanas virzienā. Apskatāmajā gadījumā virsmas profila viļņveidīguma dēļ dažādi virsmas elementi ir pagriezti atšķirīgos leņķos. Intervālu, kurā atrodas virsmas elementu pagriežuma leņķis, var atrast, izmantojot sakarību starp funkcijas

$$y = A \sin\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right),$$

kas apraksta viļņveida profilu, pirmo atvasinājumu noteiktā punktā un profila pieskares un horizonta veidotā leņķa tangensu $\operatorname{tg}\beta = -dy/dx$

No šejienes

$$\beta = -\arctg\left(\frac{2\pi A}{\lambda} \cos\frac{2\pi x}{\lambda}\right). \quad (1)$$

Tātad maksimālais leņķis, kādā virsmas elementi pagriezti uz vienu vai otru pusi attiecībā pret horizontāli, būs vienāds

$$\beta_0 = \arctg(2\pi A/\lambda). \quad (2)$$

No šejienes, neievērojot vairākkārtīgas gaismas atstarošanās iespējamību, izriet, ka atstarotā gaisma izplatīsies virzienos, kuru leņķi (mērot no horizontāles) veido sektoru

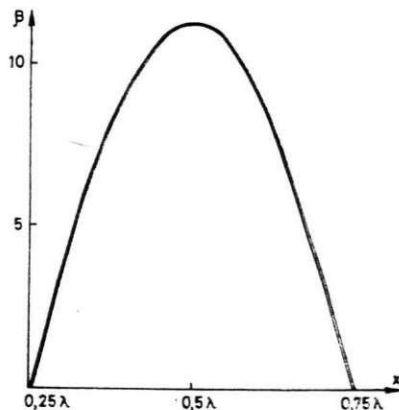
$$(\varphi - 2\beta_0; \varphi + 2\beta_0).$$

Lai atbildētu uz otro jautājumu, attēlosim leņķa izmaiņu atkarībā no koordinātas x viļņveida profila pusperiodā AB (sk.

13. att.). Šī atkarība parādīta 14. attēlā. Ilustrācijai izraudzīts gadījums

$$A/\lambda = 1/10\pi.$$

Kā redzams no funkcionālās sakarības 14. attēlā, mainoties koordinātei x , virsmas elementa pagriežuma leņķis vismazāk mainās punkta C ($x = 0,5\lambda$) apkārtnē. Var piebilst, ka šajā punktā virsmas profils maina sava liekuma zīmi — no izliekta pāriet ieliektā. Tas nozīmē, ka visi gaismas stari, kas atstarojas no virsmas elementiem punkta C apkārtnē, praktiski ir pagriezti par vienu un to pašu leņķi $2\beta_0$. Tātad maksimālais gaismas stiprums būs virzienā



14. att.

$\varphi + 2\beta_0$ (arī $\varphi - 2\beta_0$), jo šajā virzienā koncentrējas gaismas enerģija, kas atstarojas no lielāka virsmas laukuma nekā citos virzienos. Minimālais gaismas stīprums būs virzienā φ , jo to punktu apkārtne, kur viļņveida profila virsma ir horizontāla, leņķis β mainās visstraujāk, t. i., notiek visefektīvākā gaismas enerģijas izkliede dažādos virzienos. Līdz ar to novērotājs do virsmu redzēs kā tumšu un gaišu līniju sistēmu.

Līdzīgi aprakstītajam gadījumam (tikai matemātiski sarežģītākā veidā) tiek pamatota Dekarta varavīksnes teorija, kura, ievērojot dispersiju, varavīksnes parādību skaidro ar gaismas refrakciju un atstarošanas ūdens pilienos. Saskaņā ar Dekarta

teoriju, izrādās, ka gaismas stars, kas krit uz ūdens pilienu virzienā, kura attālums no pilienu centra ir vienāds ar septiņām astotdaļām no tā rādiusa, pēc vienreizējas atstarošanās pilienu iekšienē ir noliecies no sākotnējā virziena par minimālo leņķi, kas vienāds ar 138° . Šajā virzienā tad arī novēro primāro varavīksni, jo tajā, līdzīgi aprakstītajam uzdevumam, koncentrējas vislielākā gaismas enerģijas plūsma. Sīkāk ar šo, kā arī citām interesantām atmosfēras optiskajām parādībām var iepazīties J. Eidusa un O. Šmita brošūrā «Optiskās parādības atmosfērā» (R., Avots, 1980).

A. Cēbers, L. Šmits

JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ

★★ Vairāk nekā pirms gada ASV Nacionālā aeronautikas un kosmonautikas pārvalde (NASA) izplatīja šīs valsts koledžu (vidusskolu) audzēkņu vidū 120 tūkstošus rakstisku aicinājumu izvīzīt savus projektus nelieliem eksperimentiem, kurus varētu veikt pašreiz plānojamo pilotējamo kosmisko lidojumu gaitā. Desmit labākie priekšlikumi tagad izraudzīti izpildei kosmoplāna «Columbia» ceturtā izmēģinājumu lidojuma laikā. Līdzīga koledžu audzēkņu eksperimentu programma tika īstenota jau orbitālajā stacijā «Skylab» 1973.—1974. gadā; visplašāk pazīstamais no tiem bija pētījums, kā zirnekļi auž tiklus bezsvara stāvoklī.

★★ Lai kosmonautiku tuvinātu iespējami plašām skolēnu, studentu, zinātnieku, inženieru u. c. potenciālo interesentu aprindām, Anglijā uzbūvēts speciāls pavadoņs, kas pārraida Zemes virsmas attēlus, zinātniskus datus par magnetosfēru un telemetrisko informāciju tādā veidā, ka to var uztvert un atšifrēt ar visdažādākā veida neprofesionālu radioaparātūru. Piemēram, vienā no frekvencēm (145,825 MHz), izmantojot uz mikroprocesoru bāzes veidotu runas sintezatoru, ziņas par pavadoņa tehnisko stāvokli tiek pārraidītas cilvēka balsi, un, pateicoties samērā jaudīgam raidītājam, tās var uztvert ar visvienkāršāko portatīvo radiostaciju.

★★ Japānā un Kanādā sekmīgi noslēgušies eksperimenti, kuru mērķis bija apgūt televīzijas programmu pārraidi no sakaru pavadoņiem tieši uz individuāli lietojamiem uztvērējiem. Šim nolūkam atvēlētajā 12 GHz diapazonā raidījumus no japāņu pavadoņa BSE regulāri uztvēra piecdesmit vienkāršas stacijas ar antenas diametru 0,75—1,6 m, bet no kanādiešu pavadoņa «Anik-B» — ar diametru 1,2 un 1,8 m. Drīzumā Kanāda paredz palaist (atkal ar ASV nesējraķeti) pavadoņi «Anik-C», kura pārraižu tiešai uztveršanai televizori būs jāapgādā tikai ar ~500 dolāru dārgām palīgiekārtām.



RĪGAS AKADEMISKĀS ĢIMNĀZIJAS LOMA ASTRONOMISKO UZSKATU VEIDOŠANĀ 17. GADSIMTĀ

JĀNIS
KLĒTNIEKS

Pirms 350 gadiem, 1631. gada 18. aprīlī, Rīgā nodibināja Akadēmisko ģimnāziju, kura visā 17. gadsimtā ievērojami ietekmēja dabaszinātņu, tajā skaitā arī matemātikas un astronomijas, zināšanu izplatību Livonijā. Mūsu novada astronomijas vēsturei no šī laikmeta īpaši nozīmīgas ir vairākas izcilas personības: rīdzinieks Retgers Hemsings, tuvs Galileja līdzgaitnieks, Johans Mellers, pirmās šobrīd zināmās observatorijas izveidotājs Rīgā, un Dāvids Hepens, kas atklāti puda heliocentrisko pasaules uzskatu astronomijā.

16. gs. beigās Rīgā esošā Domskola, kuras pirmsākums meklējams jau 1211. gadā, kad bīskaps Alberts nodibināja domkapitulu, pārgāja no trīsgadīgas apmācības uz piecgadīgu. Reformētās Domskolas pēdējā klasē mācīja arī matemātiku, galvenokārt aritmētiku, kur kā neliela sastāvdaļa ietilpa arī sfērika un astronomija (Reiziņš, 1979). Skolu kārtības pārveidošanas iniciators bija augsti izglītotais Rīgas rātes virssekretārs Dāvids Hilhens (1561—1610), kas bija arī veicinājis pilsētas bibliotēkas attīstību un pirmās grāmatu spiestuves ierīkošanu Rīgā (1588). Par Domskolas rektoru iecēla pazīstamo «Enhiridija» (Garīgie teksti) sastādītāju Johanu Rīviju. Skola sāka darboties 1594. gada 18. jūnijā. Pateicoties šim notikumam, kuram par godu vairāki Rīgas skolu kolēģijas locekļi teica svinīgas uzrunas, līdz mūsdienām ir saglabājušās ziņas par skolas kārtības un skolnieku uzvedības noteikumiem, kā arī par mācību priekšmetiem. Šo uzrunu «Orationes tres... habitae in restitutione seu instauratione scholae Rīgensis» (Trīs uzrunas..., teiktas Rīgas skolas atjaunošanā vai jaunas kārtības ieviešanā) tekstus iespiedis pirmais Rīgas tipogrāfs Niklass Mollīns 1597. gadā. Rīvijs Domskolā ievēda ļoti stingru kārtību, kas Rīgas «kalendāru nemieru» laikā (1584—1589) skolā bija panīkusi.

Rīgas rātes skolu kolēģija ierosināja vēl tālejošākus pasākumus — izveidot ģimnāzijas apmācību, lai Domskolu beigušajiem būtu vieglāk uzsākt studijas universitātēs. 1598. gada 15. janvārī Cēsis sasauktais Livonijas bruņniecības landtāgs izskatīja Rīgas rātes lūgumu atbalstīt priekšlikumus par ģimnāzijas un arī par kādas poļu skolas dibināšanu Rīgā. Taču nemierīgo politisko un saimniecisko apstākļu dēļ to nerealizēja, jo 1600. gadā sākās poļu-zviedru karš, kas ilga 30 gadus.



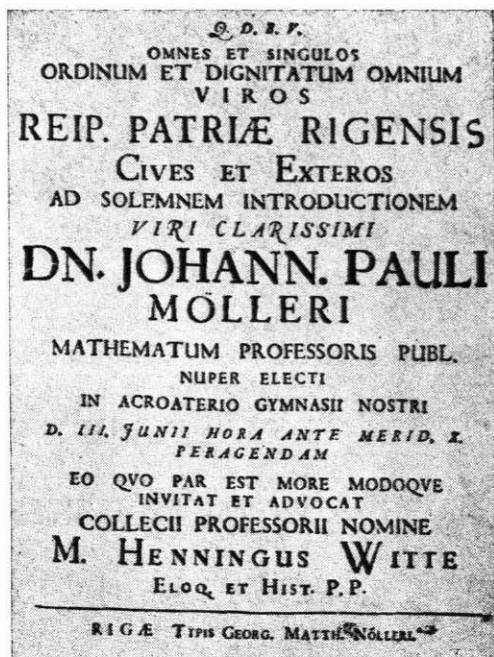
1. att. Rīgas rātes skolu inspek-
tora Hermaņa Samsona sprediķa
«Par kometām» iespiestā teksta
titullapa.

Sai laikā izglītības centri palika novārtā, kaut arī uzņēmīgākie Rīgas Domskolu beigušie jaunieši devās studiju gaitās uz Vāciju, Holandi vai Itāliju.

Viens no viņiem atstājis mūsu novada astronomijas vēsturei, lai arī netiešā veidā, heliocentrisma pirmsākuma metus. Tas ir rīdzinieks Retgers Hemsings (Rötger Hemsing). Par viņa dzīvi šobrīd zināms vēl ļoti maz, tāpēc to iespējams hronoloģiski pārskatīt tikai pa lieliem posmiem.

Retgers Hemsings dzimis Rīgā 1604. gada 8. janvārī aldara ģimenē. Pēc Domskolas beigšanas viņš studējis sākotnēji Vācijā, tad Leidenes universitātē Holandē, bet pēc tam devies uz Itāliju, kur Padujā beidzīs medicīnas studijas. Tad vienu gadu praktizējies Florencē jaunajā Marijas hospitālī. Padujā Hemsings nāk tuvā saskarē ar ievērojamo 17. gs. zinātnieku, astronomu Galileo Galileju (1564—1642). 1632. gada 27. augustā Hemsings Padujas universitātē iegūst medicīnas doktora grādu. Šajā pašā gadā iznāk arī Galileja ievērojamais darbs «Dialogo di Galileo Galilei Linceo... sopra i due massimi sistemi del mondo Tolemaico e Copernicano» (Dialogs par divām galvenajām pasaules uzbūves sistēmām — Ptolemaja un Kopernika), kurā tika atklāti pausti Kopernika heliocentrisms un iznīcinoši kritizēta Aristoteļa mācība. Šāds Visuma uzbūves uzskats neatbilda katoļu baznīcas dogmām, tāpēc Galileju sāka vajāt inkvizīcija un viņa darbus aizliedza. Arī Galilejs un viņa skolnieki bija spiesti glābties. To skaitā bijis arī rīdzinieks Retgers Hemsings, jo no Padujas 1632. gada beigās viņš devies uz Franciju, tad uz Angliju, bet pēc kāda laika

2. att. Rīgas Akadēmiskās ģimnāzijas matemātikas profesora, maģistra Johana Mellera akadēmiskās runas iespiestā teksta titullapa (1686).



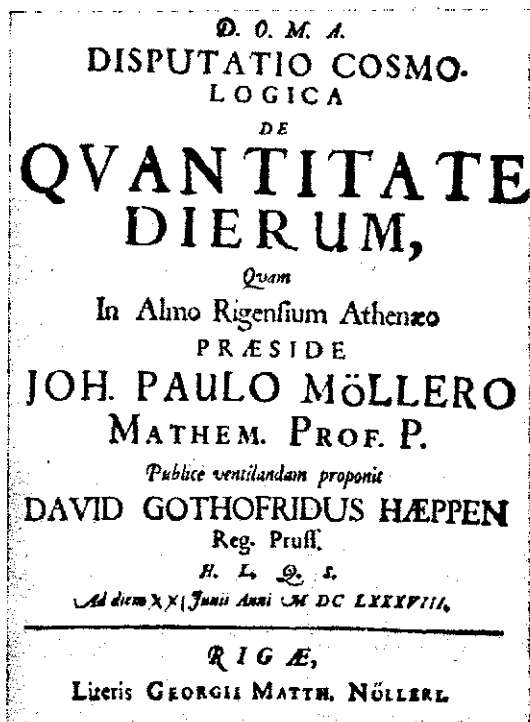
atgriezies dzimtajā Rīgā, kur strādājis par ārstu. 1635. gadā Hemsings jau ir Polijas karaļa galma ārsts, bet no 1639. gada praktizē Kēnigsbergā, kur arī mirst 1643. gada 2. februārī (Gadebusch, 1777).

Lai gan Hemsings ārpus savas medicīniskās darbības nav publicējis nevienu darbu astronomijā, tomēr viņa tiešie iespaidi, saskare ar Galileja zinātniskajiem darbiem un vareno domu pasauli, kas caur Koperniku un Keplera satrieca piš[os] pusotru gadu tūkstoti katoļu baznīcas balstīto ģeocentrismu, gan būs devusi kādu atspoguļojumu Retgera Hemsinga tuvāko paziņu lokā gan Rīgā, gan citās viņa dzīves vietās.

Atgriežoties pie ģimnāzijas izveidošanas pirmsākumiem Rīgā, jāmin vēl cita nozīmīga persona — maģistrs Hermanis Samsons (1579—1643), Rīgas virsmācītājs un Vidzemes superintendents (no 1622. g.). Hermanis Samsons bija rīdzinieks, Rīgas pilsētas sardzes kapteiņa dēls, spējīgs jauneklis, ar rātes atbalstu ieguvis labu izglītību. Viņš bija Zviedrijas valsts kanclera Aksela Uksenšernas studiju biedrs Vitenbergā. Šim faktam bija liela ietekme uz visu Samsona darbību zviedru pārvaldītajā Rīgā. Samsona personā realizējās Rīgas rātes agrākie centieni pārveidot Domskolu uz paplašinātu ģimnāzijas apmācību. Šie centieni arī saskaņojās ar zviedru izglītības politiku iekarotajā Livonijā, kas bija līdzīga kā Zviedrijā.

Pateicoties pirmā Vidzemes ģenerālgubernatora Juhana Sites atbalstam, Zviedrijas karalis Gustavs II Ādolfs 1631. gada 18. aprīlī (pēc Gregora kalendāra jeb jaunā stila — 28. aprīlī) parakstīja lēmumu par Rīgas Akadēmiskās ģimnāzijas dibināšanu.

Akadēmiskā ģimnāzija bija paredzēta kā trīsgadīga mācību iestāde, lai atvietotu teologiem un juristiem studijas universitātē. Turīgāko vecāku bērni parasti akadēmisko ģimnāziju apmeklēja tikai divus gadus, pēc tam turpināja studijas citās universitātēs. Domskola



3. att. Dāvīda Hepena disertācijas «Par dienu garumu» titullapa: «Kosmoloģijas disertācijas par dienu garumu, ko matemātikas profesora Johana Paula Mellera vadībā Rīgas Akadēmiskajā ģimnāzijā publiski, saprotamā veidā tiks priekšā (aizstāvēs) Dāvīds Gotfrīds Hepens, no Prūsijas, 1688. (gada) 21. jūnijā».

ar savām 5 klasēm palika kā galvenā skola pamatizglītībai, lai, to nobeidzot, varētu pāriet uz ģimnāziju.

Pirmajā semestrī Akadēmiskajā ģimnāzijā bija imatrikulēti četri klausītāji un lekcijas iesāka trīs profesori. Ģimnāzijas rektors bija superintendants maģistrs Hermanis Samsons, kas mācīja teoloģiju. Filozofiju mācīja divi profesori: doktors Johans Hēvelns (Höveln, 1601—1652), rīdzinieks, Rīgas pilsētas ārsts, bet no 1638. gada — Kurzemes hercoga Jekaba galma ārsts, mācīja metafiziku un ētiku; maģistrs Johans Struborgs (?—1645), studēja Rostokā, kur arī ieguvis maģistra grādu, mācīja filozofiju un loģiku. Vēlāk šīm katedrām pievienoja vēl retorikas, jurisprudences, grieķu valodas un vēstures katedras, kuras vadīja rātes ievēlāti Rīgas izglītotie pilsoņi.

Teoloģijas profesora Hermana Samsona vārdu ar astronomiju saista kāds sprediķis «Cometen Prediegt. Das ist Christliche Vnterweisung wie man den Cometen (welcher sich newlich am Himmel hat sehen lasen) soll betrachten...» (Sprediķis par komētām. Tā ir kristīga pamācīšana, kā aplūkojama komēta, kas no jauna redzama pie debesīm), kuru viņš noturēja 1618. gada decembra pirmajā pusē Pētera baznīcā.

Runa ir par divām komētām, kas bija redzamas 1618. gada rudenī un ziemā. Pirmo no tām (1618 I) atklāja 25. augustā Ungārijā. No 27. augusta to novērojis Johans Keplers (1571—1630) Lincā. Komētas spožums bijis 2—3^m, ar nelielu asti līdz 5°. 6. septembrī komētas aste jau bez tālskata nav bijusi redzama. Otra komēta (1618 II) tika atklāta 16. novembrī Svaru zvaigznājā, kur vispirms bijusi redzama komētas aste, kas pacēlusies virs horizonta. Šo komētu novērojuši visi tā laika ievērojamie astronomi: Keplers, Longomontāns, Snēfluss u. c. Komētas spožums decembra sākumā sasniedzis 1—3^m, aste izstie-

4. att. Rīgas Akadēmiskās ģimnāzijas profesora Johana Mellera vadītā disputa titullapa: «Prīmas (zemākās klases) desmit dažāda satura tēzes no (mūsu kunga) Johana Paula Mellera, jurisprudences un matemātikas profesora publisko lekciju izvēlētām vietām, kuras viņa vadībā Rīgas ģimnāzijā publikai saprotamā veidā izklāstīs (atbildētājs) Johans Dautenijs, rēvelietis, 1698. gada 24. februāri, pulksten 9 no rīta».

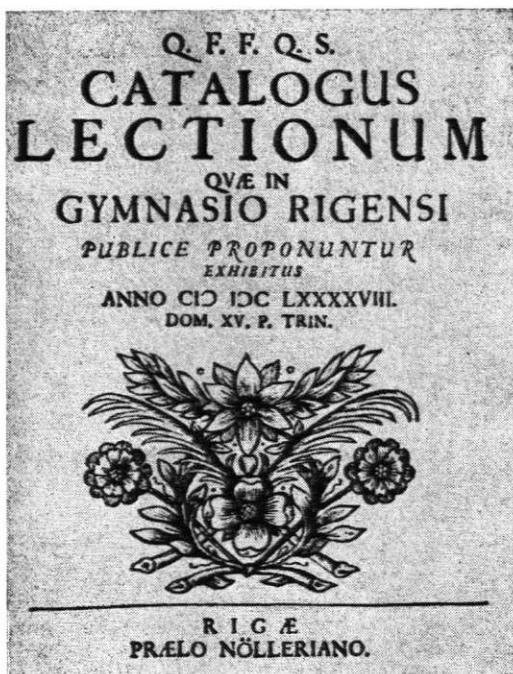
D. D. B. V.
Decas prima
Thesium Miscellaneorum
ex
Prælectionibus publicis
**DN. JOHANNIS PAULI
MÖLLERI**
Jur. & Mathemat. Prof. P.
excerptarum
Sub ejusdem præsidio
IN GYMNASIO RIGENSI
publicè ad ventilandum positarum
Respondente
JOHANNE DEUTENIO
Reval.
cl. bc LXXXVIII die XXIV Februarij
horis à IXa matutinis.

Typis Georg. Matth. Nöller.

pusies līdz pat 70°. 1619. gada 21. janvārī tās spožums samazinājies un tā vairs nav bijusi redzama (Vsehsvjatskis, 1958).

H. Samsons savā sprediķī otro komētu apraksta šādi: «Komētas kustība un uzvešanās: šai komētai bija ceļš Saules kustības virzienā. Pēc tās kustības zinātnieki secināja, ka tas norāda uz iekšēju dalīšanos divās daļās, tās dumpīgumu un nemierīgumu. Komēta sākusi pacēlumu zīmē, ko sauc par Svariem, un tur uzturējusies. Tāpēc ir jā rūpējas; tā norāda uz mums, jo Vidzeme arī atrodas zem šīs debess zīmes. Šai komētai aste ir izstiepta un izmesta starp planētu Marsu un Pūķa asti tā, ka ir redzamas arī citas zvaigznes, kā Vēršu dzinējs un Lielais Lācis, kas viss nozīmē kara briesmas, mēri un citas nelaimes. Dāvids Herlicius [vācu astronoms astrologs] paredz savās 1619. gada prognozēs [astroloģiskās prognozes], ka tieši zvaigžņu stāvoklis debesis ir tāds, kāds bija zemnieku kara laikā [1525. g.]. Tāpēc, lai katrs meklē mieru un visu to, kas kalpo vienībai! Šāda zīme pati no sevis neko neietekmē, taču tā norāda vispārīgi, kur jātiecas cilvēku prātam un kas no tā var sekot.»

Šis teksts parāda to astronomisko zināšanu līmeni, ko Samsons ieguvis, mācoties Rostokā un Vitenbergā, un kāds, domājams, valdīja izglītoto Rīgas pilsoņu aprindās. Vispirms skaidri izteikts geocentrisms. Zināmu neskaidribu ienes spriedums par komētas dalīšanos divās daļās. Taču tādu varēja radīt augusta beigās redzētā komēta, kura pazuda un atkal bija redzama decembrī. Diemžēl pārējā teksta daļa ir astroloģiska. Un tas arī saprotams, jo garīdzniecība vēl visu 17.—18. gs. pieturējās pie klasiskās Cicerona (106.—



5. att. Rīgas Akadēmiskās ģimnāzijas 1698. gadā izdotā lekciju kataloga titullapa.

43. p. m. ē.) tēzes: «Ab ultima antiquitatis memoria notatum est, Cometas semper Calamitatum praenuncios fuisse» (Jau sen ir novērots, ka komētas vienmēr nozīmējušas nelaimei).

Ne velti 1664. gada decembrī, kad atkal bija redzama spoža komēta (2^m), Rīgas rāte uzdeva Johanam Svenburgam to novērot un šo parādību izskaidrot (Svenburg, 1665; Rabinovičs, 1958).

Laikā no 1631. līdz 1656. gadam Rīgas Akadēmiskajā ģimnāzijā astronomiskie jautājumi, ja arī tādi bija, nepacēlās līdz atsevišķu publicējumu līmenim. Lai gan, pieturoties pie viduslaiku tradicionālās formas, šeit bieži tika rīkoti disputi un zinātniskie priekšnesumi, kurus arī publicēja. Daudzi no tiem saglabājušies līdz mūsdienām.

Sākoties zviedru-krīevu karam, 1656. gadā Rīgu aplenca spēcīgs krievu karaspēks. Bombardējot tika sagrauta gandrīz trešā daļa pilsētas ēku, mēra epidēmijā bojā aizgāja 3 skolotāji, 53 Domskolas audzēkņi un 16 ģimnāzisti. Pēc šiem traģiskajiem notikumiem Akadēmiskā ģimnāzija ilgi nespēja atzīrgt. Arī 1677. gada postošais ugunsgrēks, kas skāra Doma baznīcas krusta eju, kur, domājams, visu laiku no 1211. gada mita skola, aizkavēja ģimnāzijas darbu.

Nozīmīgs pagrieziens Akadēmiskās ģimnāzijas darbā sākās ar 1681. gadu, kad tika izveidota jurisprudences un matemātikas katedra. Šo disciplīnu pasniegšanai par profesoru uzaicināja Joahimu Frīzihu, tiesas padomnieku no Toruņas. J. Frīzihs astronomisko uzskatu veidošanā neienesa nekā jauna, to izdarīja viņa amata sekotājs Johans Mellers (Möller, 1648—1711), iebraucējs no Erfurtes, kas kļuva par minēto disciplīnu profesoru 1686. gadā. Jau pirmā viņa akadēmiskā runa «De multiplici usu et praestantia matheseos» (Par matemātikas dažādu metožu lietošanu un pārākumu) radīja lielu ievēribu. Ļoti populāri bija J. Mellerā vadītie disputi.

6. att. Rīgas liceja piemiņas cilnis; atrodās Mazās Pils un Vēstures ielas stūra ēkas rietumu fasādē Rīgā.



Latvijas astronomijas vēsturē sevišķi nozīmīgs darbs ir J. Mellers vadītā disertācija «De quantitate dierum» (Par dienu garumu), ko izstrādāja Dāvids Gotfrīds Hepens (Hepen, 1667—1704). Sajā darbā, kā to jau norādījis astronomijas vēstures pētnieks I. Rabinovičs (1959), skaidri izskanēja heliocentriskā pasaules uzskata propaganda, kuras paudēji bija gan Mellers, gan arī Hepens. Tā ir pirmā šobrīd zināmā publikācija par heliocentrismu, kas iespiesta Rīgā.

Bez jau minētā Retgera Hemsinga, kas netiešā veidā nesa Galileja heliocentrisma idejas Rīgā, ir zināms cits ridzinieks — maģistrs Teodoriks Dunte (?—1685), kura vadītā disertācija «De fundamentis hypothesium astronomiae» (Par astronomijas hipotēžu pamatu), ko izstrādāja 1668. gadā Vitenbergas universitātē Konstantīns Sucs no Gdaņskas, ietver vēl plašāku Kopernika heliocentrisko Visuma uzbūves izklāstu, nekā to aprakstījis Hepens.

Johans Mellers Rīgas Akadēmiskajā ģimnāzijā ierīkoja arī nelielu observatoriju, kurā bija divi angļu tipa astronomiskie teleskopi, 9 un 12 pēdu garumā, kā arī svārsta pulksteņi. Sajā observatorijā Mellers 1697. gada 19. oktobrī novēroja daļēju Mēness aptumsumu. Novērotā Mēness aptumsuma apraksts publicēts 1704. gada maijā Lībekas bibliogrāfiskajā mēnešrakstā «Nova literaria maris Balthici et Septentrionis» (Jaunākais Baltijas jūras un Ziemeļzemju zinātnē) (Klētņieks, Paparinska, 1981).

1698. gadā iespiestajās pirmslekciju tēzēs Mellers raksta, ka «studioziem» (studentiem), mācoties astronomiju, iespējams vingrināties debess spīdekļu observācijās. Tas norāda, ka Rīgas Akadēmiskās ģimnāzijas observatorija ir bijusi izmantota arī mācību nolūkos. Par šīs observatorijas astronomisko teleskopu tālāko likteni nekas nav zināms. 1706. gadā kara apstākļu dēļ akadēmiskā ģimnāzija izbeidza savu eksistenci. Palika un

mācības atjaunoja tikai Domskolas neakadēmiskā daļa, kas mācības turpināja gandrīz vēl veselu gadsimtu.

17. gadsimta pēdējā ceturksnī otra nozīmīgākā skola Rīgā bija «Schola Carolina» — zviedru karaļa Kārļa XI skola, ko vēlāk nosauca par Rīgas liceju (Lyceum Rigium). Šo skolu izveidoja 1675. gada beigās, kā «godīgu skolu muižnieku un cienijamo pilsoņu jaunatnes audzināšanai un krietnu mācītāju izglītošanai». Sākumā licejā bija četras, nedaudz vēlāk jau piecas klases, kurās mācīja austrumtautu (ebreju, haldeju, siriešu) un grieķu, latīņu valodu. Lasāmviela šajās valodās, izņemot latīņu valodu, bija galvenokārt garīgie teksti. Vecākajās klasēs mācīja arī loģiku, retoriku, vēsturi un ģeogrāfiju. Astronomija šeit netika mācīta.

Sevišķu uzplaukumu Rīgas licejs sasniedza rektora Johana Upendorfa vadībā (1678—1698), kad licejā mācījās pat līdz 130 skolniekiem. Licejs atradās ēkā blakus Jēkaba baznīcai, kur pirms tam bija izvietoti Rīgas garnizona somu kareivji (skat. J. Broces zīmējumu «Zvaigžņotā debess», 1981. gada rudens vāku 3. lpp.).

Rīgas liceja darbība zviedru valdīšanas periodā ilga līdz 1710. gadam. 1733. gadā liceju atjaunoja krievu valdība. Pārdēvēts par «ķeizarisko Rīgas liceju», tas darbojās līdz pat 1804. gadam, kad to pārveidoja par guberņas ģimnāziju.

Vēl tagad Rīgā Mazās Pils un Vēstures ielu stūra ēkas rietumu fasādi rotā piemiņas cilnis ar šādiem uzrakstiem:

Zemākajā daļā —

LYCEUM REGIUM
CAROLI XI
PIETATE. FUNDATUM
ANNO 1675

(Karaliskais licejs, ar Kārļa XI zēlastību dibināts 1675. gadā);
augšdaļā —

LYCEUM IMPERATORIUM
PETRI MAGNI ET
AUGUSTISS. SUCCESSORUM
CLEMENTIA INSTAURATUM
CONSECRATUM MDCCXXXIII

(Ķeizariskais licejs, Pētera Lielā un Visgaišākā. Pēcteču viszēlīgi atjaunots [un] iesvētīts 1733. [gadā]).

LITERĀTŪRA

Gadepusch F. K. Livländische Bibliothek nach alphabetischer Ordnung. Erster Theil. Rīga, Johann Friedrich Hartknoch, 1777. S. 472 (ZA FB R. 3455).

Klētnieks J., Pāparinska V. Pirmais zināmais Mēness aptumsuma novērojums Rīgā 17. gadsimta beigās. — Zvaigžņotā debess, 1981./82. gada ziema, 58.—63. lpp.

Rabinovičs I. Johans Svenburgs novēro komētu. — Zvaigžņotā debess, 1958. gada rudens, 42.—44. lpp.

Rabinovičs I., Apīnis A. Disertācija «Par dienu garumu» Rīgas Akadēmiskajā ģimnāzijā 17. gadsimta beigās. — Zvaigžņotā debess, 1959. gada pavasaris, 42.—50. lpp.

Svenburg J. Kurzer und einfältiger Discursus über den Cometen. Rīga, H. Bessemessern, 1665.

Всехсвятский С. К. Физические характеристики комет. М., 1958. 575 с.

Рейзинь Л. Э. Математика в рижских школах XIII—XVII веков. — В кн.: «Вопросы истории науки и техники Прибалтики». Вильнюс, 1979, с. 103.



ORGANISKĀS SINTĒZES INSTITŪTS — JUBILĀRS

1982. gadā uz savas pastāvēšanas un darba ceturtdaļgadsimtu atskatās viens no lielākajiem un zinātniskās produkcijas ziņā icovērojamākajiem mūsu Zinātņu akadēmijas institūtiem — Organiskās sintēzes institūts. To organizējis 1957. gadā pazīstamais ķīmiķis Solomons Hillers (1915—1975). Institūts guvis plašu atzinību visā Padomju Savienībā un arī ārpus tās robežām gan ar saviem savienojumiem dažādās organiskās un bioorganiskās ķīmijas nozarēs, gan — it īpaši — ar jaunu medicīnas preparātu un lauksaimniecības ķimizācijas līdzekļu sintēzi un rūpniecisku ražošanu. Institūts vada divu Vissavienības zinātnisko padomju — Pentozānsaturošo izejvielu zinātniskās padomes un Sērorganisko savienojumu padomes — darbību, koordinējot pētījumus šai nozarē vissavienības mēroga. Vadoties no bioloģiskā universālisma principiem, tagadējais Institūta direktors profesors Gunārs Čipēns izstrādājis dzīvo organismu bioregulatoru — peptīdu hormonu darbības teoriju, atradis kopsakarus starp hormonu ķīmisko struktūru un bioloģisko aktivitāti, par ko 1981. gadā izpelnījies PSRS Valsts prēmiju. Institūts izvērsis arī plašu starptautisku sadarbību, ieviešot jaunatrstos preparātus (piemēram, pretvēža līdzekli ftorafūru) daudzas valstīs.

1980. gadā par ieguldījumu miera un starptautiskās sadarbības veicināšanā, izstrādājot un realizējot dažādās pasaules valstīs savus preparātus, institūts saņēmis starptautisko apbalvojumu «Zelta Merkurs» (sk. pievienoto horoskopu!). Šādu atzinību saņēmuši pavisam 3 PSRS zinātniskie institūti (arī PSRS ZA Augsttemperatūras fizikas institūts un PSRS ZA Sibīrijas nodaļas Katalīzes institūts), republikā bez tam arī — ražošanas apvienība «VEF» un Latvijas PSR Tirdzniecības palāta.

Visas šīs un vēl citas Institūta darbības puses mēģināts atainot institūta horoskopā, ko 1977. gada februārī sastādījuši OSI laboratorijas vadītājs, LPSR ZA akademiķis J. Stradiņš kopā ar astronomijas vēsturnieku I. Rabinoviču. Protams, šis un arī citi horoskopu nav ņemami gluži nopietni, taču turpat jāpiebilst, ka horoskops nav patvaļīgi sadomāts, bet sastādīts, *stingri* vadoties no horoskopu sastādīšanas noteikumiem. Kā redzam, šie noteikumi ļauj diezgan plašu vaļu sastādītāju fantāzijai un kombinācijas spējai un galu galā itin kā ataino reālo situāciju, vismaz dažas tās puses. Horoskops tika nolasīts Organiskās sintēzes institūta 20 gadu svinību sarīkojumā Rīgas sporta pīlī, 1977. gada 26. februārī.

To publicējam šai izdevumā pirmoreiz, — sakarā ar Organiskās sintēzes institūta dibināšanas 25 gadu jubileju.

ORGANISKĀS SINTĒZES INSTITŪTA HOROSKOPS

Vadoties no bioastroloģiskā universālisma principa, risināta problēma par kosmisko faktoru ietekmi Organiskās sintēzes institūta likteņos. Šādu nostādni ierosināja fakts, ka institūts dzimis gluži unikālā Saules aktīvi-

tātes periodā, proti, 1957. gadā, kad reģistrēts XX gs. maksimālais Saules plankumu skaits (attiecīgais Volfa skaitlis 190).

Lai nenolaistos vulgārās astroloģijas līmenī, problēmas risināšanā tika pieaicināts ievērojamākais astroloģijas lietpratējs Rīgā I. Rabinovičs, ar kura palīdzību sastādīts institūta horoskops, tā sakot, *lege artis*, pēc astroloģijas likumiem; nevis izmantojot piemeklējuma un pakāpeniskā tuvinājuma paņēmieni, bet *ab initio*. Izmēģināti vairāki varianti, taču tie, kuros par atskaites punktu bija izvēlēts 1957. g. 1. vai 2. janv.,¹ bija jāatmet kā neskaidri un pretrunīgi. Tādēļ horoskopā par izejas punktu ņemts — Rīga T₃ 1956. g. 20. dec. 11.10, brīdis, kad tika uzsākta LPSR Zinātņu akadēmijas Prezidija sēdes 4. dienas kārtības punkta izskatīšana — par Organiskās zinātnes institūta dibināšanu. Horoskops sastādīts pēc Auerta tabulām un Klaudija Ptolomeja darbā «*Tetrabyblios*» izvirzīto pieņēmumu pamata. Vēlākās izcelsmes domicilijas, ko lieto Nostradamusa u. c. horoskopi, nav ņemtas vērā.

Noskaidrots, ka institūta zodiaka zīme ir **Mežāzis** (*Capricornus*), bet iestādes dzīvei nozīmīgākie spidekļi — **Saule un Merkurs**. Institūta problemātiku nosaka Mežāzis. Nevarēju īsti izšķirties, vai mežāzis uzskatāms par gaļas lopu un vai pats zodiaks institūtam būtu lēmis nodarboties ar lauksaimniecības ķimizāciju. Taču mežāža bioloģiskā aktivitāte, kuras pamatā ir hormonālā aktivitāte, ir ārkārtīgi spēcīga, tāpat institūta horoskopā stāv hormoni. Otra blakus zīme ir Strēlnieks, kas varētu zīmēties uz Ērlīha «burvju lodēm», — ķimioterapeitiskiem preparātiem, bet šīs zīmes loma institūta dzīvē ir mazāka. Tālāk Merkurs ir aktivitātes dievs, komercijas dievs, ašuma dievs. Institūta horoskopā Merkurs ir daudz spēcīgāks par Sauli, kura decembrī stāv visai zemu zem ascedenta — tas varētu liecināt, ka pielietojamie, praktiskie rezultāti, Merkura rezultāti, prevalē pār fundamentālajiem, ko pārstāv Saule. Merkura diena ir trešdiena (*Mercurii diae*), kas liecina, ka zinātniskās padomes sēžu diena izvēlēta pareizi un vispār svarīgākie lēmumi būtu jāpieņem šai dienā, kolektīvi apspriežot. Merkura ķīmiskais ekvivalents ir dzīvsudrabs, kura loma institūta dzīvē gan nav izšķirīga, bet tomēr norāda, ka polarogrāfija uz pilošā dzīvsudraba elektroda te būtu izkopjama.

Tas, ka ascedents atrodas Mežāža zīmē, no astroloģijas viedokļa nozīmē — citēju — maģijas izmantošanu, darbus, kas prasa noturību, kā arī netīra rakstura darbus, piemēram, atkritumu vākšanu un skursteņskrāpēšanu. Šie norādījumi varētu zīmēties uz organisko ķīmiju un metabolisma pētījumiem.

Tāpat Mežāža zīmē atrodas Saule un Merkurs. Merkurs norāda uz intelektuāli attīstītu līdzstrādnieku un labu komercijas vidutāju pieplūdumu. Saule atrodas zem Marsa kvadrātūras — nelāgs veselības stāvoklis, pastāvīgas rūpes, bažu sajūta, nenoteiktība.

Horoskopu ietekmē arī Venēra Strēlnieku zīmē — taisnīgi lēmumi, morālā stabilitāte. Jupiters Svaros Saturna sensilā: iemiļots sabiedrībā, jautrs, estētisks, ar tieksmi uz mākslām.

Ārkārtīgi svarīga zīme institūta horoskopā ir Uguns trīsstūris, kas balstās uz Marsu, Mēnesi un Saturnu. Uguns trigona alķīmiskais simbols ir

¹ Institūta oficiālā dibināšanas diena un pirmā darba diena.

Sērs. Vai tas nenozīmētu, ka Vissavienības Sērsaturošo organisko savienojumu padomes darbība, ko vada institūts, nav pietiekama, — būtu jāaktivizē arī pētnieciskais darbs sērorganiskajā ķīmijā un varbūt heterociklu ķīmijā vispār? Īpaši ietekmīgs ir Marss, kas atrodas paša mājās (domiciklā). Mēness Lauvas zīmē iztulkojams kā tieksme uz greznošanos, valdonīgums, sliecība uz spekulācijām un seksu. Saturns Strēlniekā nozīmē pētnieciskas tendences, taču vienlaikus arī godīgumu un nopietnu attieksmi pret dzīvi. Saturna un Venēras tuvums Debess vidum norāda uz slavu, savienojot svīnu un varu.

Lietotā Ptolomeja metodika nav ļāvusi droši nosacīt institūta mūža ilgumu. Aptuveni vērtējumi pēc citiem kritērijiem (animistiskās somnambulohijas) dod 67 ± 7 gadus. Tas nozīmē, ka institūts varētu pastāvēt līdz 2017.—2034. gadam un uz šo laiku droši var plānot kādu īsti fundamentālu atklājumu, kas attaisnotu iestādes eksistenci.

Tādā kārtā Organiskās sintēzes institūts, pasvītroju — atkal **pirmais** no mūsu republikas zinātniskām iestādēm — ir guvis pēc astroloģiskās mākslas likumiem sastādītu horoskopu.

Tad nu uzsauksim tostu par Mežāzi, Merkuru un Sauli mūsu institūta dzīvē, par institūta gaišu nākotni — vai nu saskaņā ar horoskopu, kur tas mums labvēlīgs, vai pretēji tam, kur tas nestrādā mūsu labā!

Jānis Stradiņš

1977. gada 24.—26. februārī

JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ

★★ Zemes atmosfēras cirkulācijas vispārējā atkarība no Saules aktivitātes mūsdienās neizraisa nekādas šaubas, tomēr gaužām reti izdodas izmantot Saules aktivitātes datus konkrētām gaidāmā laika prognozēm. Bet Kazaņas Hidrometeoroloģiskās observatorijas darbinieki ievērojuši, ka 90% gadījumu pēc lielu plankumu pāriešanas pāri Saules diska centrālajam meridiānam, tai Zemes virsmas apgabalā, uz kuru bija projicējies plankums, izceļas straujas gaisa masu kustības. Izmantojot šo parādību, Kazaņas meteorologi sekmiģi prognozē puteņus, vētras, lietusgāzes un negaisus.

★★ Viens no aktuālākajiem Saules pētnieku uzdevumiem ir atrast paņēmienu, kā laikus pamanīt strāvas slāņa veidošanos nākošā uzliesmojuma vietā. Bet, pārlūkojot agrāku gadu novērojumu materiālu, padomju zinātnieki ir konstatējuši, ka tais gados, kad uzliesmojumus ievadošās norises vēl nebija iepazītas, tomēr ir sakrāta svarīga informācija. Aktīvo apgabalu spektrogrammās ir novērotas t. s. ūsas — plašas nepārtrauktas emisijas joslas, bet radiostarojuma plūsmas pierakstā — dažu 10 min. ilgi līmeņa pazeminājumi. Šodien ir kļuvis skaidrs, ka minētās detaļas ir strāvas slāņa pazīmes. Līdz ar to ir gūts eksperimentāls apstiprinājums mūsdienu uzskatiem par Saules uzliesmojumu norisi.

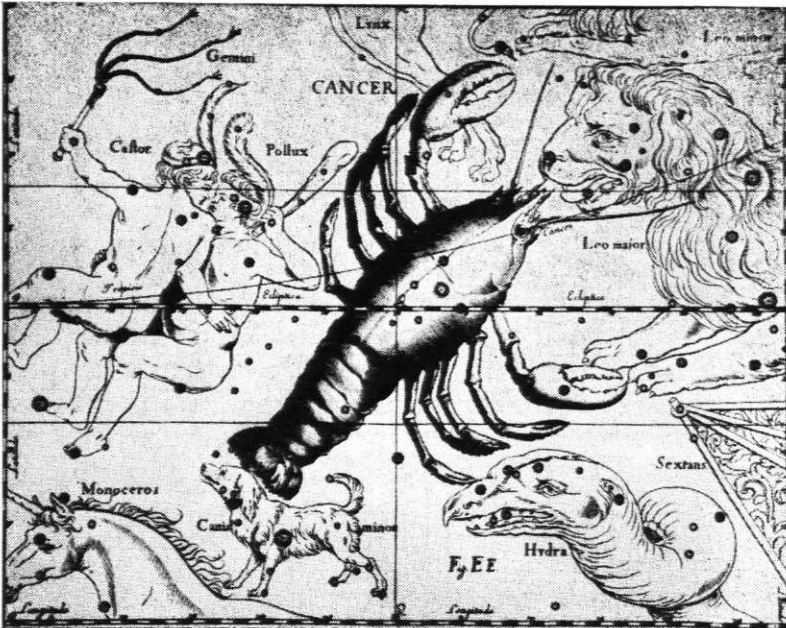
ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 1982. GADA PAVASARĪ

1982. gada astronomiskais pavasaris sākas 21. martā 1^h56^m, beidzas 21. jūnijā 20^h23^m pēc Maskavas dekrēta laika.

Pavasara vakaros redzami izteiksmīgie, spožām zvaigznēm bagātie zodiaka zvaigznāji Dvīņi un Lauva. Tos vienu no otra atdala tumšs apgabals, kur nav nevienas spožas zvaigznes — tikai dažas no tām ir nedaudz spožākas par 4. zvaigžņlielumu. Tas ir Vēža zvaigznājs. Senie astrologi uzskatīja, ka te atrodas debesu ieeja, pa kuru uz Zemes nolaižas jaundzimušo bērnu dvēseles.

Apmēram pirms 2000 gadiem Vēža zvaigznājā atradās vasaras saulgriežu punkts, kas tagad Zemes ass precesijas dēļ ir pārvietojies uz Dvīņu zvaigznāju. Vasaras saulgriežu punktā ap 22. jūniju Saule sasniedz vislielāko iespējamo deklināciju (+23,5°), bet pēc tam sāk virzīties atpakaļ kā Vēzis. Varbūt tieši tāpēc debess apgabalu, kur atradās saulgriežu punkts, nosauca par Vēzi. Paralēli, pa kuru vasaras saulgriežos pārvietojas Saule, vēl tagad dēvē par Vēža tropu.

Visvieglāk Vēzi atrast, orientējoties pēc Polluksa (Dvīņu β) un Prociona (Mazā Suņa α). Abas šīs zvaigznes un viena no Vēža spožākajām zvaigznēm δ veido vienādmalu trijstūri. Novelkot Lielā Lāča kausa četrstūrī diagonāli no rokturiem pieguļošās virsotnes un turpinot to rokturim pretējā virzienā, arī nonāksim Vēža zvaigznājā. Netālu no δ, nedaudz augstāk par to, atrodas γ, bet pa labi no tām redzams vāji mirdzošs miglains plankumiņš, kas vecās zvaigžņu kartēs ir apzīmēts ar ε. Senās Romas rakstnieks, zinātnieks un valsts darbinieks Plīnijs Vecākais (1. gs.) par šo grupu teicis: «Vēža zīmē ir divas mazas zvaigztnītes, kuras sauc par Ēzelišiem, bet starp tām — mazs mākonītis, kuru sauc par Sili». Tikai Galilejs, pavērsis pret Sili teleskopu, atklāja tās īsto dabu — miglainā mākonīša vietā viņš ieraudzīja vairāk nekā 40 vājas zvaigznes. Tā Sile kļuva par pirmo ar teleskopu atklāto vaļējo zvaigžņu kopu. Tagad Galaktikā ir zināms ap 800 vaļējās zvaigžņu kopas, to vidū ar neapbruņotu aci saskatāmas Plejādes jeb Sietiņš un Hiādes Vērša zvaigznājā. Sile jeb Praesepe (M 44) ir ļoti līdzīga Hiādēm, tikai tajā nav tik spožu zvaigžņu. Kopā ietilpst ap 350 zvaigznes, tās attālums no Saules ir 550 gaismas gadi. Sile labi redzama prizmatiskā binoklī ar desmitkā-



1. att. Vēža zvaigznājs J. Hevēlija zvaigžņu atlantā.

tīgu palielinājumu. Tā kā tās integrālais spožums ir 3,7, tad ar neapbruņotu aci tā saskatāma tikai tumšās un skaidrās bezmēness naktīs.

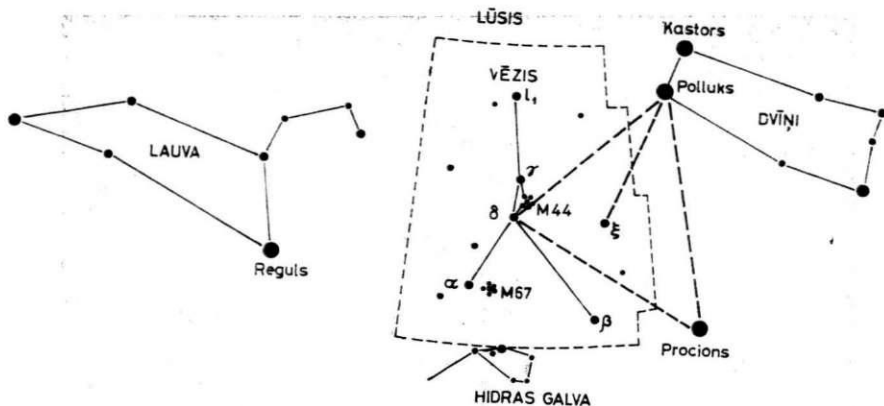
Abu zvaigžņu δ un γ kopīgais nosaukums Ēzeļiši ar laiku tika precizēts. δ tikai nosaukta par Dienvidu Ēzeļi (Asellus Australis), bet γ — par Ziemeļu Ēzeļi (Asellus Borealis), jo pirmā atrodas uz dienvidiem, otrā — uz ziemeļiem no Siles.

δ ir 3,9. lieluma KO spektra klases milzis. Tās attālums no Saules — 230 gaismas gadi. γ ir gandrīz par vienu zvaigžņlieluma klasi vājāka nekā δ .

Vēža α jeb Akubens pretēji tradīcijai nav zvaigznāja spožākā zvaigzne. Tās lomā izpilda β — K4 spektra klases milzis, kura spožums ir 3,5. Pastāv aizdomas, ka tās abas ir mainzvaigznes. α bez tam ir dubultzvaigzne. Galvenā komponente ir 4,2. lieluma, bet pavadoņi — 11. lieluma zvaigzne. Atsevišķi saskatāmas tikai teleskopā, jo attālums starp tām ir 11 loka sekundes.

Pa labi no α atrodas vēl viena vaļēja zvaigžņu kopa M 67. Ar neapbruņotu aci tā nav redzama.

Ļoti interesanta pieckārtīga zvaigžņu sistēma ir ζ . Sistēmas galvenā zvaigzne ir 5,6. lieluma F8 spektra klases galvenās secības zvaigzne, bet otra — G0 spektra klases zvaigzne, kuras spožums ir 6,3. Attālums starp tām ir 1 loka sekunde, bet apgriešanās periods — 60 gadi. Viena no tām ir spektrāla dubultzvaigzne. Sistēmā ir vēl divas zvaigznes, kuru savstar-



2. att. Vēža zvaigznājs un tā tuvākā apkārtnē.

pējais apgriešanās periods ir 17,6 gadi. Abu grupu kopīgais periods ir 1100 gadi. Divas komponentes ir saskatāmas nelielā teleskopā ar 10 cm diametru, pārējās — lielākā instrumentā. ζ ir viegli atrast, tā atrodas uz vienas taisnes ar Kastoru un Polluksu.

Arī ι_1 ir dubultzvaigzne, kas saskatāma nelielā teleskopā.

Tieši zem Vēža zvaigznāja redzams raksturīgs vāju zvaigznišu piecstūris. Tā ir Hidras galva, tās pašas hidras, kurai palīgā steidzies vēzis, kad tai uzbruka Herakls. Vēl zemāk un nedaudz pa kreisi atrodas Hidras α jeb Alfards — vienīgā spožākā zvaigzne šajā debess apgabalā.

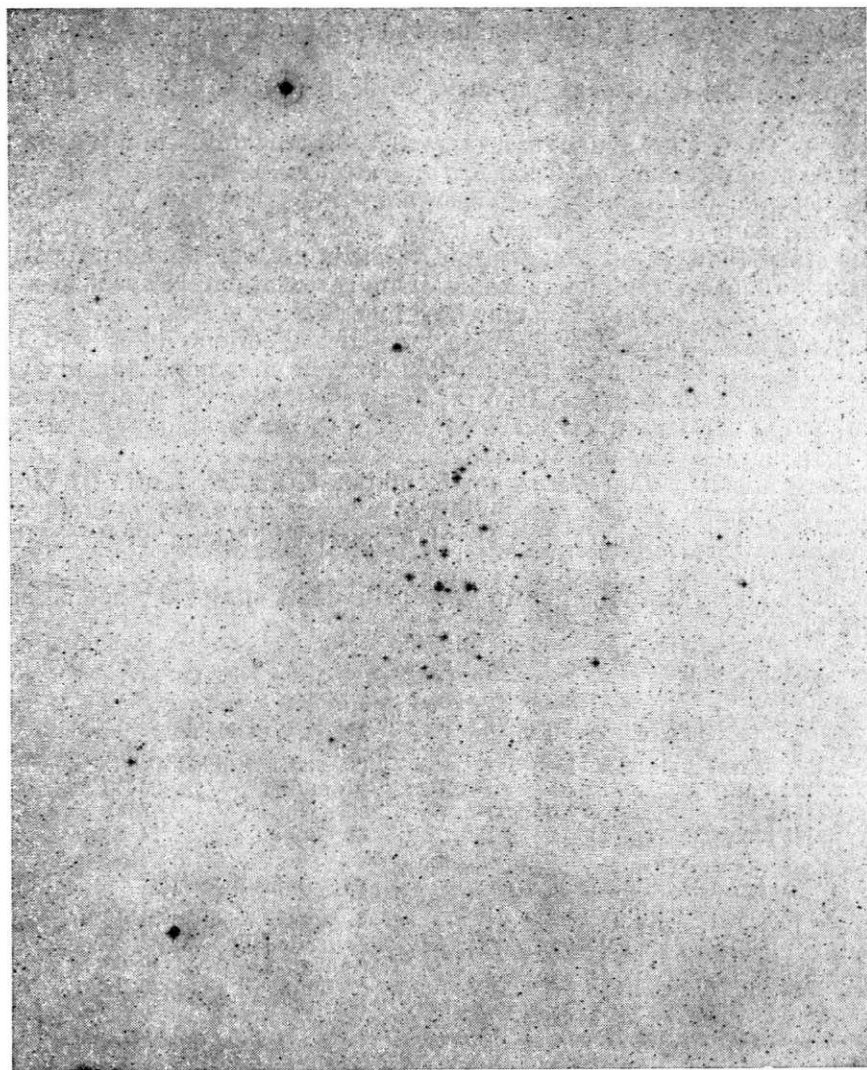
Virs Vēža novietojies tikpat tumšais un neuzkrītošais Lūša zvaigznājs, par kuru J. Hevēlijs teicis, ka vajadzīgas lūša acis, lai to ieraudzītu.

Planētas

Merkurs 9. maijā atrodas vislielākajā austrumu elongācijā (21° no Saules) un redzams vakaros Vērša zvaigznājā debess rietumu pusē ļoti zemu pie apvāršņa kā $+0,6$. lieluma spīdekļis. Pārējā laikā nav redzams, jo 11. aprīlī atrodas augšējā konjunktijā (aiz Saules), bet 1. jūnijā — apakšējā konjunktijā (starp Zemi un Sauli). 26. jūnijā tas nonāk vislielākajā rietumu elongācijā (22° no Saules), tomēr gaišo nakšu dēļ arī nav saskatāms.

Venēra 1. aprīlī nonāk vislielākajā rietumu elongācijā (46° no Saules) un pavasara sākumā redzama no rītiem uz Mežāža un Ūdensvīra zvaigznāju robežas, bet no 4. aprīļa Ūdensvīra zvaigznājā. Tās redzamais spožums ir $-4,0$. No aprīļa vidus līdz jūnija vidum praktiski nav redzama, jo atrodas pārāk zemu pie apvāršņa. Atkal mazliet saskatāma tikai jūnija otrajā pusē kā Rīta zvaigzne. Tās spožums ir samazinājies līdz $-3,4$.

Marss visu pavasari atrodas Jaunavas zvaigznājā. 31. martā tas nonāk opozīcijā (Zeme atrodas starp Sauli un Marsu), tāpēc pavasara sākumā redzams visu nakti, bet beigās — nakts pirmajā pusē. Redzamais spo-



3. att. Valējā zvaigžņu kopa Sile Vēža zvaigznājā. Augšā un apakšā redzamās spožākās zvaigznes ir Ziemeļu un Dienvidu Ezelis. (I. Jurgīša uzņēmums ar RAO Šmita teleskopu.)

žums šajā laikā izmainās no $-1,2$ līdz $+0,2$. 13. maijā pāriet no pretējās kustības uz tiešo kustību.

Mēness aiziet Marsam garām 7. aprīlī 2° , 4. maijā 3° , 31. maijā 5° virs tā.

Jupiters 26. aprīlī atrodas opozīcijā, tāpēc visu pavasari ir labi redzams, sākumā gandrīz visu nakti, bet vēlāk — nakts pirmajā pusē. Līdz 16. aprī-

lim atrodas Svaru, pēc tam — Jaunavas zvaigznājā. Tā redzamais spožums ir —2,0.

Mēness aiziet Jupiteram garām 9. aprīlī, 6. maijā, 2. un 30. jūnijā 4° virs tā.

Saturns arī atrodas Jaunavas zvaigznājā, un redzamība tam ir tāda pati kā Marsam un Jupiteram. Opozīcijā tas atrodas 9. maijā, bet 19. jūnijā uzsāk tiešo kustību. Spožums pavasara mēnešos izmainās no +0,5 līdz +0,9. Gredzena redzamie izmēri ir 43"×48". Pie debesīm Saturns redzams starp Jupiteru un Marsu un ir vājākais no tiem. Gandrīz tieši zem Saturna pa labi no Jupitera redzama Jaunavas zvaigznāja spožākā zvaigzne Spika. Tās redzamais spožums ir vēl mazāks — +1,2.

Visvieglāk Jaunavas zvaigznāju var atrast, orientējoties pēc Lielā Lāča kausa. Turpinot kausa roktura loku uz leju, mēs nonāksim pie Vēršu Dzinēja spožākās zvaigznes Arktura, bet, velkot loku vēl tālāk, atradīsim Spiku. Spiku var atrast, arī turpinot uz leju to kausa diagonāli, kas neiet caur rokturim pieguļošo zvaigzni.

Mēness aiziet garām Saturnam 5. maijā, 1. un 28. jūnijā 3° virs tā.

Urāns 24. maijā atrodas opozīcijā un redzams pavasara sākumā nakts otrajā pusē, bet pavasara beigās visu nakti Skorpiona zvaigznājā kā 6. lieluma spīdeklis.

Mēness aiziet Urānam garām 12. aprīlī un 9. maijā 3°, bet 5. jūnijā 4° virs tā.

Mēness

☾ (pēdējais ceturksnis)

17. martā	plkst. 20 ^h 15 ^m
16. aprīlī	" 15 43
16. maijā	" 8 12
14. jūnijā	" 21 07

☾ (pirmais ceturksnis)

1. aprīlī	plkst. 8 ^h 09 ^m
30. aprīlī	" 15 08
29. maijā	" 23 07
28. jūnijā	" 8 57

Mēness perigejā

29. martā	plkst. 10 ^h
26. aprīlī	" 0
24. maijā	" 6
21. jūnijā	" 15

● (jauns Mēness)

25. martā	plkst. 13 ^h 18 ^m
23. aprīlī	" 23 30
23. maijā	" 7 41
21. jūnijā	" 14 53

☾ (pilns Mēness)

8. aprīlī	plkst. 13 ^h 19 ^m
8. maijā	" 3 46
6. jūnijā	" 19 00
6. jūlijā	" 10 32

Mēness apogejā

14. aprīlī	plkst. 3 ^h
11. maijā	" 18
8. jūnijā	" 8
5. jūlijā	" 5

Spēcīgākās meteoru plūsmas

Liridas novērojamas no 18. līdz 24. aprīlim, maksimumā no 21. līdz 22. aprīlim redzami līdz 10 meteoru stundā.

γ *Akvarīdas* no 30. aprīļa līdz 8. maijam, maksimumā no 3. līdz 4. maijam novērojami līdz 36 meteoru stundā.

Ā. Alksne

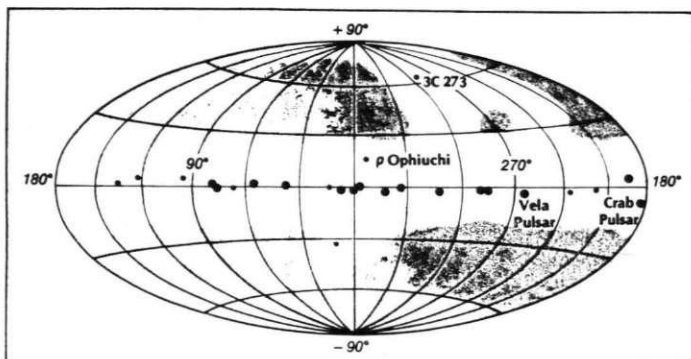
PIRMO REIZI «ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ»

JURIS BIRZVALKS — tehnisko zinātņu kandidāts, LPSR ZA Fizikas institūta vecākais zinātniskais līdzstrādnieks. Viņa zinātniskās intereses saistās ar magnetohidrodinamiskajām (MHD) mašīnām, ar dažu to paveidu izmantošanu atomenerģētikā. Magnētisko lauku sadalījuma pētījumi ir bijuši pamatā pārdomām par lauka nehomogenitātes ietekmi uz lādēto daļiņu koncentrācijas nevienmērību atmosfērā.



JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ

★★ Publicēts patlaban vispilnīgākais cietā gamma starojuma (ar kvantu enerģiju virs 100 MeV) avotu katalogs 2CG — otrs, kas sastādīts pēc novērojumiem ar Rietumeiropas pavadoņi COS-B, kuru palaida 1975. gadā. Tas ietver 25 avotus, no kuriem lielais vairums projicējas uz Piena Ceļa joslu un tālād acimredzot atrodas mūsu Galaktikā. Ar jau zināmiem objektiem līdz šim identificēti četri: viens ar plaši pazīstamo kvazāru 3C 273, otrs — ar tumšu starpzvaigžņu vielas mākonī Čūsksneša zvaigznājā, pārējie divi — ar pulsāriem Krabja miglājā un Buras zvaigznājā. Jau pēc kataloga sagatavošanas un publicēšanas ar COS-B atrasti vēl daži cietā gamma starojuma avoti, to vidū divi pulsāri.



Debess sfēras cietajos gamma staros pēc kataloga 2CG (galaktiskajā koordinātu sistēmā, kuras ekvators stiepjas gar Piena Ceļa joslu, bet nulpunkts sakrīt ar virzienu uz Galaktikas centru). Ar pelēku krāsu iezīmēti apgabali, kurus līdz kataloga sastādīšanas brīdim pavadoņi COS-B nebija novērojis. (Pēc «Sky and Telescope».)

СОДЕРЖАНИЕ

А. Алксне. Встречаются планеты. Э. Мукин. Результаты работы двух космических телескопов. НОВОСТИ. Ю. Бирзвалкс. Физические поля и жизнь на Земле. Н. Цимахович. Радиовсплески Солнца отражаются в красках. А. Балклавс. Внеземные цивилизации и... ядерные отходы. ОСВОЕНИЕ КОСМОСА. Г. Титов. Долгий век «Салюта-6». Э. Мукин. «Voyager-2» у Сатурна. КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ. А. Балклавс, И. Пундуре. О структуре Вселенной — в Таллине. Я. Кижла. Коллоквиум под 6-м телескопом. В ШКОЛЕ. В. Вейскопф. Человечна-ли физика? А. Цебер, Л. Шмит. Задачи и решения 6-й республиканской открытой олимпиады по физике. 2. ИСТОРИЯ. Я. Клетниекс. Роль Рижской академической гимназии в формировании астрономических взглядов в 17 веке. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ КЛУБКОВ. Я. Страдынь. Институт органического синтеза — юбиляр. А. Алксне. Звездное небо весной 1982 года.

CONTENTS

A. Alksne. The planets meet. E. Mūkins. Performance of two space telescopes. NEWS. J. Bīrzvalks. Physical fields and life on the Earth. N. Čimahoviča. Solar radio bursts are described by colours. A. Balklavs. Extraterrestrial civilization and nuclear wastes. SPACE EXPLORATION. G. Titov. The long life of «Salut-6». E. Mūkins. «Voyager-2» at Saturn. CONFERENCES, MEETINGS. A. Balklavs, I. Pundure. On Universe structure — in Tallin. J. Kižla. Colloquium under the 6-meter telescope. AT SCHOOL. V. Veiskopf. Is physics human? A. Cēbers, L. Smits. Tasks and solutions of the sixth Latvian open physics olympiad. 2. HISTORY. J. Klētnieks. The role of Riga's academic gymnasium in forming astronomical views in the 17th century. LAW OF BALL CONSERVATION. J. Straidiņš. Institute of organic synthesis celebrates its anniversary. A. Alksne. Starry sky in the spring of 1982.

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО, ВЕСНА 1982 ГОДА

Издательство «Зинатне», Рига 1982

На латышском языке

ZVAIGZNOTĀ DEBESS, 1982. GADA PAVASARIS

Redaktore *I. Jansone*. Mākslinieciskais redaktors *V. Kovaļovs*. Tehniskā redaktore *A. Pelikša*. Korektore *M. Slaukstiņa*.

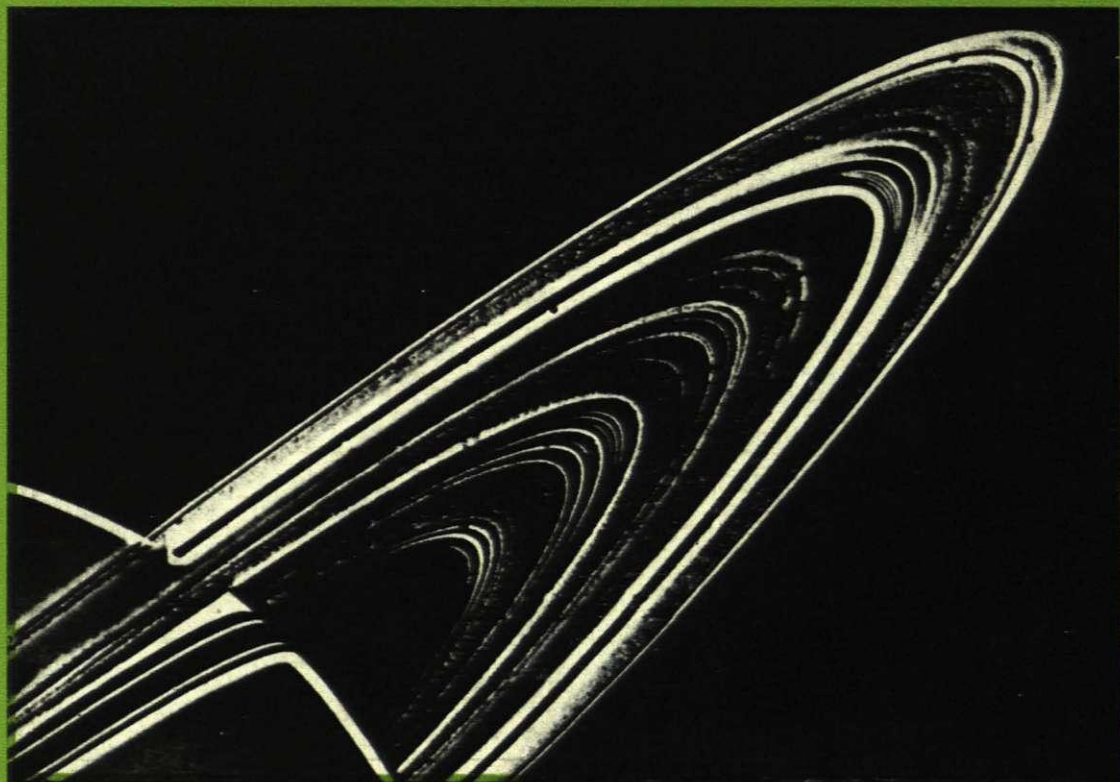
ИБ № 978

Nodota salikšanai 30.10.81. Parakstīta iespiešanai 05.02.82. JT 14029. Formāts 70×90/16. Tipogr. papīrs № 1. Literatūras garnitūra. Augstspiedes tehnika. 4,75 fiz. iespiedl.; 5,56 uzsk. iespiedl.; 5,40 izdevn. 1. Metiens 2500 eks. Pasūt. № 100500. Maksā 25 k. Izdevniecība «Zinātne», 226018 Rīgā, Turģeneva ielā 19. Iespiesta Latvijas PSR Valsts izdevniecību, poligrāfijas un grāmatu tirdzniecības lietu komitejas Rīgas Paraugtipogrāfijā, 226004 Rīgā, Vienības gatvē 11.



Kolokvijs «Lielo teleskopu aparatūra» notika uz SAO 6 m teleskopa platformas. (SAO uzņēmums.) Par kolokviju lasiet J. Kižlās rakstu 37. lpp.

● Saturna gredzenu sistēma tuvplānā: elektroniska montāža no diviem attēliem, kurus 1980. gada 6. novembrī no astoņu miljonu kilometru attāluma ieguvis amerikāņu kosmiskais aparāts «Voyager-1». Trīs spožākie gredzeni sastāv no daudziem ļoti šauriem gredzentiņiem, kuru kopskaits šajā attēlā sasniedz gandrīz simtu, uzņēmumos no pavisam maza attāluma — vairākus simtus, bet cauri gredzeniem spīdošas zvaigznes spožuma pierakstos no «Voyager-2» — tūkstošus. (Skat. rakstu 22. lpp.)



● Savādo ainu gredzenu tuvējās malas un planētas redzamā diska saskares vietā izraisījusi automātiskās pastiprinājuma regulēšanas sistēmas inerce: attēla skenēšanas gaitā, pārejot no spoža Saturna uz daudz blāvākajiem gredzeniem, telekameras jutība pieaugusi nevis uzreiz, bet ar nelielu aizkavēšanos, tādēļ diska malai tuvākais gredzenu sektors tikpat kā nav iegaismojies. Lai šī efekta sekas novērstu, attēli vēlreiz jāapstrādā pēc speciālas programmas ar ESM.