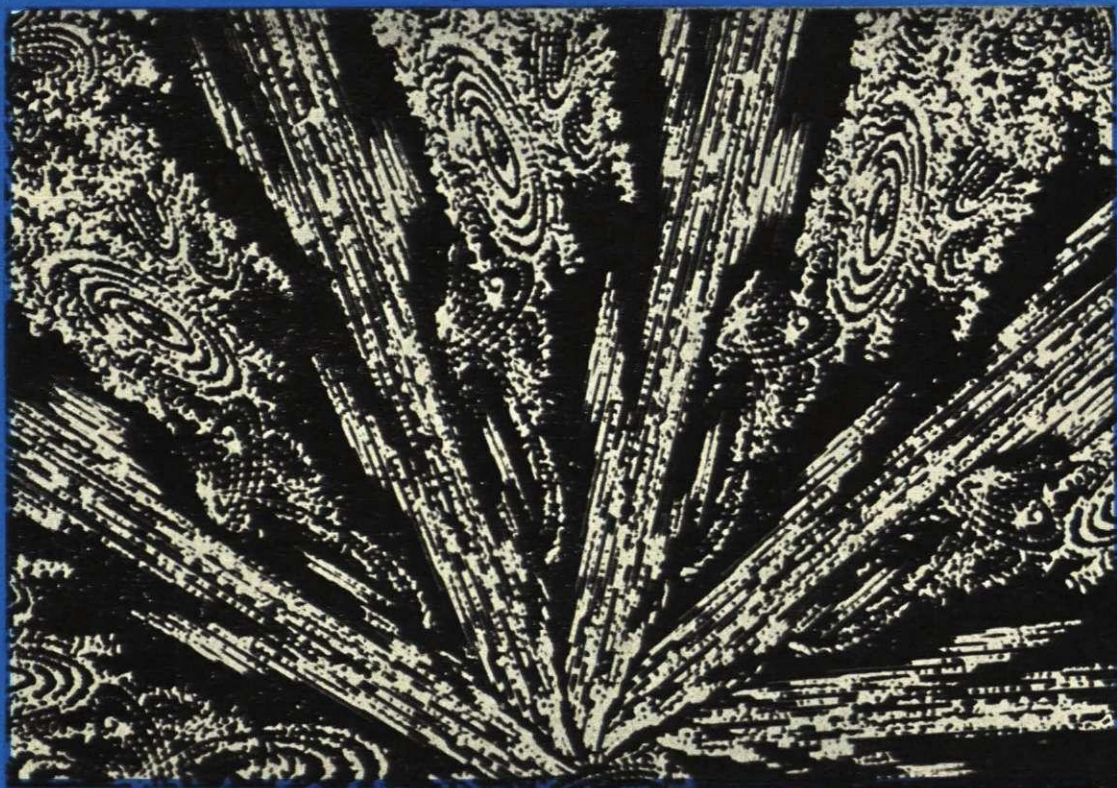


ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

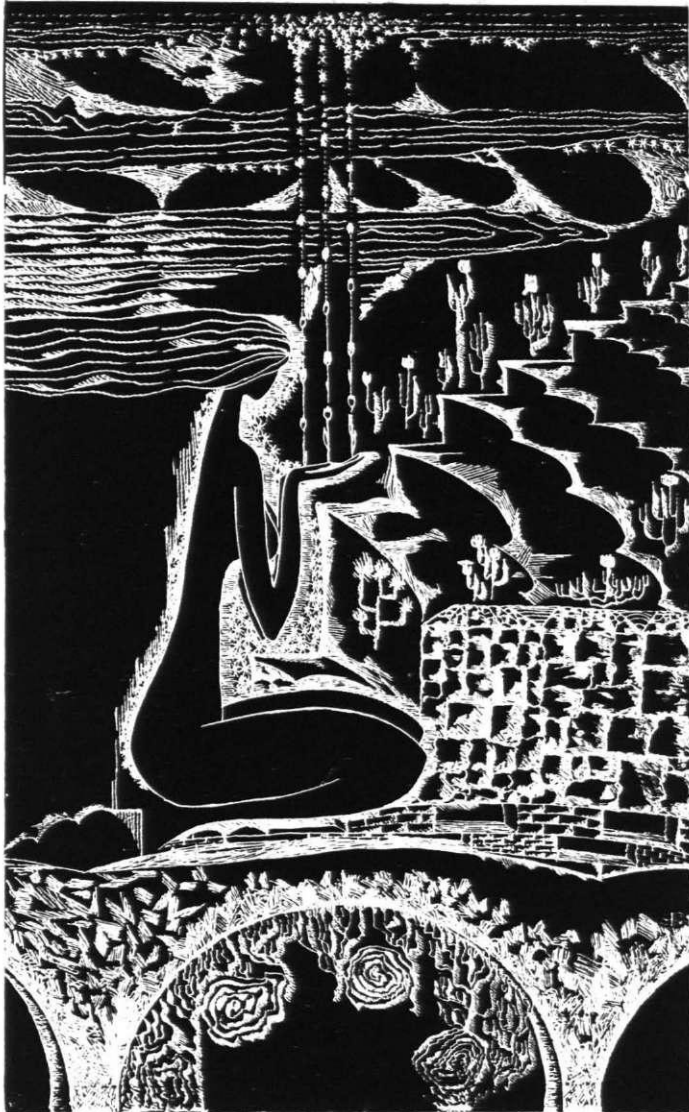


Vai kosmiskā lidojuma apstākļi ietekmē interieronu?

- Ar kosmosa kuģi pretīm Halleja komētai ● Saules aktivitātes prognoze tuvākajam un tālākajam laikam
- Par kārtējo ekspedīciju «Salūtā-6» ● Skolēniem un skolotājiem par olimpiādēm astronomijā un fizikā
- Cilvēks un Kosmoss lietuviešu grafiķa S. Povilaiša skatījumā ● Astronomiskā informācija 18. gs. Jelgavā izdotajos latviešu kalendāros.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 1980./81. GADA ZIEMA, 1.—72.

19 ⁸⁰/₈₁
ZIEMA



S. Povilaitis. Jaunības Kosmoss

Uz vāku 1. Ipp. S. Povilaitis, Lielais sprādziens

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

1980./81. GADA ZIEMA 90

LATVIJAS PSR ZINĀTŅU
AKADĒMIJAS
RADIOASTROFIZIKAS
OBSERVATORIJAS
POPULĀRZINĀTNISKS RAKSTU
KRAJUMS

Iznāk kopš 1958. gada septembra



REDAKCIJAS KOLĒĢIJA:

A. Alksnis, A. Balklavs (atbild.
red.), A. Buiķis, N. Cimahoviča,
J. Francmanis (atbild. sekr.),
T. Romanovskis, L. Roze,
E. Siliņš, I. Sprunka.
Numuru sastādījis I. Sprunka.

Publicēts saskaņā ar Latvijas
PSR Zinātņu akadēmijas
Redakciju un izdevumu
padomes 1980. gada
18. oktobra lēmumu.

RIGA «ZINĀTNE» 1980

SATURS

V. Loža. Daudzveidīgais interferons . . .	2
U. Dzērvītis. Rendez-vous ar Halleja komētu . . .	12

Jaunumi

U. Dzērvītis. Atrasts otrs pulsārs — dubultzvaigzne	20
A. Balklavs. Jauns arguments gravitā- cijas viļņu eksistences labā?	21
A. Balklavs. Saules aktivitātes prognoze 20. gs. beigām un 21. gs. sākumam	24
N. Cimahoviča. Radons — Saules akti- vitātes vidutājs	26

Kosmosa apgūšana

Ceturrtā ekspedīcija «Salūtā-6».1 (Pēc TASS ziņojumiem)	28
E. Mūkins. «Voyager» un «Pioneer» par Jupiteru un Saturnu	33

Mākslinieka skatījumā

S. Povilaitis. Visiespējamākais ir pavi- sam neiespējamais	44
---	----

Skolā

J. Mieziņš. Kārtējā skolēnu astronomijas olimpiāde	50
A. Čebers, L. Smiļi. Latvijas PSR 5. atklātā fizikas olimpiāde	52

Vēsture

J. Kožankova, L. Roze. Astronomiskā informācija 18. gadsimta Jelgavas lat- viešu kalendāros	62
---	----

Ā. Alksne. Zvaigžnotā debess 1980./81. gada ziemā	67
Pirmo reizi «Zvaigžnotajā debesi»	71

DAUDZVEIDĪGAIS INTERFERONS

VALTS
LOŽA

«Leonīds Popovs, Valērijs Rjamins, Valērijs Kubasovs un Bertalans Farkašs turpina pildīt plānoto darba programmu orbitālajā kompleksā «Salūts-6»—«Sojuz-35»—«Sojuz-36». . . Apmeklējumekspedīcijas locekļi sāka Padomju Savienības un Ungārijas kopīgo eksperimentu, kura mērķis ir noskaidrot, kā kosmiskā lidojuma faktori ietekmē procesus, kuros cilvēka šūnās veidojas interferons — olbaltumviela, kas saistīta ar organisma dabisko aizsargāšanos pret vīrusu slimībām. Turklāt eksperiments ļaus uzzināt, vai kosmiskā lidojuma apstākļi ietekmē interferona preparātu, kas izgatavots zāļu veidā.»

(No TASS 1980. g. 28. maija ziņojuma)

Kas ir interferons?

Evolūcijas gaitā dzīvniekiem, un, protams, arī cilvēkam, izveidojusies spēja sintezēt specializētas olbaltumvielas, kuras saistās ar organismā iekļuvušām svešām molekulām — antigēniem. Šīs olbaltumvielas sauc par pretvielām jeb antivielām. Antivielas rodas limfoīdo audu šūnās, kuru kopums veido imūno sistēmu, kas palīdz organismam aizsargāties pret svešu šūnu, mikroorganismu vai vīrusu atkārtotu vairošanos tajā. Antivielu veidošanos pret konkrētiem antigēniem var izraisīt arī mākslīgi. Šai nolūkā parasti organismā ievada novājinātus vai nogalinātus mikrobus, vīrusus vai citus infekciozus aģentus. Mākslīgu imūnās sistēmas specifisku stimulēšanu sauc par vakcinēšanu. Cilvēka vakcinēšanu pret bakām pirmoreiz zinātniski izskaidroja angļu ārsts Eduards Dženners 1798. gadā. Dažus gadus vēlāk, 1804. gadā, viņš konsta-

tēja, ka baku vakcīna neiedarbojas uz pacientiem, kuri slimo ar herpesu. Šodien mēs zinām, ka abu minēto slimību izraisītāji ir vīrusi. Bet baku vīruss nav līdzīgs herpesa vīrusam, tie abi nesatur arī kopīgus antigēnus, kas varētu izraisīt līdzīgu imūnālo atbildi. Laika gaitā šādi novērojumi pie citām vīrusu slimībām uzkrājās arvien vairāk, turklāt ne tikai organisma, bet arī jebkuras šūnas līmenī: ja šūnu kultūru inficē ar viena veida vīrusu, parasti to nav iespējams inficēt ar citu vīrusu, kas nav radniecisks pirmajam. Šī vīrusu savstarpējas izslēgšanas parādība nosaukta par vīrusu interferenci.

Kāds ir vīrusu interferences mehānisms? Ja tas saistīts ar interferējošo vīrusu īpašībām, tad sagaidāms, ka tas būs specifisks attiecībā pret abiem vīrusiem, bet nespecifisks attiecībā pret inficēto šūnu. Un otrādi: ja vīrusu interferences fenomenu nosaka šūnā notiekošie procesi, tas varētu būt nespecifisks attiecībā

pret vīrusiem, bet specifisks dotajai šūnai. Šo varbūtību eksperimentālajā pārbaudē tika iegūti pretrunīgi rezultāti: atsevišķos gadījumos apstiprinājās hipotēze par procesa vīrusspecifiskumu, bet vairumā no tiem nē. Izšķirošus panākumus vīrusu interferences mehānisma skaidrošanā 1957. gadā guva angļu zinātnieks Aļiks Aisakss kopā ar Šveices ārstu Žanu Lindemanu. Pētot interferences fenomenu orgānu kultūrā, kas apstrādāta ar inaktivētu, tātad neinfekciozu, gripas vīrusu, viņi konstatēja, ka kultūras barotnē jau dažas stundas pēc inaktivēta vīrusa pievienošanas sāk izdalīties viela, kas, pievienota neinficētai audu kultūrai, padara šūnas neuzņēmīgas pret infekciju ar neinaktivētu gripas vīrusu. Autori izpētīja šīs vielas īpašības un parādīja, ka tā ir olbaltumviela; ka barotnē izdalītais antivīrusālais faktors ir šūnas, nevis vīrusa produkts, tātad ieprogrammēts šūnas, bet ne vīrusa gēnos; ka antivīrusālā olbaltumviela, pretēji antivielām, iedarbojas nevis uz vīrusu, bet uz šūnu, rezultātā kavējot vai padarot neiespējamu vīrusa vairošanos; ka tā kavē ne tikai gripas vīrusa, bet arī citu vīrusu vairošanos šūnā, tātad tās darbība ir nespecifiska attiecībā pret vīrusu; ka šī olbaltumviela aizsargā pret vīrusu infekciju tikai savas, bet ne citu sugu organismu šūnas, tātad tās darbība ir sugu specifiska. Šo olbaltumvielu Aisakss un Lindemans nosauca par interferonu.

Interferona atklāšana izraisīja ārkārtīgu interesi kā zinātnieku, tā medicīnas darbinieku aprindās: beidzot bija piepildījies daudz zinātnieku sapnis atrast universālu līdzekli cīņai pret vīrusu slimībām. Tāpēc saprotams, ka tūlīt pēc Aisaksa un Lindemana atklājuma interferonu

sāka pētīt daudzās pasaules laboratorijās, tai skaitā visos vadošajos Padomju Savienības virusoloģiska profila institūtos. Mūsu republikā interferonu sāka pētīt sešdesmito gadu sākumā ZA A. Kirhenšteina Mikrobioloģijas institūtā. Šai nolūkā pēc institūta direktores akadēmiķes Ritas Kukaines ierosinājuma organizēja Molekulārās imūnbioloģijas laboratoriju, kur medicīnas zinātņu kandidātes Eizenijas Planderes vadībā interferona problēmu sāka risināt toreiz aspirante, tagad šīs laboratorijas vadītāja Guna Feldmane. Drīz vien interferona pētīšanā iesaistījās arī citas, tai skaitā šī raksta autora pārstāvētā Mikroorganismu bioķīmijas un biofizikas laboratorija. Kopš šī laika ar interferonu saistītie jautājumi ieņem stabili vietu institūta darba plānos.

Relatīvi īsā laikā dažādās laboratorijās veikto pētījumu rezultātā noskaidrojās, ka papildus interferona īpašībām, kuras aprakstīja tā atklājēji, tam piemīt vēl sekojošas: interferons ir aktīvs tikai normāli funkcionējošā šūnā, t. i., šūnā, kurā nav kavēta nukleīnskābju vai olbaltumvielu sintēze; pats interferons nav vīrusu replikācijas inhibitors, bet starpnieks, kas, saistoties pie šūnas membrānas, inducē vairāku citu antivīrusālu olbaltumvielu sintēzi; interferons nav vienkārša, bet gan salikta olbaltumviela — glikoproteīns, kas bez aminoskābju palieku ķēdes satur arī ogļhidrātu paliekas; interferona polipeptīdu virkne satur apmēram 160 aminoskābju paliekas, kas atbilst molekulmasai apmēram 20 000 daltonu; interferonu spēj ražot praktiski jebkura organisma šūna, šo interferonu ieteikti nosaukt par fibroblastu interferonu; organisma imūnās sistēmas šūnas, leukocīti, bez fibroblastu tipa interferona vīrusu

iedarbības rezultātā spēj ražot vēl cita veida interferonu, ko ieteikts nosaukt par leukocitāro interferonu; dažas no imūnās sistēmas šūnām, T limfocīti, specifiska antigēna vai dažu citu stimulatoru ietekmē spēj ražot vēl trešo t. s. T interferona ieb imūnā interferona paveidu.

Interferona veidošanos inducē ne tikai vīrusi

Tāpat interferons ir glikoproteīns, ko veido šūna, atbildot uz vīrusu infekciju. Bet vīrusi ir ļoti daudzveidīgi, ar atšķirīgu struktūru, īpašībām un replikācijas mehānismu. Nav zināma kaut kāda kopēja, tikai vīrusiem raksturīga struktūra vai īpašība, kas varētu būt interferona indukcijas izraisītāja.

Tiešām, drīz pēc interferona atklāšanas konstatēja, ka interferona inducēšanai šūnā ne vienmēr nepieciešams vīruss. Šāda spēja piemīt praktiski visiem šūnas parazītiem, t. i., mikroorganismiem vai citiem vienšūņiem, kuri vairojas šūnas iekšienē. Vēl vairāk: interferona veidošanos šūnā var inducēt arī molekulas, piemēram, mikroorganismu produkti: lipopolisaharīdi, kas ir baktēriju šūnu sienu sastāvdaļa, daži siksēņu polisaharīdi un jo sevišķi aktīvi — ribonukleīnskābes ar īpatnēju divpavedienu struktūru, dpRNS; dpRNS struktūra ir līdzīga šūnas ģenētiskā materiāla DNS struktūrai, un tās atrodamas dažos vīrusos, RNS saturošo vīrusu inficētās šūnās kā replikācijas starpformas, kā arī ar vīrusiem neinficētās dzīvnieku šūnās. Interferona veidošanos šūnās inducē arī dažas antibiotikas, piemēram, cikloheksimīds un kanamicīns; daži augu valsts produkti, piemēram, kokvilnas sēklās atrodamais polifē-

nola atvasinājums, kas pazīstams ar nosaukumu gosīpols; virkne ķīmisku savienojumu, piemēram, daži fluorenona atvasinājumi, dibenzilfurāns, dažas bāziskas krāsvielas, polimetakrilskābe u. c. polikarboksilāti, polivinilsulfāts u. c.

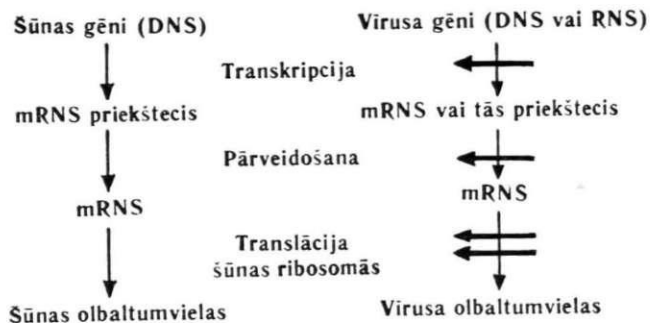
No teiktā secināms, ka interferona veidošanās šūnās nebūt nav specifisks vīrusa un šūnas savstarpējās iedarbības fenomens. Daudz varbūtīgāk, ka šūna atbild ar interferona veidošanu dažādu specifisku kairinātāju iedarbības rezultātā.

Interferona induktoru un šūnas savstarpējās iedarbības rezultātā, kuras mehānisms nav izpētīts, aktīvās šūnas hromosomās lokalizētie interferona gēni, notiek tajos ierakstītās informācijas realizēšana, kā rezultātā sintezējas interferona olbaltumviela, kas pēc ogļhidrātu palieku pievienošanas izdalās no šūnas.

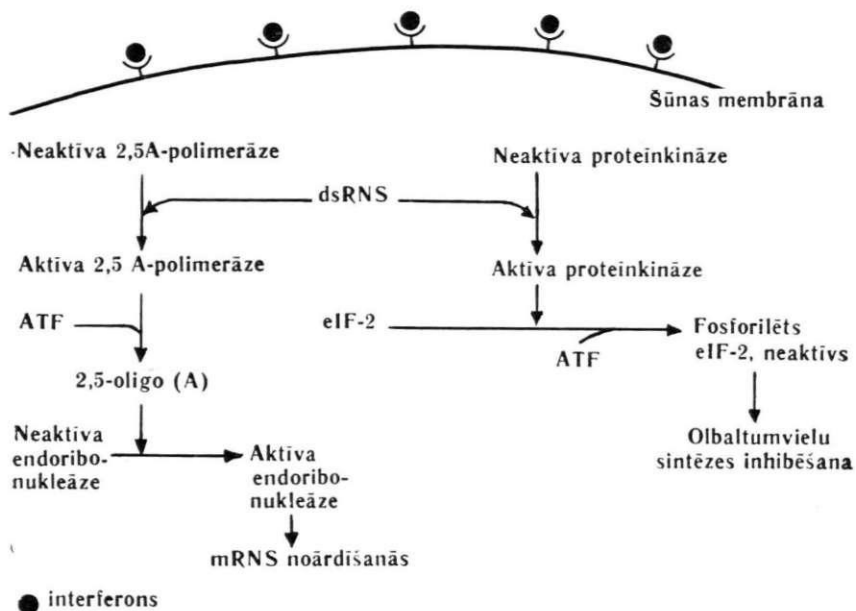
Interferona un hormonu darbības mehānismi ir līdzīgi

Interferons ir t. s. eksporta olbaltumviela: pēc sintēzes šūnas ribosomās tā pārveidojas glikoproteinā, kas no šūnas tiek izdalīts apkārtējā vidē. Ja interferona veidošanos inducējis infekciozs vīruss, producējošā šūna var iet bojā, bet no tās izdalītais interferons pasargā citas organisma šūnas no vīrusa replikācijas, ierobežojot vai pilnīgi pārtraucot vīrusu infekciju.

Skaidrojot mehānismu, kā interferons izraisa antivīrusālu efektu, izrādījās, ka interferonam aizsargājama šūnā nav jāiekļūst: nepieciešama ir tikai tā saistīšanās ar šūnas vīrusu, precīzāk, ar specifiskiem receptoriem, kas lokalizēti uz šūnas ārējās membrānas. Ja šūna kādu iemeslu dēļ interferona receptoru zaudē-



1. att. Interferona izraisītais bloķējošais efekts.

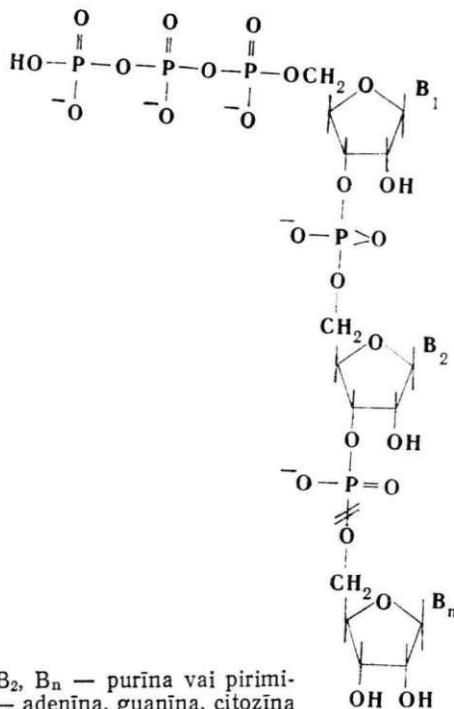


2. att. Interferona darbības mehānisms dzīvnieka šūnā.

jusi, antivirussāls stāvoklis tajā izveidoties nevar. Interferona un tā receptora saistīšanās rezultātā šūnas iekšienē notiek vēl neizpētīti procesi, kas noved pie vairāku šūnas gēnu aktivēšanas. Tātad pats interferons nemaz nav antivirussāls faktors, bet tikai starpnieks, kas inducē šādu faktoru sintēzi! Šai ziņā interferona darbība ir pārsteidzoši līdzīga hormonu darbības mehānismam: arī hormoni, kas vairumā gadījumu dzīvnieka organismā regulē gēnu aktivitāti, vispirms saistās ar specifiskiem šūnas virsmas receptoriem un tikai pēc tam daudzpakāpju reakciju virknē izraisa noteiktu gēnu aktivēšanu. Tāpēc arī interferonu var uzskatīt par hormonu, kas «ieslēdz» tos šūnas gēnus, kuri nepieciešami tās aizsargāšanai no šūnai nelabvē-

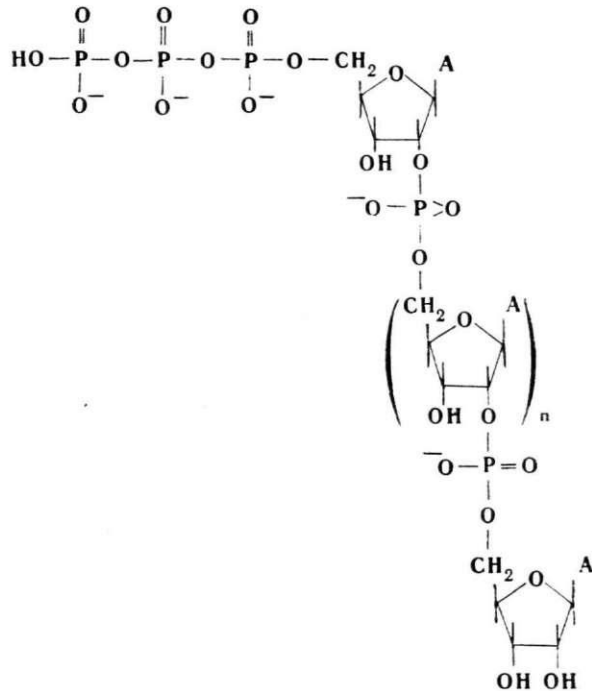
līgu ārējās vides faktoru iedarbības.

Pašreiz ir zināmas trīs olbaltumvielas, kuru darbība saistīta ar vīrusu vairošanās kavēšanu interferona ietekmē. Tās visas ir fermenti. Interferons pēc saistīšanās ar šūnas receptoru inducē divu neaktīvu fermentu — oligonukleotīdpolimerāzes un proteīnkināzes — veidošanos. Abus fermentus aktivē dpRNS. Bet dpRNS, kā jau teikts iedaļā par interferona induktoriem, bieži atrodama vīrusinficētā šūnā. Oligonukleotīdpolimerāze dsRNS un substrāta adenozintrifosfāta (ATF) klātbūtnē katalizē vairāku oligonukleotīdu sintēzi, kas satur neparastas 2',5' fosfodiēstersaites. Neparastas tāpēc, ka visas zināmās nukleīnskābes, tātad arī oligonukleotīdi, satur tikai 3',5' fosfo-



3. att. B₁, B₂, B_n — purīna vai pirimidīna bāzu — adenīna, guanīna, citozīna vai uracīla paliekas.

4. att. 2',5'-oligo(A) struktūra.
A — adenīna palieka.



diēstersaites. Tāpēc interferona inducēto oligonukleotīdpolimerāzi parasti apzīmē kā 2,5A polimerāzi. Sintezētie oligonukleotīdi, 2',5'-oligo(A), savukārt aktīvē šūnā atrodošos latentu (nedarbīgu) endoribonukleāzi, kas noārda šūnā atrodošās ribonukleīnskābes, galvenokārt informācijas jeb matricas RNS, kas kalpo kā šablons olbaltumvielu sintēzei. Gala rezultātā interferona ietekmē ar vīrusu inficētajā šūnā noārdīsies galvenokārt vīrusspecifiskās mRNS, kas nepieciešamas vīrusa olbaltumvielu sintēzei, jo tieši šādas šūnas saturēs vairāk dpRNS. Neinficētā šūnā, kur dpRNS ir maz vai tās nav nemaz, 2,5A polimerāze paliks neaktīvā stāvoklī.

Otra olbaltumviela, ko inducē in-

terferons, ir ferments, kas katalizē fosforskābes paliekas pievienošanu kādai citai olbaltumvielai substrāta ATF klātbūtnē. Šādus fermentus sauc par proteīnkināzēm. Un atkal interferona inducētā proteīnkināze ir aktīva tikai dpRNS klātbūtnē. Tuvāka interferoninducētās proteīnkināzes substrāta izpēte parādīja, ka dsRNS klātbūtnē fosforilējas olbaltumviela, kas nepieciešama olbaltumvielu biosintēzes uzsākšanai šūnas ribosomās. To sauc par otro iniciācijas faktoru un apzīmē eIF-2. Iniciācijas faktors fosforilētā stāvoklī ir neaktīvs. Mēs jau zinām, ka dpRNS atrodama galvenokārt ar vīrusu inficētās šūnās. Tāpēc interferona iedarbības rezultātā šūnā tiks kavēta galvenokārt vīrusa olbaltumvielu sintēze.

Interferons nav tikai pretvīrusu faktors

Interferona iedarbības izpēte dažāda veida ar vīrusu neinficētās šūnās parādīja, ka bez antivīrusālā efekta interferonam piemīt vēl vairākas citas bioloģiskas aktivitātes. Mūsu nelielajā apskatā minēsim tikai dažas no tām.

Interferons kavē šūnu dališanos, tātad arī šūnu vairošanos. Tā kā intensīva nekontrolēta dališanās ir raksturīga ļaundabīgo audzēju jeb vēža šūnai, var apgalvot, ka interferonam piemīt arī pretvēža efekts. Un tiešām, literatūrā jau atrodams daudz darbu par interferona pozitīvo efektu vēža ārstēšanā.

Interferons atkarībā no ievadīšanas laika un devas lieluma vai nu stimulē, vai kavē organisma imūno sistēmu. Ja interferonu relatīvi lielās devās ievada pirms antigēna, antivielu sintēze parasti tiek kavēta. Un otrādi: ja interferonu relatīvi mazās devās ievada pēc antigēna, antivielu sintēze parasti tiek veicināta. Bez tam interferons stimulē vairāku imūnās sistēmas šūnu veidu — makrofāgu un dažu T limfocītu — spēju iznīcināt citas t. s. mērķa šūnas. Iespējams, ka arī šādā veidā izpaužas interferona pretvēža aktivitāte.

Interferons aizsargā šūnas pret radiācijas izraisītiem efektiem. Nav grūti iedomāties, ka tieši šī interferona īpašība var būt nozīmīga kosmonautikā. Turklāt jāatzīmē, ka interferona efektus, kas nav saistīti ar tā antivīrusālām īpašībām, pēdējos gados intensīvi pēta Ungārijas viruologi.

Interferona bioloģisko efektu mehānismi, kas nav saistīti ar tā antivīrusālām īpašībām, pētīti maz, tāpēc šajā rakstā tos neaplūkosit.

Gribētos tikai vēlreiz uzsvērt interferona un hormonu darbības analogiju, jo arī hormoni parasti regulē ne tikai vienu, bet daudzu šūnu gēnu aktivitāti.

Interferona izmantošana medicīnā

No iepriekšējā stāstījuma viennozīmīgi secināms, ka interferons ir universāls pretvīrusu un varbūt arī pretvēža līdzeklis. Perspektīva varētu būt arī tā izmantošana organisma imūnās sistēmas ietekmēšanai. Taču pašreiz praktiskajā medicīnā interferonu izmanto samērā maz. Iemesli tam ir vairāki.

Jau minējām, ka interferons ir sugu specifisks. Tas nozīmē, ka cilvēka organismā aktīvs būs tikai cilvēka interferons. Tā izgatavošanai cilvēku tieši, protams, izmantot nevar. Bet ārstniecības nolūkiem nepieciešami ļoti lieli cilvēka interferona daudzumi. Piemēram, ar vīrusiem inficēta cilvēka asiņu 1 mililitrā atrod līdz 500 vienībām interferona, tātad viena cilvēka asinīs, kuru daudzums nepārsniedz 5 litrus, kopā būs 2,5 miljoni interferona vienību. Un otrādi — šāds interferona daudzums regulāri jāievada cilvēka asinsritē, ja interferonu izmanto ārstnieciskos nolūkos. Regulāri tāpēc, ka interferons jau nepilnas dienas laikā izdalās no organisma.

Otrs iemesls, kāpēc interferonu lieto samērā maz, saistīts ar mūsu nepietiekamām zināšanām par interferona izraisītiem bioloģiskiem efektiem, kas nav saistīti ar tā antivīrusālo aktivitāti. Tāpēc, lietojot interferonu lielās devās, jau iepriekš jāzin, kā tas ietekmēs, piemēram, organisma imūno sistēmu un varbūt arī citus, vēl neizpētītus procesus.

Ļoti perspektīva ir doma izmantot kā ārstniecisku līdzekli nevis pašu interferonu, bet tā induktorus, tādējādi piespiežot pašu organismu vajadzīgajā brīdī ražot interferonu. Infekciozus vīrusus vai organismam toksiskas vielas šim nolūkam, protams, izmantot nevar. Pētījumos ar dzīvniekiem noskaidrots, ka zināmas perspektīvas izmantošanai medicīnā varētu būt dažiem mazmolekulāriem interferona induktoriem, piemēram, fluorenona atvasinājumam tirolonam, un jo sevišķi divpavedienu ribonukleīnskābēm vai to sintētiskiem analogiem. Darbi šai virzienā, izmantojot dabiskās baktēriju vīrusu replikatīvo starpformu dpRNS, plaši izvērsti mūsu ZA A. Kirhenštcina Mikrobioloģijas institūtā. Izrādījās, ka dpRNS ir aktīvi interferona induktori, tām piemīt antivīrusālas un dažos gadījumos pretvēža īpašības. Bet runāt par to ieviešanu medicīnas praksē vēl ir pārāgri: vispirms jāatrisina problēmas, kas jau bija minētas, iztīrājot interferona pielietošanu; bez tam pašas dpRNS var izraisīt dažādus bioloģiskus efektus, kas nav saistīti ar interferona indukciju.

Kā iegūt cilvēka interferonu?

Informācija par interferona sintēzi iekodēta cilvēka šūnas ģenēm. Tāpēc cilvēka interferonu spēj ražot tikai cilvēka šūna. Šādu spēju var iegūt arī jebkura cita organisma šūna, ja tā satur aktīvu cilvēka interferona ģēnu.

Līdz šim cilvēka interferona ražošanai kā Padomju Savienībā, tā ārzemēs izmanto galvenokārt cilvēka asins leukocītus, ko iegūst no dono-

ru asinīm, inkubējot tos barotnē kopā ar vīrusu. Pēc tam barotni, kas satur no šūnām izdalīto interferonu, atdala no šūnām un vīrusa un izmanto kā izejvielu cilvēka interferona izolēšanai. Šī nav efektīva metode interferona iegūšanai, jo no viena donora asinīm, kuru vienreizējais daudzums parasti ir 250 ml, maksimāli var iegūt līdz miljonam vienību interferona. Turklāt interferona absolūtais daudzums inducētu leukocītu barotnē sastāda tikai ļoti nelielu daļu no kopējām olbaltumvielām. Ir aprēķināts, ka 1 mg tīra interferona olbaltuma satur 10^9 vienības interferona. Barotne no leukocītiem, kas iegūti no 250 ml donoru asinīm, satur apmēram 1 g olbaltumvielu. Tātad tikai apmēram viena miljonā daļa no tām ir interferons! Cilvēka asinsrites sistēmā tik netīru preparātu ievadīt nevar; interferons iepriekš jāatdala no citu olbaltumvielu piemaisījumiem. Tas nav viegli, jo barotnes olbaltumvielām, ieskaitot interferonu, piemīt apmēram vienādas ķīmiskās un fizikālās īpašības. Bez tam cilvēka leukocīti kultūrā nevaicējas, un tos iespējams izmantot tikai vienu reizi. Rezultātā interferona preparāta izmaksa ir ļoti augsta, apmēram 50 dolāru par miljonu interferona vienību. Savukārt donoru asinis ir ierobežota izejviela interferona iegūšanai.

Otra iespēja cilvēka interferona iegūšanai ir izmantot tādas cilvēka šūnu kultūras, kurās notiek šūnu dalīšanās. Nav grūti iedomāties, ka šādas šūnas ārpus organisma iespējams pavairot praktiski neierobežotā daudzumā. Vispieejamākās šūnas, kuras spēj augt un vairoties barotnē ārpus organisma, ir vēža šūnas. Ir iegūtas vairākas šādu šūnu līnijas, kas pēc inficēšanas ar vīrusu vai dpRNS relatīvi labi ražo interfero-

nu. Bet arī šajā gadījumā interferons sastāda tikai nelielu daļu no kopējām barotnes olbaltumvielām. Bez tam no tām iegūtais interferons obligāti jāattīra no varbūtējā vēža vīrusa vai kāda cita vēzi izraisīša faktora klātbūtnes. Tāpēc šādā veidā iegūtu cilvēka interferona preparātu pielietošanas iespējas vēl tiek pētītas.

Perspektīva metode atsevišķu gēnu pavairošanai un to produktu iegūšanai ir ģenētiskā inženierija, kas ļoti strauji attīstās pēdējos gados. Tā ir molekulārās ģenētikas metode gēnu ievadīšanai neradniecīga organisma ģenētiskajā aparātā. Ja organisms, kurā ievadīts svešais gēns, spēj ātri vairoties un ja ievadītais gēns ir aktīvs, t. i., tajā iekodētā ģenētiskā informācija pārvēršas gēna produktā, olbaltumvielā, ar ģenētiskās inženierijas metodi iespējams iegūt jebkura gēna produktu jebkurā daudzumā. Ātri vairojas baktērijas; vēl ātrāk — to vīrusi jeb bakteriofāgi, kā arī daži baktērijās sastopami individuāli ģenētiski elementi, t. s. plazmīdas. Ja izdotos iegūt cilvēka interferona gēnu, ievadīt to plazmīdā aktīvā stāvoklī un ar šādu rekombinantu plazmīdu inficēt baktēriju, būtu atrasts paņēmieni cilvēka interferona rūpnieciskai ražošanai.

Šāda projekta iespējas pašreiz pēta daudzās pasaules laboratorijās. Ir arī pirmie panākumi. Jau iegūts cilvēka interferona gēns. Šai nolūkā no cilvēka šūnām, kuras ražo interferonu, izolēta interferona informācijas RNS. Uz tās kā matricas substrātu un fermenta apgrieztās transkriptāzes jeb revertāzes klātbūtnē sintezēta DNS — interferona gēns. Atcerēsimies, ka apgrieztā transkriptāze ir ferments, kas atrodams dažos vēža vīrusos. Par šī fermenta un apgrieztās transkripcijas procesa

izpēti grupai Padomju Savienības zinātnieku, tai skaitā mūsu Zinātņu akadēmijas A. Kirhenšteina Mikrobioloģijas institūta direktorei Ritai Kukainei, 1980. gadā piešķīra Valsts prēmiju.

Interferona gēnu baktērijas plazmīdā 1980. gada sākumā pirmoreiz izdevās ievietot internacionālai zinātnieku grupai, kas strādā Cīrihē, Šveicē, profesora Karla Veismaņa vadībā. Ar rekombinanto plazmīdu inficētās baktērijas ražoja, tiesa, nelielā daudzumā, cilvēka leikocitāro interferonu. Līdzīgi pētījumi ar cilvēka fibroblastu interferona gēnu jau veikti Japānā T. Taniguchi vadībā. Intensīvi meklējumi šai virzienā izvērsti ASV un Anglijā; tie uzsākti arī Padomju Savienībā.

Visbeidzot, pastāv vēl ceturta iespēja iegūt cilvēka interferonu: veikt tā ķīmisku sintēzi. Šai nolūkā noteiktā secībā jāasaista 166 aminoskābju paliekas, kas veido interferona molekulas olbaltumvielas daļu. Aminoskābju secība cilvēka interferona molekulā kļuva zināma 1980. gada aprīlī, kad izpētīja ar ģenētiskās inženierijas metodēm pavairota cilvēka interferona gēna struktūru. Nav sagaidāms, ka cilvēka interferona ķīmisko sintēzi realizēs tuvākajā laikā: no 166 aminoskābju paliekām sastāvošās olbaltumvielas sintēzei būs jāizstrādā speciāla metode.

Turpmākās perspektīvas

Jau pagājuši vairāk nekā 20 gadi, kopš atklāts interferons. No sākotnēji tīri virusoloģiskas problēmas tā pārvērtusies vispārbioloģiskā. Gandrīz ik gadus atklātas jaunas un atkal jaunas tā īpašības. Interferona

pētišanā pakāpeniski iesaistījušies arvien jaunu specialitāšu zinātnieki: šodien līdzās virusologiem, fiziologiem un mediķiem interferona problēmu intensīvi risina molekulārbiologi, molekulārģenētiķi, ķimikļi, fiziķi un tehnologi. Un tomēr galvenais darbs interferona sistēmas pētišanā vēl priekšā — pēc tam kad būs

iegūts tīrs interferona preparāts pētišanai nepieciešamā daudzumā.

Nav sagaidāms, ka interferons kļūs par universālu «brīnumlīdzekli» vīrusu un ļaundabīgo audzēju slimību ārstēšanā. Bet droši var apgalvot, ka atsevišķu slimību, tai skaitā dažu ļaundabīgo audzēju formu, ārstēšanā tas kļūs neaizstājams.

JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ

★★ Apsekojot 1908. gada Tunguskas sprādziena vietu, Ukrainas Ģeoķīmijas un minerālu fizikas institūta ekspedīcija atradusi grūti sīkas silikātu daļiņas, kurām acimredzot piemīt kosmiska izcelsme. Gluži tāpat kā analogiskā meteorītu vielā, tajās paaugstinātā daudzumā sastopams oglekļa izotops C-14, kurš veidojas atmosfēras neaizturēta kosmiskā starojuma ietekmē. Atrasti arī nelieli melnā dimanta un grafitā graudiņi, kuri varētu būt radušies no dažiem meteorītiem un asteroīdiem raksturīgās oglekļa hondritu tipa vielas ļoti augstā spiediena dēļ sprādziena brīdī. Tādējādi gūts vēl viens apstiprinājums uzskatam, ka Tunguskas parādību izraisījis pavisam dabisks kosmiskais ķermenis.

★★ Pamatojoties uz jaunākajām atziņām par planētu evolūciju, amerikāņu zinātnieks M. Hārts aprēķinājis, ka planētas ar dzīvībai piemērotu temperatūru var izveidoties tikai ļoti šaurā attālumu diapazonā ap savu zvaigzni: atkarībā no spektra klases tas svārstās 0—0,07 a. v. robežās. Mūsu Zeme, piemēram, izrādītos neapdzīvojama, ja būtu izveidojusies tikai par 0,5% lielākā vai 4,5% mazākā attālumā no Saules, nekā tas faktiski noticis. Šis rezultāts stipri samazina citu civilizāciju pastāvēšanas varbūtību mūsu Galaktikā un citur.

★★ «Journal of Molecular Evolution» lappusēs publicēta rakstu sērija, kurā uz Zemes izdarītu kontroleksperimentu gaismā no dažādiem viedokļiem aplūkoti dzīvības meklējumi uz Marsa ar amerikāņu kosmisko aparātu «Viking» palīdzību (1976.—1977. g.). Visi autori vienprātīgi atzīst, ka novērotos faktus pilnībā izskaidro ar dzīvību nesaistīti ķīmiski procesi: organisku savienojumu efektīva noārdīšanās spēcīgu oksidētāju (OH, HO₂, H₂O₂) un katalizatoru (TiO₂ u. c.) klātbūtnē, oksidētāju reakcijas ar eksperimentos lietoto barojošo šķīdumu utt. Uz minēto aktīvo vielu klātbūtni grūti norāda gan teorētiski apsvērumi, gan mērījumi uz Marsa, gan kontroleksperimenti uz Zemes.

★★ Viens no ārpuszemes civilizāciju radiomeklējumu iniciatoriem F. Morisons (ASV) uzskata, ka šādu civilizāciju pastāvēšanas problēmā patlaban droši zināmi tikai četri fakti: dzīvības pastāvēšana uz Zemes; jebkādu svešas civilizācijas izpausmju trūkums uz mūsu planētas; negatīvais ārpuszemes civilizāciju radiomeklējumu rezultāts pēc programmas CETI; dzīvības nepastāvēšana uz Marsa. Tādēļ, pēc viņa domām, mēģinājumi skaitliski novērtēt civilizāciju skaitu mūsu Galaktikā vēl ir parāgri. (Šādu viedokli F. Morisons paudis diskusijā, kas notika Starptautiskās astronomu savienības XVII Ģenerālās asamblejas laikā.)

RENDEZ-VOUS AR HALLEJA KOMĒTU

ULDIS
DZĒRVĪTIS

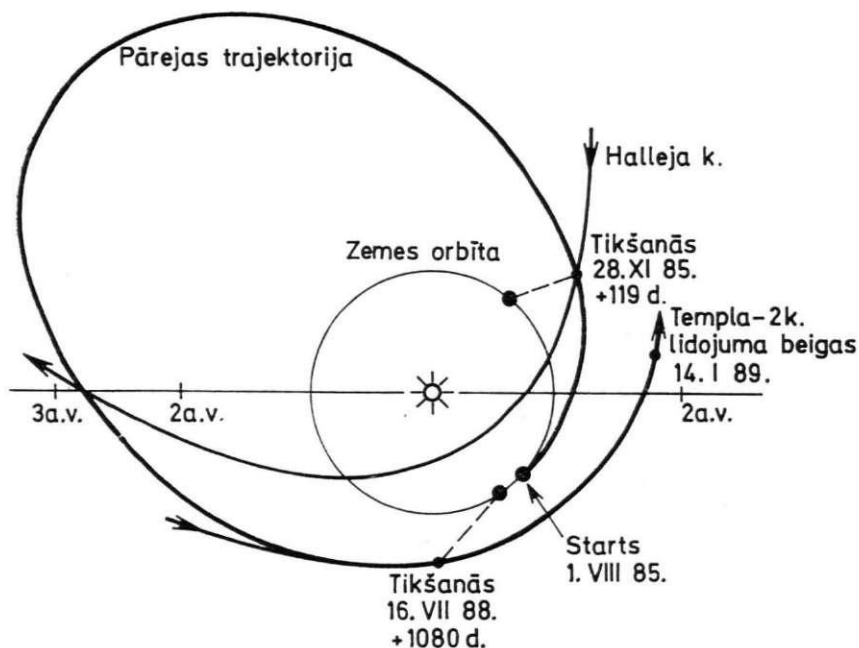
1986. gadā Zemes tuvumā parādīsies Halleja komēta. Par to, kā šim notikumam gatavojas pasaules astronomi, par Halleja komētas starptautisko novērošanas programmu stāstīs šajā rakstā.

Mūsu dienās, kad kosmisko lidobjektu tehnika savā attīstībā sper milzu soļus un mākslīgo Zemes pavadoņu palaišana pat ar cilvēkiem uz borta kļuvusi par gluži ikdienišķu notikumu, kas neizraisa nekādu īpašu sensāciju, ieceres kosmiskās telpas izpētē kļūst aizvien pārdrošākas. Cilvēki jau ir pabijuši pat uz Mēness, un kosmiskie lidaparāti traucas gan uz tuvām, gan tālām planētām, ļaujot ar savām automāta acīm mums ielūkoties visai neparastās un divainās pasaulēs. Un nu, lūk, pienākusi arī visai eksotisku objektu — komētu kārtā. Noslēpumainās asteszvaigznes gadsimtiem ilgi ir mulsinājušas cilvēku prātus gan ar savu fantastisko izskatu, gan ar pēkšņo parādīšanos un nozūšanu pie debess juma, kur viss liekas sastindzis mūžīgā nemainībā un atkārtotāmībā. Vecās hronikas liecina, ka tās allaž uzlūkotas par nelaimes vēstnešiem, kuru parādīšanās dod ziņu par gaidāmām ļaunām sērgām, kariem un postu, un izbaiļu saasinātā iztēle komētas astes mirdzošajā vēdekli spējusi saskatīt gan krustus, gan cirtienam atvēztus zobenus, gan paša dieva tā kunga pacelto pirkstu grēciniekiem par brīdinājumu.

Taču arī tagad, kad cilvēks ir paradis uz visu raudzīties daudz pro-

zaiskāk un racionālāk, komētas joprojām turpina piesaistīt uzmanību, tikai, protams, jau no zinātnisko problēmu viedokļa. Arī tagad tās mums šķiet ziņneši, tikai tagad komētas mums nevēsti par notikumiem nākotnē, bet gan Saules sistēmas tālajā pagātnē. Tās nes sevī liecību par pirmsplanetārā miglāja ķīmisko sastāvu un fizikālajiem apstākļiem tajā, par planētu sistēmas veidošanās procesa norisi. Un kur gan atrast vēl labāku iespēju gūt atbildi uz šiem jautājumiem, kā nosūtīt kosmosa kuģi automātu uz kādu no komētām, lai tas šos oriģinālos kosmosa objektus «aplūkotu» tuvumā, varbūt pat tiešā kontaktā. Speciālisti šīs tikšanās, šī kontakta apzīmēšanai tagad plaši lieto franču valodas vārdu *rendez-vous*, ko arī mēs, sekojot modei, esam likuši šī raksta virsrakstā.

Mūsdienu kosmonautikas attīstības pakāpe, kas šādu ekspedīciju padara par pilnīgi reālu astoņdesmito gadu vidū, laika ziņā labi sakrīt ar Halleja komētas gaidāmo parādīšanos 1986. gadā. Astronomi jau laikus sākuši gatavoties šim notikumam. Un kā gan ne! Halleja komēta neapstrīdami varētu pretendēt uz primadonnas lomu dabas sarīkotajā krāšņajā komētu revijā. Tā taču ir pati spožākā starp periodiskajām komētām, t. i., tādām, kuru parādī-



1. att. Kosmosa kuģa trajektorija lidojumā uz Halleja un Tempļa-2 komētām. Attēlā norādītais lidojuma dienu skaits rēķināts no starta brīža.

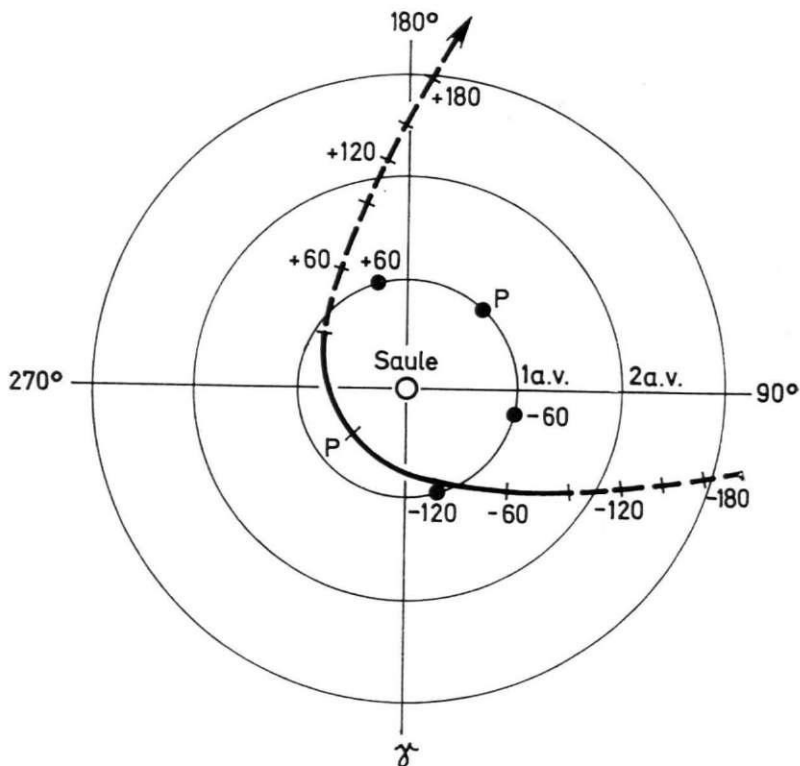
šanās novērota atkārtoti, turklāt tā ir vienīgā starp šīm komētām, kura redzama arī ar «neapbruņotu» aci. Jāpiebilst, ka reti kāds var cerēt skatīt Halleja komētu vairāk nekā reizi mūžā, jo tās atgriešanās periods ir 76 gadi. Atcerēsimies, ka pēdējā Halleja komētas parādīšanās 1910. gadā izraisīja īstu sensāciju, jo toreiz Zeme izgāja cauri komētas astei. Un kaut arī iepriekš izteiktie satraucošie pareģojumi par gaidāmo sadursmi vai Zemes atmosfēras saindēšanu ar komētas astes indīgajām gāzēm izrādījās pārspīlēti, tomēr Halleja komēta tagad jau tik tālā 1910. gada pavasara naksnīgajās debesīs sarīkoja visai iespaidīgu izrādi. Par to šodien varam spriest no apmēram pusotra tūkstoša fotouzņē-

mumu, kurus joprojām glabā astronomisko observatoriju arhīvi.

Lai arī 1986. gads šobrīd vēl izliekas patāls, taču gatavošanās Halleja komētas sagaidīšanai un pirmām kārtām kosmosa automātu nosūtīšanai uz to sākusies jau vairākus gadus atpakaļ. Pa šo laiku paspējušas sanākt trīs starptautiskas apspriedes par ekspedīcijām uz komētām. Pēdējā no tām, kas notika 1979. gada februārī Remeizas observatorijā (VFR), bija visai kupli apmeklēta un iezīmēja pavisam konkrētu pieeju jautājuma risināšanā. Konferenču programmas «nagla» bija ļoti detalizēti izstrādātais NASA (ASV) projekts šādai ekspedīcijai. Tā ir tā pati NASA (National Aeronautics and Space Administra-

tion), kuras kontā ir tādi spoži veikumi kosmonautikā kā «Apollo» ekspedīcijas uz Mēnesi un «Voyager» misijas uz Saules sistēmas lielajām planētām. Minētais projekts arī ir visai vērienīgs, jo paredz kosmosa kuģa automāta tikšanos pat ar divām komētām. 1985. gadā palisais kuģis lidos tuvu garām Halleja komētas kodolam, izšaus uz to zondi, lai pēc trim gadiem mēģinātu nosēsties uz Tempļa-2 komētas kodola, kura pa to laiku būs pietuvusies Zemei (1. att.).

Šī otrā komēta, kuru apmeklēs kuģis, protams, savā popularitātē nevar sacensties ar slaveno Halleja komētu. Tā nosaukta sava atradēja, pagājušā gadsimta vidus izveicīgā komētu mednieka Vilhelma Tempļa (1821—1889) vārdā. Viņš atklājis pavisam 18 komētas, tajā skaitā četras īsperiodiskas (minētā komēta ir otrā periodiskā, ko 1873. gadā atradis V. Tempļa). Kaut arī šī komēta parādās itin bieži (periods 5 gadi), tā pazīstama tikai speciālistiem, jo, kā lielais vairums komētu, tā ir vā-



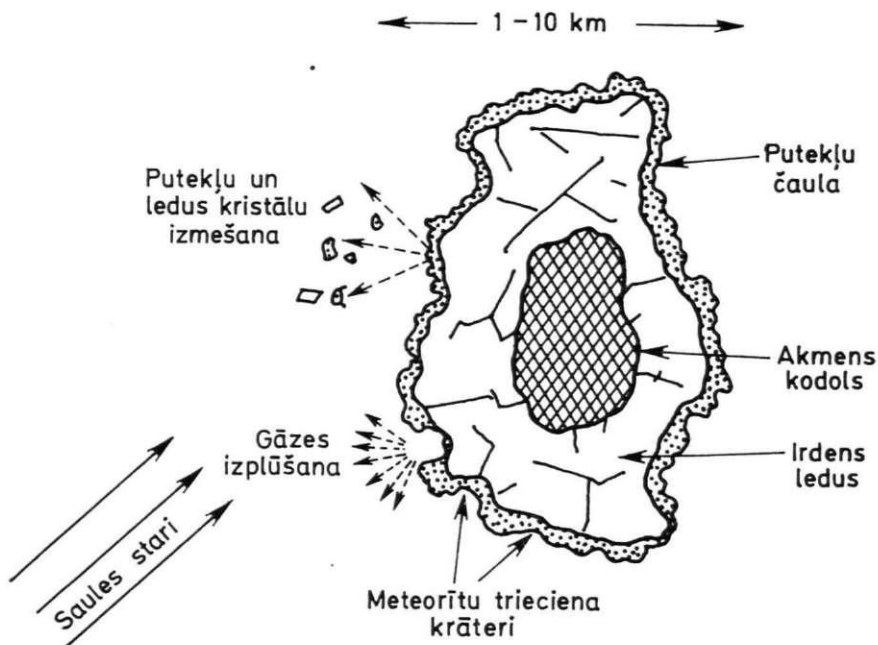
2. att. Halleja komētas orbīta Saules tuvumā 1985./86. gadā, projekcijā uz ekliptikas plakni. Nepārtrauktā daļa atbilst orbītai virs, bet pārtrauktā — zem ekliptikas plaknes. P — perihēlijs, atzīmes uz orbītas norāda komētas stāvokli attiecīgo dienu skaitu pirms (-) vai pēc (+) perihēlija. Dažiem no šiem momentiem parādīts arī Zemes stāvoklis uz tās orbītas.

ja — spožuma maksimumā tagad ap 9.—10. zvaigžņu lielumu un tādēļ ieraugāma tikai teleskopā. Taču, izvēloties komētas kosmiskās ekspedīcijas mērķim, ievērojama spožuma un iespaidīgas atkalparādīšanās vietā dominē pavisam cits, daudz prozaiskāks apsvērums. Proti, lai nosūtītu kuģi automātu tālajā ceļā, ļoti precīzi jāzin komētas orbīta, bet tas iespējams tikai tad, ja komēta novērota ilgākā laika posmā, daudzās atgriešanās reizēs. Šai ziņā Tempļa-2 komēta līdzās Halleja un Enkes komētām stāv saraksta pirmajās rindās, kas arī noteicis tās izvēli.

Izstrādātais lidojuma projekts ir ļoti interesants un tāpēc aplūkosim to tuvāk. Kuģis pēc starta, kas paredzēts 1985. gada augustā, dosies pretī Halleja komētai, satikšanās ar kuru paredzēta pēc četriem mēnešiem. Kuģa nosēšanās uz Halleja komētas kodola diemžēl nav iespējama, jo šai komētai ir retrogradā kustība, resp., tā kustas pretējā virzienā nekā Zeme pa savu orbītu. Kuģa relatīvais ātrums pret komētu būs ap 57 km/s. Nobremzēt tik lielu ātrumu pašreizējai kosmisko lidojumu tehnikai nav pa spēkam, un tādēļ kuģis isā laikā padrāzīsies komētai garām, visam tiešo novērojumu seansam ilgstot tikai dažas stundas. Attālumu, kas atbilst paša kodola caurmēram un kuru lēš ap 1—2 km, kuģis veiks sekundes pāris simtdaļās, bet komētas galvu — komu, ar izmēru ap 100 000 km — šķērsos apmēram pusstundā. Tādēļ novērojumos lietojamai aparatūrai jābūt ar lielu informācijas uzkrāšanas ātrumu. Lai izvairītos no kuģa iespējamām bojājumiem, saduroties ar komētas izmesto putekļu mākonī, kuģis tās kodolam paies garām ap 130 000 km attālumā.

Kā redzams no 2. attēla, šis garām palidošanas laiks ir izvēlēts 1985. gada novembra beigās, kad komēta būs opozīcijā un tātad visu nakti labi novērojama no Zemes. Šai laikā tā atradīsies 1,5 a. v. no Saules (1 astronomiskā vienība = 150 miljoni km) un ap 0,7 a. v. no Zemes. Apmēram divas nedēļas pirms šī maksimālās tuvināšanās momenta uz komētas kodolu no kosmosa kuģa izšaus zondi, kuras uzdevums būs «aplūkot» komētas kodolu no iespējami tuvāka attāluma. Zonde ieies komētas komā un, palidojot kodolam garām ap 700 km attālumā, ar augstas izšķirtspējas telekamerām (izšķirtspēja 1 m no 100 km attāluma) pārraidīs kodola attēlu uz Zemi. Pēc palidošanas garām Halleja komētai kuģis, kā jau teikts, turpinās ceļu, lai satiktos ar Tempļa-2 komētu, kura pa šo laiku tuvosies savam perihēlijam.

Pirms sekot kuģa tālākajām gaitām, vietā būs neliela atkāpe, lai atbildētu uz jautājumu, kuru droši vien jau uzdod lasītājs. Kāda tad ir novērošanas apstākļu prognoze 1986. gadam, kad Halleja komēta veiks savu — pēc skaita jau 32. reģistrēto — atgriešanos? Un vispirms — kādas būs iespējas novērošanai ar «neapbruņotu» aci? Tūlīt jāteic, ka šai ziņā komēta sagādās vilšanos, jo tās «parāde» šoreiz ne tuvu nebūs tik krāšņa kā 1910. gadā. Izšķiroša nozīme šeit ir Zemes un komētas savstarpējam stāvoklim attiecībā pret Sauli laikā, kad komēta ir vistuvāk Saulei — iet caur savu perihēliju. Tad komēta ir visspožākā un tās aste viskuplākā. Paredzēts, ka 1986. gadā komēta ies caur perihēliju 9. februārī, bet tad, atšķirībā no 1910. gada, Zeme atradīsies otrpus Saulei, resp., komēta pie debess būs dienā un tādēļ, pro-



3. att. Komētas kodola shematisks attēls.

tams, to redzēt nevarēs (3. att.). Ziemeļu puslodē komētu kā 5. zvaigžņu lieluma objektu varēs cerēt ieraudzīt vienīgi 1986. gada janvāra pirmajā pusē, tūlīt pēc Saules rieta. Dienvidu puslodē komēta būs labāk redzama nekā ziemeļu puslodē, jo šeit pēc izešanas caur perihēliju, kad Zeme un komēta savstarpēji atkal tuvosies, marta otrajā pusē un aprīlī tās spožums sasniegs apmēram 4. zvaigžņu lielumu. Mūsu platuma grādos komēta tad jau būs zem horizonta. Šie komētas spožuma novērtējumi, bez šaubām, ir visai nenoteikti, jo komētu spožumu lielā mērā ietekmē Saules aktivitātes līmenis. Saules aktivitātes uzliesmojuma laikā no tās izmesto korpuskulu plūsmas intensīvi bombardē komētas kodolu, kā rezultātā komētas spožums palielinās par 1—

2 zvaigžņu lielumiem. Un kaut arī, nākamo reizi atgriezoties, Halleja komēta vizuāli nebūs efektīva, teleskopiski tā būs novērojama ļoti labi. Ziemeļu puslodē šāds labas novērošanas periods būs 1985. gada oktobrī—decembrī, it īpaši novembra vidū, kad komēta nonāks opozīcijā un visu nakti būs pie debess. Tāpēc 1985. gada rudenī ir ļoti svarīgi pēc iespējas ātrāk pamanīt Halleja komētu, lai varētu precizēt tās orbītu un attiecīgi korigēt lidojošā kuģa trajektoriju. Šajā Halleja komētas starptautiskajā novērošanas programmā ir paredzēta arī RAO piedalīšanās.

Taču atgriezīsimies pie lidojuma programmas, pie brīža, kad kuģis tuvojas Tempļa-2 komētai. Tā kā šai komētai ir tiešā kustība pa orbītu, tad ātrumu starpību starp kuģi un

komētu var pilnīgi izlīdzināt. Tādēļ ir plānota visai komplicēta lidojuma trajektorija, saskaņā ar kuru kuģis veselu pusgadu pēc satikšanās sekos komētai, to detalizēti aplūkojot no visām pusēm. Sākoties *rendez-vous*, kas notiks 40 dienas pirms iešanas caur perihēliju, kuģis tuvosies kodolam apmēram līdz 100 km attālumam. Sagaidāms, ka šai laikā kodola aktivitāte vēl būs visai mērena un tik cieša tuvošanās būs pieļaujama. «Aplūkojis» kodolu, kuģis atālināsies vairākus tūkstošus kilometru, lai novērotu komētas aktivitātes attīstības ciklu, tai izejot caur perihēliju. Apmēram 100 dienas pēc izešanas caur perihēliju, ja izrādīsies, ka komētas kodols «izturas» puslīdz pieklājīgi, piemēram, «nesvaidās» ar akmeņiem, kuģis no jauna tam tuvosies līdz apmēram 20 km attālumam. Ieturot šādu attālumumu, kuģis virzīsies komētai pa priekšu un, pārvietojoties šurpu turpu, pētīs tās kodolu no priekšpuses, un, ja tas nebūs bīstami, raudzīs palīst komētai arī zem astes. Vēlāk, kad, komētai atālinoties no Saules, gāzes un putekļu izvirdums no tās kodola jau būs krietni apsīcis, kuģis sāks apriņķot kodolu, lai apmēram pusgadu pēc satikšanās brīža mēģinātu uz tā lēni nolaisties. Ar to tad iecerētais pasākums būtu galā, bet kuģis tā arī paliktu komētas īpašumā līdz pat tās mūža galam. Interesantais eksperiments — ņemt komētas kodola «grunts» paraugus un izdarīt to analīzi šajā pirmajā lidojumā vēl netiek plānots, jo pārāk neskaidra ir iespēja, ka tiešām izdosies lēnā nosēšanās uz kodola, un tādēļ nav attaisnojami pārslogot kuģi ar papildu aparāturu, kuru varbūt nemaz neiznāks izmantot.

Lai veiktu visus šos daudzus un komplicētos manevrus, parastie līdz

šim izmantojamie dzinēji ar šķidro vai cieto degvielu ir pārāk neracionāli. Tādēļ, izstrādājot projektu, vienlaikus tika uzsākti eksperimenti jauna tipa dzinēju izveidošanai, kuros kā enerģijas avots kalpotu Saules enerģija. Sajos t. s. jonu dzinējos Saules bateriju paneļu ģenerēto elektrisko strāvu lieto dzīvsudraba iztvaicēšanai un jonizēšanai. Izskrienot cauri 1000 voltu lielai elektriskā potenciāla starpībai, dzīvsudraba jonu strūkļa paātrinās un izplūst no dzinēju sprauslām ar 30 km/s lielu ātrumu. Dzīvsudraba izvēle par darba vielu ir saprotama, jo tas ir vienīgais ķīmiski inertsais elements, kuram samērā zema iztvaikošanas temperatūra apvienojas ar zemu jonizācijas potenciālu. Taču šādu dzinēju jauda nav liela, jo jonu strāvas stiprums ir tikai daži ampēri un tādēļ visi manevri aizņem ilgu laiku. Tā lidaparāts var apgriezties ap savu garāko — paneļus savienojošo asi tikai pusstundā, turpretim apgrieztiens ap lidaparāta galvenajai asij perpendikulāro virzienu jau prasa 30 stundas. Tādēļ aparāts komētas tuvumā ir jāmanevrē ļoti piesardzīgi, jo strauji reaģēt uz situācijas pēkšņu izmaiņu nebūs iespējams. Taču lielā svāra ekonomija, ko iegūst, ķīmiskos dzinējus nomainot ar jonu dzinējiem, ir likusi konstruktoriem samierināties ar šo ierobežojumu.

Lidaparātam būs tradicionālais kosmosa automātu veids: divi gari — 4×35 m spārni, kuros iemontēti Saules bateriju paneļi, un centrālais ķermenis, kur izvietoti dzinēji, sakaru antenas, telekamas un zinātniskā mēraparātūra, kuras svars uz Zemes 100—125 kg. Šis aparātūras sastāvā ietilps optiskais spektrometrs komētas dažādo daļu spektra reģistrēšanai kā vizuālajā,

tā ultravioletajā un infrasarkanajā diapazonā. Komētas radiostarojuma uztveršanai milimetru un tālajā infrasarkanajā diapazonā paredzēts radiometrs, kas atļaus noteikt kodola virsmas temperatūru. Neitrālo atomu un jonu izotopiskā sastāva analīzei paredzēti masspektrometri, bet ķīmiskā sastāva izpētei — γ staru spektrometrs un rentgenstaru fluorescences spektrometrs. Putekļu komponentes analīzei ierīkots putekļu vācējs un vesels iekārtu komplekss, kas pēc tam analizēs to fizikālās un ķīmiskās īpašības, tai skaitā arī miniatūrs elektronu mikroskops. Kuģī atradīsies arī magnetometrs un radara altimetrs navigācijai komētas kodola tiešā tuvumā.

Problēmu un jautājumu loks, uz kuru var cerēt rast atbildi, prasmīgi izmantojot šo kosmosa kuģa zinātnisko aparātūru, ir pārāk plašs, lai kaut aptuveni to varētu šeit izklāstīt. Tajā ietilpst gan komētas atsevišķo daļu — kodola, komas, putekļu un gāzes astes struktūras noskaidrošana tuvplānā, gan komētas kodola aktivitātes izvērtēšanos un astes veidošanos pavadošo ķīmisko un fizikālo procesu norise, gan Saules vēja un starpplanētu vides plazmas un magnētiskā lauka iedarbe uz komētu un vēl daudzi citi jautājumi. Intrigējošs ir jautājums par komētas pašas svarīgākās daļas — tās kodola uzbūvi. Vai tā ir līdzīga 3. attēlā parādītajam modelim, kur ap centrālo akmens blūķi apsālis ūdens, amonjaka, metāna un citu vielu ar putekļiem sajauktais ledus un sniegs, vai pavisam citādāka? Un, protams, pats galvenais jautājums — kā komētas rodas? Pašlaik populārākais ir pazīstamā holandiešu astrofizika J. Orta viedoklis, saskaņā ar kuru komētu kodoli ir atliekas no pirmsplanetārā miglāja, kas kādreiz ap-

tvēra topošo Sauli un no kura izveidojās planētas un to pavadoņi. Šī miglāja perifērijā, kur temperatūra bija ļoti zema, vielas akumulācija negāja tālāk par nelielu ķermeņu ar caurmēru 100 m—100 km izveidošanos. Šādi neattīstījušies planētu dīgļi, pēc J. Orta domām, tad arī ir komētu kodoli, kas milzīga mākoņa veidā ar izmēru 100 000—300 000 a. v. aptver Saules sistēmu, un komētu skaits tajā sniedzas daudzos miljonus. No šī gigantiskā rezervuāra apkārtējo zvaigžņu perturbāciju ietekmē paretam kāda no komētām «iekrit» Saules sistēmas iekšienē, un tad mēs pie savām asteszvaigznī. Ja nu šāda «kritusi» komēta iet tuvu garām kādai no lielajām planētām, tad var gadīties, ka tās orbīta izmainās tā, ka komēta vairs netiek ārā no Saules sistēmas iekšienes. Šādā veidā varētu būt radušās visas īsperiodiskās komētas. Šādu gūstekņu mūžs nemēdz būt ilgs. Periodiski nonākot svelmaino Saules staru varā, pēc kādiem tūkstoš vai desmit tūkstoš apgriezieniem pilnīgi iztvaicējas visa komētas viela. Palaikam šāda iecelotāja var pat sadurties ar kādu no planētām, kā tas 1908. gadā atgadījies ar t. s. Tunguskas meteorītu, ko uzskata par nelielas komētas kodolu.

Taču savs piekritēju pulciņš ir arī Laplasa un Lagranža veco hipotēžu uzspodrinātajiem variantiem, saskaņā ar kuriem komētas ir svešķermeņi, kas Saules sistēmā ieceltojuši no starpzvaigžņu telpas, vai atkal gluži pretēji — tās tiek izmestas vulkāniskos izvirdumos no lielajām planētām vai to ģeoloģiski aktīviem pavadoņiem. Un te nu pareizās versijas noskaidrošanai ir skaidru pierādījumu iegūšanai lidojums uz komētu ir neaizstājams.

Šī plašā un dārgā pasākuma realizācija, protams, visnotaļ būs atkarīga no politiskās un ekonomiskās situācijas, kāda turpmākajos gados veidosies pasaulē. Un pašlaik ir grūti paredzēt, kas no šī tik labi iecerētā un zinātniski nozīmīgā projekta saglabāsies līdz astoņdesmito gadu vidum, kad Halleja komēta pietuvo-

sies Zemei. Tādēļ novēlēsim labu veiksmi šim pasākumam, lai Halleja komētai, kura jau tik daudz reizi sagādājusi pārsteigumu Zemes iedzīvotājiem un pašlaik, neko nenojauzdama, ceļo kaut kur Urāna orbītas krēslainajā apkārtnē, izdodas šis pārsteidzošais *rendez-vous*.

JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ

★★ Saules novērojumus redzamajā gaismā, ultravioletajos, rentgena un gamma staros šī spīdekļa paaugstinātas aktivitātes periodā turpina amerikāņu pavadonis SMM (Solar Maximum Mission), kas tika palaists speciāli šim nolūkam 1980. gada 14. februārī. Tā septiņi pētnieciskie instrumenti izeļas ar īpaši augstu leņķisko, spektrālo un laicisko izšķirtspēju (piemēram, UV spektrometram-polarimetram — ap 1,5" un 0,02 Å), kā arī daudzveidīgiem un operatīvi maināmiem darbības režīmiem, kurus nodrošina instrumentu vadība un iegūto datu pirmapstrāde ar mikroprocesoru palīdzību. Vadoties pēc mikroprocesoru sniegtās informācijas, pavadoņa centrālā ESM vairumā gadījumu patstāvīgi identificē Saules uzliesmojumus un nekavējoties atbilstoši pārkārto pētniecisko instrumentu darbību.

★★ Pateicoties spējai veidot sīki detalizētus attēlus un rekordaugstajai jutībai, ar amerikāņu astronomiskā pavadoņa HEAO-2 rentgenteleskopu pirmoreiz sistemātiski pārlūkoti rentgenstarojuma avoti citā galaktikā, kura pēc izmēriem un uzbūves līdzīga mūsējai, — Andromedas miglājā jeb M 31. Pavisam pamanīti 69 kompakti un 7 difūzi avoti. Viens no kompaktajiem sakrīt ar galaktikas centru, septiņi un, iespējams, vēl astoņi (to koordinātes pirmā apskata gaitā vēl nebija noteiktas ar maksimālo precizitāti) — ar lodveida zvaigžņu kopām, bet vairums difūzo identificēti ar sakarsēta ūdeņraža mākoņiem.

★★ Pēdējos gados ar pavadoņu SAS-3, HEAO-1 un HEAO-2 aparatūru pamanīti daudzi vāji rentgenstarojuma avoti, kuri ir nevis neitronu zvaigznes ciešās dubultsistēmas, kvazāri vai citi eksotiski objekti, bet gan visumā parastas mūsu Galaktikas zvaigznes — α Cen, Algols, Sīriuss u. c. Pēc jaunākajiem priekšstatiem (Dž. Gārmairs u. c.), to rentgenstarojuma cēloņi ir stipri dažādi: virsmas ar īpaši augstu temperatūru; spēcīgi uzliesmojumi magnētiskī aktīvos apgabalos; ļoti karstas koronas; dubultsistēmās — arī zvaigznes vēja mijiedarbība ar otras komponentes virsmu vai vēju (karsts triecienvilnis); vielas pārplūšana uz magnētisku balto punduri (tāpat kā uz neitronu zvaigzni).



Atrasts otrs pulsārs — dubultzvaigzne

Lasītājs, kurš uzmanīgi seko astronomijas jaunākajiem sasniegumiem, zinās, kādu interesi izraisīja 1975. gadā Halsā un Teilorā atklājums, ka pulsārs PSR 1913+16 atrodas dubultsistēmā. Šis apstāklis atļāva novērtēt pulsāra masu, kā arī deva iespēju novērojumu ceļā pārbaudīt Einšteina relativitātes teorijas paredzētos efektus, tai skaitā arī izdaudzīnāto orbītas ass rotāciju. Ne velti šo dubultpulsāru astronomi iedēvēja par dabīgu relativistisko laboratoriju. Tādēļ saprotams, ka tūlīt vairākas vadošās radioobservatorijas uzsāka intensīvus šādu dubultpulsāru meklējumus. Šiem darbiem paredzēja ātrus panākumus, jo dubultība zvaigžņu vidū ir ļoti bieži sastopama parādība, un teorētiskie apsvērumi liecināja, ka pārnovas sprādziens, kurā viena no dubultsistēmas zvaigznēm pārvēršas neitronu zvaigznē — pulsārā, tikai retos gadījumos spēj izārdīt sistēmu. Taču, pretēji cerētajam, šie meklējumi piecus gadus palika bez rezultātiem. Starp apmēram 300 zināmajiem pulsāriem vismaz 85 neuzrādīja nekādu manāmu orbitālo kustību, kas liek secināt, ka tie neietilpst dubultsistēmās (izņemot, protams, ekstremālo gadījumu, kad orbītas plakne ir praktiski perpendikulāra skata virzienam). Un tikai

1980. gada sākumā grupa radioastronomu — R. Mančesters, D. Kuks u. c., kas novēroja ar Pārksas (Austrālijā) 64 m parabolisko antenu, varēja ziņot par pozitīvu rezultātu pulsāram PSR 0820+02. (Piebildīsim, ka vispārpieņemtajos pulsāru apzīmējumos skaitļi norāda objekta aptuvenas koordinātes — rektascensiju un deklināciju, bet burti ir saīsinājums no vārda «pulsārs».)

Pulsāra orbitālo kustību šajā gadījumā, tāpat kā iepriekšējā, konstatēja pēc tā pulsāciju perioda sistematiskas izmaiņas Doplera efekta dēļ. Metode savā būtībā šeit pilnīgi analoga tai, ko lieto dubultības konstatēšanai spektroskopiskajās dubultzvaigznēs, tikai spektrālīniju viļņu garumu izmaiņas vietā mēra pulsāciju perioda izmaiņu. Un, tā kā šie pulsāru «pulksteņi» iet visai precīzi, tad, atliekot zīmējumā periodu kā laika funkciju, dabūjam, ja orbīta ir cirkulāra, akurātu sinusoidu.

Salīdzinājumā ar agrāk pazīstamo dubultpulsāru PSR 1913+16 jaunatrastā objekta rādītāji liek nedaudz vilties. Ja pirmajam orbitālais periods ir 7,7 stundas, tad jaunajam dubultpulsāram tas ir ap 4,5 gadi, un tādēļ šāda aprīņošana ir pārāk lēna, lai izpaustos relativistiskie efekti. Pulsāciju periods pirmajam pulsāram bija 0,059 s, bet PSR 0820+02 — 0,86 s, resp., garāks par pulsāru vidējo periodu (0,66 s). PSR 1913+16 orbīta bija

loti ekscentriskā (ekscentricitāte ap 0,62), jaunatrastajam turpretim tā ir praktiski cirkulāra. No radiostarojuma impulsu dispersijas pakāpes novērtētais attālums līdz pulsāram ir 900 parseki, bet dubultsistēmas orbītas pusass projekcijā redzamais garums ir 120 miljoni km. Dubultsistēmas abu komponentu masu novērtējuma rezultāti ļauj secināt, ka, pieņemot pulsāram «tipisku» neitronu zvaigznes masas vērtību ap $1 M_{\odot}$, kompanjona masai jābūt ap $0,85 M_{\odot}$.

Tādējādi nākas secināt, ka dubultība pulsāros ir daudz retāk sastopama parādība nekā parastajās zvaigznēs, jo no 125 pulsāriem, kuru periodu izmaiņas nu jau vairākus gadus sistemātiski pēta Pārksas radioastronomi, skaidri izteikta orbītālā kustība konstatēta tikai šai vienā gadījumā, kamēr gandrīz visi pārējie pulsāri vispār neuzrāda nekādas perioda izmaiņas.

U. Dzēroviis

Jauns arguments gravitācijas viļņu eksistences labā?

Jautājums par gravitācijas viļņu eksistenci un to reģistrēšanas iespējām ne reizi vien aplūkots «Zvaigžņotās debess» lappusēs¹. Un tā nav nejaušība, jo tas vēl joprojām ir viens no fundamentālākajiem, daudzējādā ziņā interesantākajiem, bet diemžēl arī viens no neskaidrākajiem modernās fizikas jautājumiem, kaut arī jau vairāk nekā

¹ Skat. A. Spektora rakstu «Gravitācijas viļņi» un A. Balklava rakstus «Pulsārs — gravitācijas viļņu generators» un «Jaunas iespējas kosmisko gravitācijas viļņu meklējumiem» attiecīgi «Zvaigžņotās debess», 1972. gada rudens, 7.—10. un 10.—11. lpp. un 1976./77. gada ziema, 17.—19. lpp.

60 gadus ir zināms, ka vāja gravitācijas lauka gadījumā Einšteina gravitācijas lauka vienādojumi ir līdzīgi elektromagnētiskā lauka viļņu vienādojumiem un līdz ar to šo vienādojumu atrisinājumam arī būtu jābūt vilnim, kas izplatās telpā ar tādu pašu ātrumu kā elektromagnētiskie viļņi (gaismas izplatīšanās ātrums vakuumā $c=3 \cdot 10^{10}$ cm/s)². Teorētiski pētījumi rāda, ka gravitācijas starojums vai gravitācijas viļņi nav nekas cits, kā no nevienmērīgā, resp., paātrinātā, kustībā esoša ķermeņa atrāviens gravitācijas lauks. Saduroties ar kādu citu ķermeni, šādam gravitācijas vilnim ir jāizraisa šī ķermeņa stāvokļa vai kustības izmaiņas un deformācija. Šo izmaiņu un deformāciju lielums ir atkarīgs no viļņa intensitātes.

Astrofiziķu interese par gravitācijas viļņiem ir ļoti liela, jo gravitācija taču ir tā sadarbes forma, kas nosaka kosmisko ķermeņu un sistēmu kustību, uzbūvi un evolūciju, un šādu viļņu reģistrēšanas iekārtu — gravitācijas viļņu detektoru un teleskopu izstrādāšana un izveidošana nodotu viņu rīcībā pilnīgi jaunu, no esošiem un jau apgūtiem neatkarīgu informācijas kanālu jeb informācijas nesēju par kosmiskajiem ķermeņiem, sevišķi par to mehāniskajām kustībām, šīs kustības izraisošajiem cēloņiem utt.³ Taču līdz

² Jāpiebilst tomēr, ka pastāv arī uzskats un atbilstoša argumentācija, kas šo uzskatu pamato, ka gravitācijas viļņi nevar pārnest enerģiju. Ar šo un vēl citiem jautājumiem ir saistīts iepriekš minētās neskaidriības par gravitācijas viļņu eksistenci un dabu.

³ Šādu apgūtu (bet vēl nebūt ne izsmeltu!) informācijas kanālu piemēri ir elektromagnētiskā starojuma spektra dažādi diapazoni — optiskie, radio, rentgena utt., ko astronomi pašlaik izmanto informācijas iegūšanai par kosmiskajiem ķermeņiem.

šim panākumi gravitācijas viļņu reģistrēšanas metožu un iekārtu izstrādāšanā ir bijuši vairāk nekā pieticīgi, neraugoties uz ļoti lielajām pūlēm, kas šo uzdevumu īstenošanai ir veltītas. Tam ir vairāki iemesli. Viens no galvenajiem — niecīgā gravitācijas sadarbē ar gravitācijas konstante, kas šo sadarbē raksturo. Gravitācijas sadarbē spēks un īstais diženums parādās tikai milzīgu, vārda tiešā nozīmē kosmisku masu gadījumos.

Pēdējā laikā tomēr eksperimentiem gravitācijas viļņu detektēšanā tiek pievērsta pastiprināta uzmanība un ar tiem sāk nodarboties arvien lielāks zinātnieku un to kolektīvu skaits. To sekmējusi gan šīs problēmas zinātniskā un praktiskā nozīmība, gan arī, un galvenokārt, tas, ka samērā nesen lieli panākumi ir gūti pētījumos par vāju signālu izdalīšanu uz stipru trokšņu fona. Ir izstrādātas statistiskas metodes, kas, izmantojot ilgstošus novērojumu periodus un iepriekš zināmo informāciju par reģistrējamā signāla raksturu, ļauj konstatēt patiešām ārkārtīgi niecīgu signālu klātbūtni stipru trokšņu pavadijumā. Tā, piemēram, izmantojot šīs metodes, ir kļuvis iespējams šaurā frekvenču joslā izmērīt makroskopisku ķermeņu masu centru mehāniskās svārstības, ja šo svārstību amplitūda sasniedz tikai 10^{-13} cm⁴. Šo metožu izmantošana ir pamatā tiem tradicionālajiem laboratoriju eksperimentiem, ko nu jau vairākus

⁴ 10^{-13} cm apmēram divas reizes pārsniedz klasisko elektrona rādiusa izmēru, t. i., $2,81751 \cdot 10^{-13}$ cm. Lai labāk apjaustu šādu noviržu niecīgumu, atgādināsim, ka neierosināta ūdeņraža atoma izmēri, t. i., pirmās Bora orbītas diametrs, ir apmēram 10^{-8} cm, kas tātad ir 100 000 reižu vairāk nekā 10^{-13} cm.

gadus veic divi pazīstami pētnieku kolektīvi Dž. Vebera (ASV) un V. Braginska (PSRS) vadībā.

Liela vēriba tiek veltīta arī citu ne-tradiccionālu gravitācijas viļņu detektēšanas metožu izstrādāšanai. Par dažām no tām ir stāstīts jau iepriekš minētajos «Zvaigžņotajā debesī» publicētajos rakstos. Šajā sakarībā lielu interesi ir izraisījis pagājušajā gadā žurnālā «Nature»⁵ ievietotais amerikāņu astrofiziku Dž. Teilora, L. Faulera, P. Makkallena paziņojums par pazīstamā radiopulsāra PSR 1913+16 radioastronomiskajiem novērojumiem un pētījumiem, kuri liecina par gravitācijas viļņu izstarošanu no šīs pulsāra sistēmas.

Sis pulsārs, ko, izmantojot lielo Aresibo radioteleskopu, 1974. gadā atklāja Dž. Teilora grupa⁶, kļuva ievērojams ar to, ka tas bija pirmais radiopulsārs, kas izrādījās saistīts dubultsistēmā. Kā dubultsistēmas loceklis un turklāt relativistisks objekts pulsārs PSR 1913+16 no vairākiem aspektiem bija ļoti interesants pētījumu objekts, jo dubultsistēmas locekļu kustības likumsakarību un relativistisko efektu ievērošana novērojumu datu apstrādāšanā solīja ļoti vērtīgu informāciju. Turpmākie novērojumi un pētījumi to arī pilnā mērā apstiprināja. Tie ļāva ne tikai noteikt un precizēt tādus šīs dubultsistēmas parametrus kā radiopulsāra PSR 1913+16 impulsu vidējo sekošanas periodu (0,059 s), tā apriņķošanas periodu (7^h45^m), pulsāra orbitālās kustības ātrumu (ap-

⁵ «Nature», 1979, vol. 277, p. 436.

⁶ Skat. arī A. Balklava rakstu «Radiopulsārs — dubultzvaigžņu sistēmas loceklis» — «Zvaigžņotā debess», 1975./76. gada ziema, 11.—13. lpp. un nelielo informāciju «Zvaigžņotā debess», 1980. gada pavasaris, 40. lpp.

mēram 300 km/s) un orbītas ekscentricitāti (9,61 — kas tādā rāda, ka orbīta ir ļoti izstiepta), bet arī izdarīt secinājumu, ka, izejot no šīs sistēmas uzbūves īpatnībām un ievērojot vispārīgās relativitātes teorijas efektus, šai sistēmai ir samērā intensīvi jāizstaro gravitācijas viļņi. Līdz ar to tās aprīņošanas periodam ir samērā strauji jāsamazinās, t. i., jāsamazinās pietiekami ātri, lai to varētu konstatēt jau pat diezgan neilgu novērojumu laikā.

Un tiešām, kā parādīja novērojumi, šīs dubultsistēmas komponentu aprīņošanas perioda samazināšanās temps sasniedz $(-3,2 \pm \pm 0,6) \cdot 10^{-12}$, t. i., gada laikā šis periods samazinās apmēram par 10^{-4} s. Bet šis novērotais perioda samazināšanās lielums ļoti intriģējošā kārtā sakrīt ar to, kādu dod aprēķini par šīs dubultsistēmas komponentu aprīņošanas perioda samazināšanos sakarā ar sistēmas gravitācijas enerģijas zudumiem gravitācijas starojuma dēļ. Tiesa gan, šī sakrišana ir tikai pie noteikti izvēlētu sistēmas locekļu masu u. c. parametru vērtībām.

Šajā piebildē tad arī slēpjas novērotā aprīņošanas perioda samazināšanās interpretācijas grūtības un neiespējamība vismaz pašlaik un pagaidām šo aprīņošanas perioda samazināšanos saistīt tikai ar iespējamo sistēmas gravitācijas starojumu, jo, kā rāda attiecīga analīze, sistēmas aprīņošanas perioda samazināšanās var notikt arī citu fizikālu procesu rezultātā. Tā, piemēram, tas var notikt gan tad, ja sistēma pietiekami strauji zaudē savu masu, gan starp dubultsistēmas komponentēm pastāvošo paisuma spēku iedarbības izraisītās berzes dēļ, gan arī dubultsistēmas paātrinātās kustības dēļ attiecībā pret Sau-

les sistēmu, kā arī visu šo trīs faktoru summārās darbības rezultātā.

Kā liecina aprēķini, novērojamā aprīņošanas perioda samazināšanās ir sevišķi jutīga attiecībā pret dubultsistēmas paātrināto kustību. Tā, piemēram, nav grūti pārbaudīt, ka jau 10^{-6} cm/s² liels dubultsistēmas paātrinājums attiecībā pret Saules sistēmu var izraisīt novērojamo aprīņošanas perioda samazināšanos par 10^{-4} s gadā. Līdz ar to pagaidām, kamēr dubultsistēmas parametri — komponentu masas, sistēmas orbītas plaknes stāvoklis (nolieces leņķis) attiecībā pret skata virzienu u. c. nav noteikti pietiekami precīzi un izslēgtas citu skaidrojumu iespējas, sistēmas komponentu aprīņošanas perioda samazināšanās interpretāciju ar sistēmas gravitācijas starojumu nevar uzskatīt par pilnīgi pamatotu un vienīgo iespējamo šī aprīņošanas perioda samazināšanās cēloni, kaut gan, kā jau iepriekš teikts, konstatētā sakritība starp novēroto un uz šādas interpretācijas pamata aprēķināto aprīņošanas perioda samazināšanās lielumu ir ļoti intriģējoša.

Jautājumu jo vairāk sarežģī tas, ka nesen atklāts vēl viens pulsārs — PSR 0820+02, kas arī ietilpst dubultsistēmā (otrais no 300 pašlaik zināmiem pulsāriem), bet kura aprīņošanas periods nevis samazinās, bet gan palielinās. Austrāliešu radioastronomi R. Mančesters, L. Ņūtons un D. Kuks, kas novēroja šo pulsāru ar Pārksas observatorijas (Austrālija) 64 m radioteleskopu, konstatēja, ka šī pulsāra rotācijas periods sasniedzis minimumu 1978. gadā un tagad acīmredzot palielinās. Austrāliešu radioastronomu iegūtos rezultātus apstiprina arī angļu radioastronomi E. Lains (Džodrelbenkas observatorija, Anglija), kurš veicis

neatkarīgus šī pulsāra novērojumus. Sādas pakāpeniskas aprīņošanas perioda izmaiņas labi saskan ar pieņēmumu, ka pulsārs riņķo ap kādu citu zvaigzni, t. i., ka minētā sistēma ir dubultzvaigžņu sistēma.

Tiesa gan, pulsāra PSR 0820+02 rotācijas periods ir 0,865 s un aprīņošanas periods 4 gadi un 8 mēneši. Turklāt pulsārs PSR 0820+02 kustas pa riņķveida un nevis stipri izstieptu orbītu kā pulsārs PSR 1913+16, kas nozīmē, ka relativistiskajiem efektiem pulsāra PSR 0820+02 sistēmā ir daudzkārt mazāka loma. Un tomēr daži zinātnieki, ka, piemēram, V. Kunts (Bonnas universitāte, VFR) rakstā žurnālā «Nature» apšaubā hipotēzi, ka pulsāra PSR 1913+16 orbitālā aprīņošanas perioda izmaiņas ir saistītas ar gravitācijas starojumu.

Paredzams, ka, turpmāk novērojot dubultsistēmu ar pulsāru PSR 1913+16, tiks iegūti dati, kas ļaus ievērojami precizēt nepieciešamās sistēmas parametru vērtības, it sevišķi aprīņošanas perioda samazināšanās tempu, un sniegt izšķirošu atbildi uz ļoti svarīgo jautājumu, vai dubultsistēma ar pulsāru PSR 1913+16 izstaro gravitācijas viļņus vai nē, jo kaut vai viena neapšaubāma pierādījuma iegūšana par gravitācijas viļņu eksistenci būtu ļoti nozīmīgs stimuls tālāko pētījumu attīstībai un progresam šajā jomā.

A. Balklavs

Saules aktivitātes prognoze 20. gs. beigām un 21. gs. sākumam

Saules aktivitātes procesu izpētei un Saules aktivitātes prognozēm pēdējā laikā arvien lielāku uz-

manību pievērš ne vien astrofizikā, bet arī daudzu citu nozaru speciālisti. Tas saistīts ar to, ka Saules aktivitātes prognozes ir interesantas ne tikai no zinātniskā viedokļa, bet tām varētu būt arī ļoti liela praktiska nozīme, ja vien tās būtu pietiekami ticamas, jo pašlaik jau samērā labi izpētīts, noskaidrots un zināms, ka vētrainie Saules aktivitātes procesi atstāj ļoti daudzveidīgu iespaidu uz Zemes atmosfēru, magneto-sfēru, biosfēru utt., neskatoties uz to, ka Saules aktivitātes un Zemes procesu savstarpējā sakarība ļoti bieži ir tik ļoti nomaskēta ar citu faktoru iespaidu, ka to noteikšana un izpētīšana ir ļoti sarežģīts un grūts uzdevums. Piebilde par to, ka par Saules aktivitātes prognozēm ir jārunā no ticamības viedokļa, balstās uz ne sevišķi glaimojošo faktu, ka šīs prognozes izriet nevis no stingras Saules aktivitātes teorijas, kura vēl līdz šim laikam nav radīta, bet gan bāzējas uz statistiski (varbūtēji) noteiktu Saules aktivitātes procesu regularitāšu izpausmju laicisku ekstrapolāciju. Bet ekstrapolācija, kā labi zināms, vienmēr ir saistīta ar varbūtību un, tātad, arī ar ticamību.

Tomēr pagaidām, kamēr nekā pamatotāka un labāka nav, uz statistisku regularitāšu analīzes datiem bāzētu Saules aktivitātes prognožu veidošanai tiek pievērsta liela vēriba, un šīs prognozes, tāpat kā laika prognozes, tiek lietotas cilvēku praktiskās darbības organizēšanai vēl jo vairāk tādēļ, ka šīs prognozes, ievērojot vairākos iepriekšējos Saules aktivitātes ciklos atklātās raksturīgās tendences, samērā labi atbilstošanās.

Sajā sakarībā ļoti interesanta ir prognoze, ko nesen izstrādājis Ondžejojvas observatorijas (Čehoslo-

vakijas SR) līdzstrādnieks M. Kopecis, kas ir labi pazīstams ar saviem Saules aktivitātes un Saules aktivitātes ciklu pētījumiem. Analizējot ilgperioda Saules aktivitātes ciklu datus (1874.—1964. gadam), viņš atklājis sistemātisku Saules plankumu skaita pieaugumu. Ekstrapolējot šo tendenci, viņš ieguvis prognozi, pēc kuras nākamo Saules aktivitātes ciklu laikā relatīvo Volfa skaitļu¹ vērtība pieaugs līdz 200—300 vienībām, sasniedzot absolūto maksimumu 21. gs. sākumā, t. i., pēc 2000. gada.

Sakarā ar šo prognozi M. Kopecis ir izteicis domu, ka novērojamā Saules maksimumu pieaugumu tendence nākošā gadsimta sākumā novedīs pie parādības, kas, iespējams, būs pilnīgi pretēja agrāk konstatētajam Moundera minimumam², kad Saules aktivitātes līmenis it kā bijis ārkārtīgi zems. Proti, nākamā gadsimta sākumā Saules aktivitāte būs ārkārtīgi liela un pat 11 gadīgo Saules aktivitātes ciklu minimumu laikā Saules plankumu skaits un ar to saistītais vispārējais Saules aktivitātes līmenis būs visai ievērojams.

Līdzīgu pētījumu par Saules plankumu skaita, t. i., Volfa skaitļu, sta-

¹ Relatīvos Volfa skaitļus definē ar Saules plankumu grupu skaita, kas rodas laika vienībā pa visu Sauli, un vidējā šo plankumu grupu dzīves ilguma reizinājuma palīdzību. Šo Saules aktivitāti raksturojošo indeksu ieviesa vācu zinātnieks Volfs 1848. gadā. Relatīvie Volfa skaitļi, kā rāda statistiski pētījumi, labi korelē ar veselu rindu ģeofizikālu parametru, kā, piemēram, gaisa temperatūras variācijas, augšējās atmosfēras blīvums u. c.

² T. i., 17.—18. gs. (1645.—1715. g.). Skat. arī G. Ozoliņa rakstu «Ilgi Saules aktivitātes minimumi. Cik gadu pastāv Saules vainags?» «Zvaigžņotā debess», 1977. gada vasara, 1.—4. lpp.

tistiskām regularitātēm nesenu veikuši arī austrāliešu zinātnieki N. R. Lombs un A. P. Andersens. Viņi izdarīja spektrālanalīzi Volfa skaitļu rindai, kas aptvēra intervālu no 1700. līdz 1964. gadam, un atklāja 14 statistiski nozīmīgus periodus. Šos periodus viņi izskaidro kā galvenā Saules aktivitātes cikla, t. i., 11 gadu cikla, amplitūdas un fāzes modulāciju ar diviem garperioda procesiem, kuru periodi attiecīgi ir 90 un 55 gadi. Ar šāda modeļa palīdzību viņi labi izskaidro arī Saules zemās aktivitātes īpatnības Moundera minimuma laikā.

Interesantas ir arī minēto austrāliešu zinātnieku izdarītās prognozes par relatīvajiem Volfa skaitļiem 1977.—1988. gadam, kas balstās uz viņu veikto pētījumu modeļu analīzi. Tās dod iespēju, salīdzinot ar novērojumos iegūtajiem Volfa skaitļiem, noteikt izmantoto teorētisko shēmu un modeļu atbilstību īstenībai, kā arī novērtēt izdarīto prognožu ticamību.

Šī un arī citas, tai skaitā vēsturiskas Saules aktivitātes analīzes rāda, ka Saules aktivitātes cikliskums ir ļoti sarežģītu, vēl ne tuvu iepazītu un izpētītu parādību komplekss, kurā pašlaik stingri konstatētais, apmēram 11 gadu periods ir tikai viens no vairākiem vai pat daudzajiem periodiem, kas raksturo, atklāj un palīdzēs atklāt Saules cikliskumu un šo cikliskumu nosakošo dažādo fizikālo procesu būtību³.

A. Balklavs

³ Ir izteiktas domas, ka eksistē arī vairāki garperiodu Saules aktivitātes cikli ar periodu 600, 900 un 1800 gadi, kā arī kosmiskais cikls ar periodu 200 miljoni gadu, kas sakrīt ar Saules apriņķošanas periodu ap Galaktikas centru.

Radons — Saules aktivitātes vidutājs

Analizējot Saules aktivitātes ietekmi uz Zemes dzīvību, mūsdienās par visnozīmīgākām uzskata ģeomagnētiskā lauka variācijas — magnētiskās vētras un īsperioda pulsācijas. Šādu priekšstatu atbalsta arī pēdējos gados strauji plaukstošā zinātnes nozare — magneto-bioloģija. Tā atklāj arvien jaunus veidus, kā magnētiskais lauks ietekmē dzīvās sistēmas.

Tomēr apkārtējā pasaule ir bezgala daudzveidīga, un īstenībā nav nekāda pamata ierobežoties tikai ar magnētiskajiem spēkiem vien. Maskavas fiziķis A. Semji-Zade jau vairākus gadus pēti Saules aktivitātes izraisītās Zemes dabiskā radioaktīvā fona variācijas.

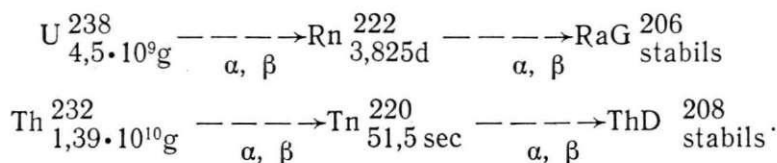
Kā zināms, visi Zemes ieži satur vairāk vai mazāk radioaktīvo vielu. Arī mūsu parastie māls un smilts emitē apkārtējā gaisā nelielu radioaktīvo gāzu daudzumu. Dabiskās radioaktīvās gāzes, kuru klātbūtnē mēs ik dienas dzīvojam, ir galvenokārt radons — Rn^{222} un torons — Tn^{220} . Tie ir radioaktīvo elementu urāna — U^{238} un atbilstoši torija — Th^{232} saimes locekļi.

Radons un torons ir ķīmiski inertas gāzes, bet aktīvas fizikāli — tās emitē α daļiņas. Torons sabrūk sa-

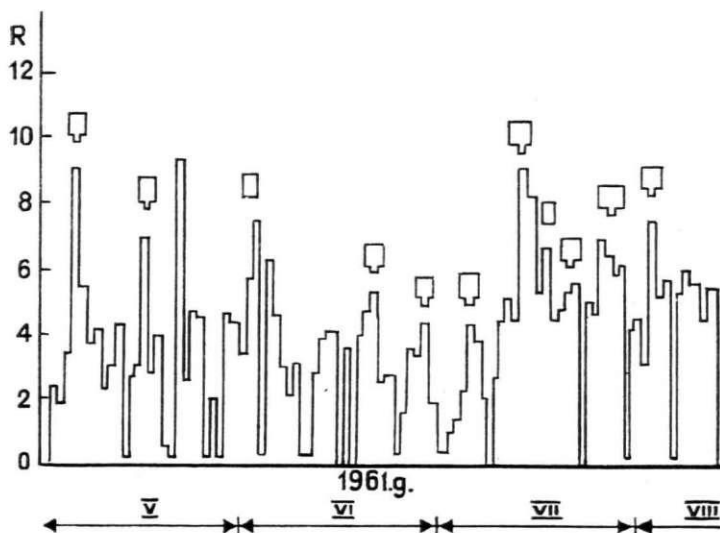
mērā ātri, un tā ieguldījums atmosfēras radioaktivitātē ir daudz mazāks nekā no radona. Tāpēc A. Semji-Zade patlaban pievērsies tikai Rn^{222} daudzuma variācijām.

Pētnieks apsvēra, ka radioaktīvo gāzu ekshalācija no Zemes iežiem — gāzu molekulu atdalīšanās no iežu kristāliskās struktūras un no mikrodaļiņām ir atkarīga arī no magnētiskiem spēkiem. Magnētisko vētru dienās iežu kristāliskā struktūra tiek pakļauta mainīgai deformācijai; šis t. s. magnetostrikcijas rezultātā ieži it kā elpo. Līdz ar to atbrīvojas vairāk gāzu molekulu nekā mierīgās dienās, tāpēc magnētisko vētru dienās radona koncentrācijai apkārtējā gaisā jābūt lielākai.

Sādu priekšstatu apstiprināja vairākas gaisa radioaktivitātes mērījumu sērijas. Piemēram, 1961. gada vasarā Taškentā no deviņiem izcīlākajiem radona līmeņa pieauguma gadījumiem tikai divi notika mierīga ģeomagnētiskā lauka apstākļos (2. att.). Bet otrādi gan — nebija nevienas magnētiskās vētras, kas nebūtu izraisījusi arī radona koncentrācijas palielināšanos. Analizējis Upsalā izdarītos radioaktīvā fona mērījumus, A. Semji-Zade atklāja saistību ar magnētisko lauku arī šajos datos. Par ļoti nozīmīgu turklāt jāuzskata tas apstāklis, ka radioaktivitāte pieauga abos tik at-



1. att. Radona un torona rašanās vienkāršota shēma. Pie ķīmisko elementu simbola augšā dots kodola masas skaitlis, apakšā — pussabrukšanas periods. Pārtrauktā bulta norāda uz vairākiem pārvērtību starposmiem, simboli α, β — uz emisijas tipu.



2. att. Radioaktivitātes līmenis Taškentā 1961. gada vasarā. Ar taisnstūriem atzīmētas magnētiskās vētras.

tālos zemeslodes punktos vienā laikā.

Radons iekļūst cilvēka organismā galvenokārt caur elpošanas ceļiem un, emitēdams α starojumu, izraisa organisma šūnās destruktīvas pārmaiņas. Tās nav bīstamas veselam organismam, bet slimam, kura adaptācijas rezerves ir samazinātas, var izcelties zināmas novirzes fizioloģisko funkciju norisē. Tāpēc, apkopojis savu pētījumu rezultātus, A. Semji-Zade nonāca pie secinā-

juma, ka radona koncentrācijas pieaugums ir viens no nozīmīgākajiem faktoriem, kas izraisa biotropos efektus magnētisko vētru laikā. Šāds secinājums atbilst mūsdienu bioloģijas pētījumu datiem par radiācijas mazo dozu dažkārt svarīgo lomu dzīva organisma funkcijās.

Tādā kārtā Saules aktivitātes vādība realizējas vēl vienā, mums agrāk nepazītā veidā.

N. Cimahoviča

JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ

★★ Saules pētnieku vairums uzskata, ka Saules aktivitātes problēmu atrisinājums meklējams Saules ārējos, redzamajos slāņos. Tomēr Usurijskas observatorijā V. Čistjakovs Saules aktivitātes izmaiņās saskata Saules dziļu kodoleksploziju atskaņas. Bet Pulkovas observatorijas līdzstrādniece A. Spitaļnaja ir pamanījusi, ka aktivitātes centri uz Saules kļūst īpaši darbiģi tad, kad tos skar Galaktikas centra raidītā gravitācijas enerģija. Abu pētnieku šķietami pretrunīgie uzskati tomēr īstenībā atbilst dialektiskajam priekšstatam par kosmisko procesu savstarpīgo saistību.



CETURTĀ EKSPEDĪCIJA «SALŪTĀ-6». 1

Kopš 1979. gada 19. augusta, kad uz Zemi atgriezās trešā pamatapkalpe, padomju orbitālā zinātniskā stacija «Salūts-6» darbojās automātiskā režīmā.¹ Lidojuma vadības centrs regulāri kontrolēja tās bortsistēmu funkcionēšanu, pēc komandām no Zemes tika veikti tehniski eksperimenti.

1979. gada 19. decembrī ar orbitālo staciju sakabinājās bezpilota kosmosa kuģis «Sojuz T» — plaši pielietojamā transportkuģa «Sojuz» uzlabots variants,² kas bija palaists izmēģinājuma nolūkos trīs dienas iepriekš; tas pieslēdzās stacijas pārejas nodalījumā iekārtotajam sakabināšanās mezglam. Kopīgā lidojuma gaitā, kas ilga līdz 1980. gada 24. martam, turpinājās jaunā transportkuģa bortsistēmu, agregātu un konstrukcijas elementu izmēģināšana kosmosa apstākļos. Tā, piemēram, divas reizes orbitālā kompleksa trajektoriju koriģēja, izmantojot kuģa «Sojuz T» dzinējiekārtu, kā arī orientācijas un kustības vadīšanas sistēmas.

27. martā tika palaists automātisks kravas transportkuģis «Progress-8», un divas dienas vēlāk tas sakabinājās ar orbitālo staciju «Salūts-6», pieslēdzoties agregātu nodalījumā uzstādītajam sakabināšanās mezglam. Kuģis atveda uz orbitālo staciju iekārtas, aparāturu un materiālus nākamās apkalpes dzīvības nodrošināšanai un iecerēto zinātnisko pētījumu veikšanai, raķešu degvielu stacijas apvienotajai dzinējiekārtai.

9. aprīlī tika palaists kosmosa kuģis «Sojuz-35» ar divu cilvēku apkalpi: kuģa komandieri Leonīdu Popovu un bortinženieri PSRS lidotāju kosmonautu Valēriju Rjuminu (kurš jau agrāk bija strādājis «Salūta-6» kā trešās pamatapkalpes loceklis, uzturoties tur rekordilgu laiku — 175 diennaktis). Tās uzdevums bija saslēgt kosmosa kuģi ar orbitālo kompleksu, veikt nepieciešamos profilaktiskos un remontdarbus, kas nodrošinātu stacijai turpmāko funkcionēšanu pilotējamā režīmā, kā arī turpināt iepriekšējo apkalpju uzsāktos zinātniski tehniskos un medicīniski bioloģiskos pētījumus un eksperimentus, ieskaitot Zemes dabisko resursu izpēti no kosmosa.

Nākamajā dienā kuģis «Sojuz-35» sakabinājās ar orbitālo kompleksu «Salūts-6»—«Progress-8», pieslēdzoties pārejas nodalījumā uzstādītajam

¹ Par «Salūta-6» lidojuma norisi līdz šim brīdim skat. «Zvaigžņotā debess», 1977./78. gada ziema, 30. lpp. (starts); 1978. gada pavasaris, 37.—39. lpp. un 1978. gada vasara, 26.—27. lpp. (pirmā ekspedīcija); 1978./79. gada ziema, 27.—31. lpp. (otrā ekspedīcija); 1979. gada rudens, 23.—26. lpp. un 1979./80. gada ziema, 23.—24. lpp. (trešā ekspedīcija).

² Par «Sojuz T» sikāk skat. «Zvaigžņotā debess», 1980. gada rudens, 41.—42. lpp.

sakabināšanās mezglam. Kosmonauti pārgāja orbitālās stacijas telpās, tādējādi kļūstot par «Salūta-6» ceturto pamatapkalpi, un sāka to gatavot ilgstošai darbībai pilotējamā režīmā, kā arī ķērās pie transportkuģa «Progress-8» izkraušanas un pirmajiem zinātniskajiem eksperimentiem. Jaunā apkalpe arī nomainīja vairākus agregātus un aparātus, kuru darba resurss bija izsmelts, pieslēdza energoapgādes sistēmai jaunus akumulatorus, kurus bija atvedis «Progress-8», utt.

Līdz 18. aprīlim orbitālās stacijas sistēmu dekonservācija un transportkuģa izkraušana bija pabeigta, un apkalpes locekļi pievērsa galveno vērību zinātniskās aparatūras sagatavošanai ieplānotajiem novērojumiem un eksperimentiem. Tā, piemēram, viņi pārlādēja filmu kasetes Zemes dabisko resursu izpētei domātajos fotoaparātos MKF-6M un KATE-140 un pārbaudīja to darbaspēju, vēlāk veica līdzīgas operācijas ar mazgabarīta gamma teleskopu «Jelena» u. tml. Līdztekus šiem instrumentiem L. Popovs un V. Rjumins tālākajā lidojuma gaitā strādāja arī ar daudziem citiem, piemēram, tehnoloģiskajām krāsnīm «Splav» un «Kristall», bioloģiskajām iekārtām «Oāze», «Biogravistats» un «Malahits», medicīnisko aparatūru «Polinoms-2M» un «Reogrāfs», spektrofotometru «Spektrs-15», submilimetra diapazona teleskopu BST-1M.

Drīz tika pabeigta arī stacijas apvienotās dzinējiekārtas uzpildīšana ar transportkuģa «Progress-8» atvesto degvielu, un 25. aprīlī tas atdalījās no orbitālā kompleksa, lai dienu vēlāk saskaņā ar lidojuma programmu ieltu atmosfēras blīvajos slāņos un beigtu pastāvēt.

Jau nakamajā dienā — 27. aprīlī tika palaists nākamais automātiskais kravas transportkuģis «Progress-9», un pēc divām dienām tas sakabinājās ar orbitālo kompleksu «Salūts-6»—«Sojuz-35», atkal atvedot iekārtas, aparatūru un materiālus apkalpes dzīvības nodrošināšanai un zinātnisko pētījumu veikšanai, raķešu degvielu stacijas dzinējiekārtai, kā arī pastu. Pēc izkraušanas, degvielas pārsūknēšanas uz «Salūta-6» tvertnēm un savu laiku nokalpojušo stacijas iekārtu, to bloku un instrumentu pārņemšanas uz kuģa kravas nodalījumu «Progress-9» atdalījās no orbitālā kompleksa un 22. maijā beidza pastāvēt.

26. maijā tika palaists kosmosa kuģis «Sojuz-36» ar starptautisku apkalpi: PSRS lidotāju kosmonautu Valēriju Kubasovu un Ungārijas Tautas Republikas kosmonautu Bertalanu Farkašu. Šī lidojuma mērķis bija turpināt kopīgos kosmosa pētījumus miermīlīgos nolūkos saskaņā ar sociālistisko valstu sadarbības programmu «Interkosmos», kuras ietvaros iepriekš bija īstenoti četri kopīgi pilotējami lidojumi ar Čehoslovākijas, Polijas, VDR un Bulgārijas pilsoņu piedalīšanos (turklāt trīs pirmie — ar starptautisko apkalpju uzturēšanos «Salūtā-6»).

27. maijā kosmosa kuģis «Sojuz-36» sakabinājās ar orbitālo kompleksu «Salūts-6»—«Sojuz-35», pieslēdzoties agregātu nodalījumā uzstādītajam sakabināšanās mezglam, un kosmonauti pārgāja stacijas telpās. Nākamajās septiņās dienās starptautiskā apkalpe L. Popova, V. Rjumina, V. Kubasova un B. Farkaša sastāvā veica daudzveidīgus eksperimentus, kurus kopīgiem spēkiem bija sagatavojuši padomju un ungāru speciālisti. Tie ietvēra metālu un sakausējumu ieguves tehnoloģijas īpatnību izpēti ar iekārtu «Splav» un «Kristall» palīdzību (eksperiments «Bealuca»), Zemes



1. att. Kosmosa kuģa «Sojuz-36» starptautiskā apkalpe — padomju kosmonauts V. Kubasovs un pirmais ungāru kosmonauts B. Farkašs pirms došanās lidojumā. (TASS fotohronika.)

virsmas fotouzņemšanu ar PSRS un VDR speciālistu izstrādāto kosmisko fotoaparātu MKF-6M, tās novērošanu ar spektrofotometrisku aparātu u. c.

3. jūnijā V. Kubasovs un B. Farkašs, sekmīgi izpildījuši nosprausto pētījumu un eksperimentu programmu, atgriezās uz Zemes kosmosa kuģī «Sojuz-35» (t. i., tajā, ar kuru orbitālajā stacijā bija ieradušies L. Popovs un V. Rjumins). Kosmosa kuģis «Sojuz-36», kas palika pievienots «Salūta-6» agregātu nodalījumam, divas dienas vēlāk tika pārvietots uz priekšējo sakabināšanās mezglu, kas iekārtots pārejas nodalījumā. Šajā nolūkā kuģis ar abiem kosmonautiem tā kabīnē atdalījās no stacijas, kura pēc tam pagriezās par 180 grādiem, un mazliet vēlāk ar to atkal sakabinājās. Šāda orbitālā kompleksa pārkārtošana bija vajadzīga, lai arī turpmāk varētu veikt transportoperācijas «Salūta-6» apgādei ar degvielu un citām kravām, kuras nepieciešamas apkalpes dzīvības nodrošināšanai un ieplānotās pētījumu un eksperimentu programmas izpildei.

Tajā pašā dienā — 5. jūnijā tika palaists jauns kosmosa kuģis «Sojuz T-2» ar divu cilvēku apkalpi: kuģa komandieri Juriju Mališevu un bortinženieri PSRS lidotāju kosmonautu Vladimiru Aksjonovu; tas bija uzlabotā transportkuģa «Sojuz T» pirmais lidojums pilotējamā variantā. Dienu vēlāk «Sojuz T-2» sakabinājās ar orbitālo kompleksu «Salūts-6»—«Sojuz-36», pieslēdzoties agregātu nodalījumā uzstādītajam sakabināšanās mez-

glam, un kosmonauti piedroņās stacijas pamatapkalpei. Nākamajās trīs dienās viņi turpināja izmēģināt jaunā transportkuģa bortsistēmu un aparātūras darbību orbitālā kompleksā sastāvā, kā arī piedalījās zinātnisko pētījumu un eksperimentu veikšanā.

9. jūnijā pēc sekmīga četras diennaktis ilga lidojuma «Sojuz T-2» ar kosmonautiem J. Mališevu un V. Aksjonovu atgriezās uz Zemes, lēni nolaižoties paredzētajā Padomju Savienības rajonā. «Salūta-6» pamatapkalpe tikmēr turpināja savu parasto ikdienas darbību, kura ietvēra eksperimentus kosmiskās tehnoloģijas, medicīnas un bioloģijas jomā, Zemes dabtsko resursu izpēti, kā arī eksperimentus ar teleskopu BST-1M.

29. jūnijā tika palaists kārtējais automātiskais kravas transportkuģis «Progress-10», kurš divas dienas vēlāk nogādāja orbitālajā kompleksā dažādas iekārtas, aparāturu un materiālus, raķešu degvielu un pastu. Pēc septiņpadsmit diennaktis ilga kopīga lidojuma, kura laikā tika paveiktas



2. att. Uzlabotā kosmosa kuģa «Sojuz T-2» pirmie izmēģinātāji — padomju kosmonauti J. Mališevs (pa labi) un V. Aksjonovs. (TASS fotohronika.)



3. att. Kosmosa kuģa «Sojuz-37» starptautiskā apkalpe — padomju kosmonauts V. Gorbatko un pirmais vjetnamiešu kosmonauts Fam Tuans sagatavošanās perioda treniņā okeānā (gadījumam, ja nāktos nosēsties uz ūdens). (TASS fotohronika.)

parastās izkraušanas operācijas, tas atdalījās no orbitālā kompleksa un 19. jūlijā beidza pastāvēt.

23. jūlijā tika palaists kosmosa kuģis «Sojuz-37» ar starptautisku apkalpi: PSRS lidotāju kosmonautu Viktoru Gorbatko un Vjetnamas Sociālistiskās Republikas kosmonautu Fam Tuanu, tādējādi turpinot pilotējamus lidojumus programmas «Interkosmos» ietvaros. Nākamajā dienā kosmosa kuģis sakabinājās ar orbitālo kompleksu «Salūts-6»—«Sojuz-36», pieslēdzoties agregātu nodalījumā uzstādītajam sakabināšanās mezglam, un kosmonauti pārgāja stacijas telpās. Nākamajās septiņās dienās starptautiskā apkalpe L. Popova, V. Rjulina, V. Gorbatko un Fam Tuana sastāvā veica dažādus tehnoloģiskus, ģeofizikālus, medicīniskus un bioloģiskus eksperimentus, izmantojot sociālistiskajās valstīs izstrādātu zinātnisko

aparāturu. Tie ietvēra kāda pusvadītāju materiāla iegūšanu ar iekārtas «Kristall» palīdzību (padomju—vjetnamiešu eksperiments «Halonga»), Vjetnamas teritorijas fotouzņemšanu ar daudzjoslu fotoaparātu MKF-6M, elpošanas procesa pētījumus ar VDR speciālistu izstrādātas iekārtas palīdzību u. c. Atpūtas brīžos «Salūta-6» starptautiskajai apkalpei tika pārraidīti televīzijas sižeti par Maskavas olimpisko spēļu norisi.

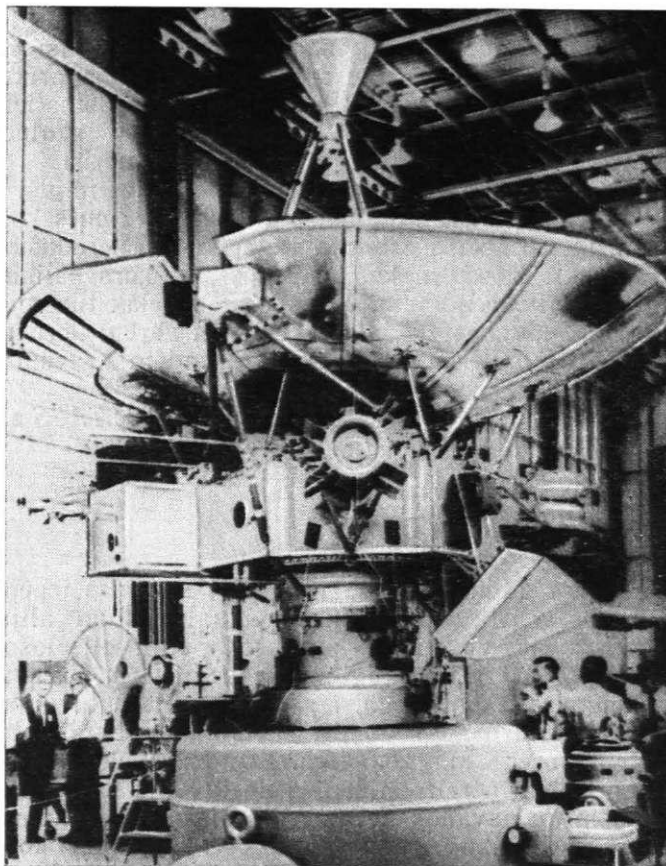
31. jūlijā V. Gorbatko un Fam Tuans, sekmīgi izpildījuši nosprausto pētījumu un eksperimentu programmu, atgriezās uz Zemes kosmosa kuģi «Sojuz-36» (t. i., tajā, ar kuru orbitālajā stacijā bija ieradusies V. Kubasovs un B. Farkašs). Kosmosa kuģis «Sojuz-37», kurš palika pievienots «Salūta-6» agregātu nodalījumam, divas dienas vēlāk tika pārvietots uz priekšējo sakabināšanās mezglu, lai arī turpmāk varētu noritēt transportoperācijas orbitālā kompleksa apgādei ar dažādām kravām un raķešu degvielu.

(Pēc TASS ziņojumiem)

«VOYAGER» UN «PIONEER» PAR JUPITERU UN SATURNU

Nesen aizgājušais gadu desmits, no Saules sistēmas izpētes viedokļa raugoties, noslēdzās ar īstu planētu milžu gadu. Martā un jūlijā kosmiskie aparāti «Voyager-1» un «Voyager-2» pirmoreiz pētīja ļoti plašo un daudzveidīgo Jupitera sistēmu īsti vispusīgi un detalizēti — mēnešiem ilgi sekoja pārvērtībām planētas mākoņu segā, iepazīna no cieša tuvuma visus četrus lielos un dažus mazos pavadoņus, novēroja Jupiteru aptverošo gredzenu un zondēja varenu magnetosfēru. Septembrī cits kosmiskais aparāts — «Pioneer-11» pirmoreiz palūkojās no tuvuma uz Saturna mākoņu virsmu, gredzeniem un pavadoņiem, izdarīja pirmos mērījumus šīs planētas magnetosfērā. (Vairākus gadus iepriekš «Pioneer-11» kopā ar «Pioneer-10» jau bija paveikuši analogisku Jupitera un tā apkārtnes izlūkošanu.)

«Voyager» un «Pioneer» (1. att.) pētniecisko misiju krasi atšķirīgais raksturs — sistemātiska apskate un pirmā iepazīšanās — likumsakarīgi izrietēja no nevienlīdzīgajām pašu lidaparātu (sevišķi vadības un sakaru iekārtu) un to zinātniskā ekipējuma iespējām. Tā, «Voyager» elektroniskās telekamerās var iegūt pa augstvērtīgam attēlam ik nepilnu minūti, bet «Pioneer» fotopolarimetrs, kura atsevišķos mērījumus rindās un veselos kadros izkārtu paša kosmiskā aparāta rotācija ap asi un virzes kustība, — vidēji ik stundu, turklāt attēlu izšķirtspēja ir krietni zemāka. Tālajā ultravioletajā un infrasarkanajā diapazonā «Voyager» spēj reģistrēt pilnvērtīgus spektrus (turklāt otrajā — visai detalizētus), «Pioneer» — tikai izmērīt kopējo starojuma plūsmu nedaudzās platās joslās. Vēl vairāk, abos «Voyager» visi optiskie instrumenti uzstādīti uz brīvi grozāmas platformas, kuru uz dažādiem objektiem vissarežģītākajā secībā var notemēt kosmiskā aparāta ESM, kamēr «Pioneer» tie nekustīgi piestiprināti lidaparāta rotējošajam korpusam. Visbeidzot, «Voyager» radiosakaru sistēma nodrošina iegūstamās zinātniskās informācijas pārraidi ar tempu 115 tūkst. bitu

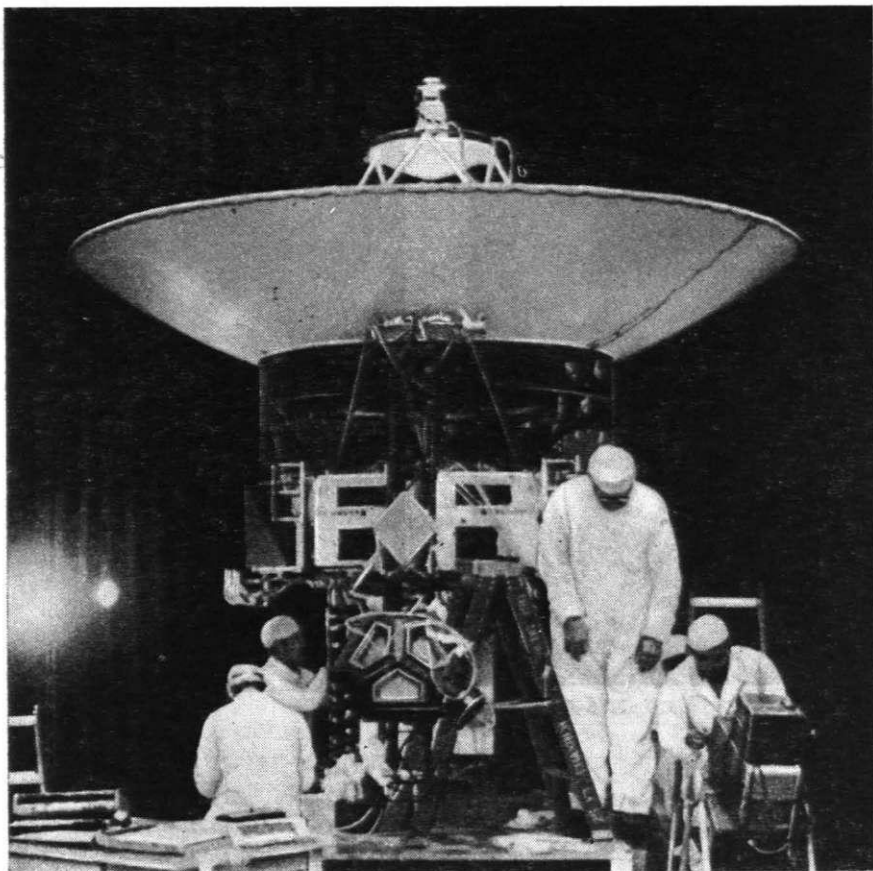


1. att., a. «Pioneer» pirmslidojuma pārbaudes laikā. Šķīvjuveida galvenās antenas caurmērs 2,3 m, kosmiskā aparāta pilnā masa 270 kg, zinātniskā ekipējuma masa 30 kg.

sekundē no Jupitera un 44 tūkst. bitu sekundē no Saturna apkaimes, «Pioneer» — tikai attiecīgi 2 un 1 tūkst. bitu sekundē.¹

Tomēr, neraugoties uz «Voyager» iespaidīgo pārākumu gandrīz jebkurā aspektā, dažās svarīgās Jupitera izpētes jomās «Pioneer» sniegtās ziņas joprojām paliek ļoti būtiskas. Pirmkārt, sakarā ar planētai tuvākām trajektorijām šie lidaparāti zondēja magnetosfēru krietni dziļāk nekā «Voyager», turklāt otrais — arī lielā attālumā no ekvatora plaknes. Otrkārt, pa

¹ «Voyager» un «Pioneer» vispārējā uzbūve un pētnieciskais ekipējums sīkāk aplūkoti E. Mūkin a rakstos «Voyager»: ceļamērķi, trajektorijas, lidaparāti» «Zvaigžņotās debess» 1979. gada pavasara numurā, 33.—38. lpp.; «Voyager-1» pie Jupitera» 1979. gada rudens numurā, 27.—32. lpp.; «Pioneer-11» pie Saturna» 1980. gada pavasara numurā, 28.—33. lpp.



1. att., b. «Voyager» pirmslidojuma pārbaudes laikā. Šķīvņveida galvenās antenas caurmērs 3,7 m, kosmiskā aparāta pilnā masa 815 kg, zinātniskā ekipējuma masa 115 kg.

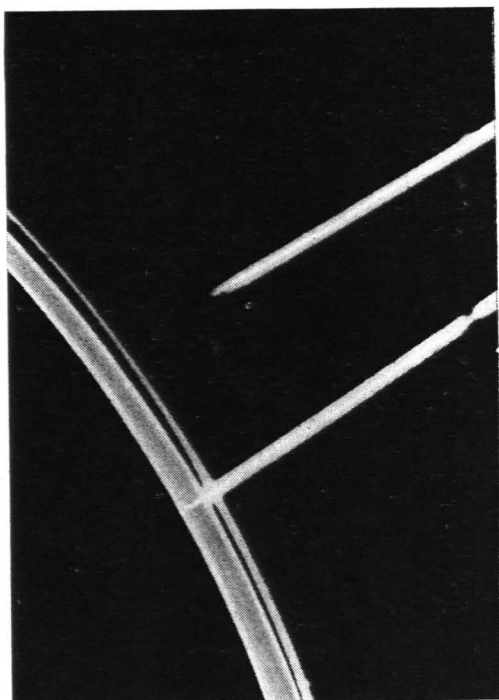
stipri slīpu trajektoriju Jupiteru pārlidojušais «Pioneer-11» ir vienīgais kosmiskais aparāts, kas novērojis šīs planētas polu apgabalus, kuri nav praktiski saskatāmi no Zemes.

Savukārt «Voyager» iegūtā informācija pirmoreiz parādījusi Jupitera atmosfēras cirkulācijas raksturu gan visas planētas, gan atsevišķu tās veidojumu mērogā; četru lielo pavadoņu pārsteidzoši daudzveidīgo dabu; agrāk nezināmu objektu pastāvēšanu šīs milzu planētas apkārtnē. Jau pašas pirmās attēlu apskates (to skaits pārsniedza 30 tūkst.) un mērījumu sākotnējās izvērtēšanas gaitā atklājās

- 1) pirmie darbīgie ārpuszemes vulkāni uz pavadoņa Jo (2. att., a);
- 2) Jupiteru aptverošs karstas plazmas tors Jo orbītas apkaimē;



a



b

2. att. Divi ievērojamākie «Voyager-1» atklājumi «Voyager-2» telekameru skatījumā (kontrasts apstrādes gaitā stipri palielināts):

a — gāzu un putekļu fontāni virs pavadoņa Jo darbīgajiem vulkāniem (Saules apspīdētā sirpja augšdaļā);

b — Jupitera gredzens (kā arī planētas atmosfēra) caurstarojošā Saules gaismā: nonākot ēnā virs nakts puslodes (tumšais segments pa kreisi uz leju no centra), tas šķietami apraujas, bet virs dienas puslodes tieši šādā apgaismojumā izrādās pietiekami spožs, lai būtu saskatāms pat cauri atmosfēras augšējiem slāņiem.

3) siku daļiņu gredzens Jupitera tuvākajā apkārtnē (2. att., *b*);

4) spēcīgi zibeņi un intensīvas polārblāzmas Jupitera atmosfērā;

5) Jupitera Lielā Sarkanā plankuma anticikloniskā daba.²

Tagad, noritot «Voyager» iegūtās informācijas provizorisksai un dažkārt pat detalizētai apstrādei, parādījies secinājumu un atklājumu «otrais vilnis»; dažas jaunas atziņas radušās arī «Pioneer-11» veikto Saturna novērojumu tālākās analīzes gaitā.

² Par šiem atklājumiem sīkāk ziņots E. Mūkina rakstā ««Voyager-2» pie Jupitera» «Zvaigžņotās debess» 1979./80. gada ziemas numurā, 25.—32. lpp., kā arī U. Dzērviša rakstā «Jupitera mēness Jo brīnumainā pasaule» 1980. gada vasaras numurā, 12.—14. lpp.

ATMOSFĒRAS, JONOSFĒRAS UN VIRSMAS

Pēc savāktā informācijas apjoma «Voyager» zinātniskajā ekipējumā otro vietu aiz telekamerām ieņēma interferences spektrometri, ar kuriem tika iegūti vairāk nekā 100 tūkst. visai detalizētu spektrogrammu infrasarkanajā diapazonā.³ Jupitera spektros skaidri saskatāmas absorbcijas joslas, kas atbilst gan ūdeņradim, gan amonjakam un metānam, gan pēdējos gados no Zemes pamanītām (bet dažkārt apšaubītām) mazākajām sastāvdaļām — etānam (C_2H_6), acetilēnam (C_2H_2), fosfēnam (PH_3), ūdens tvaikam (H_2O) un germānija tetrahidrīdam (GeH_4). Tā kā joslas veidojas atšķirīgos slāņos Jupitera augšējā atmosfērā, kuras sastāvu dažādos augstumos neizlīdzina konvekcija un vēji, precīzi aprēķināt katras gāzes koncentrāciju pēc spektriem vien nav iespējams. Apvienojot «Voyager» mērījumus gan infrasarkanajos, gan ultravioletajos staros ar teorētiskiem apsvērumiem par atmosfēras vertikālo uzbūvi, Jupitera otrās svarīgākās sastāvdaļas — hēlija relatīvais daudzums iznācis $11 \pm 3\%$ (pēc tilpuma), kas labi saskan ar agrāko vērtējumu pēc «Pioneer» datiem — $14 \pm 8\%$. Ar «Pioneer-11» ultravioleto fotometru šī gāze pirmoreiz eksperimentāli pamanīta arī Saturna atmosfērā, kur tās saturs, pēc provizoriskiem aprēķiniem, ir aptuveni tāds pats kā uz Jupitera.

«Voyager» pārraidīto infrasarkanā spektru augstā detalizētība ļāvusi arī pēc atsevišķu joslu formas noteikt gaisa temperatūras atkarību no augstuma dažādās planētas vietās, tādējādi sniedzot izejas datus atmosfēras cirkulācijas izpratnei. Piemēram, «aukstuma anomālija», kas reģistrēta virs Lielā Sarkanā plankuma, norāda uz vēja ātrumu 75 m/s austrumu—rietumu un 45 m/s ziemeļu—dienvidu virzienā, kāds labi atbilst šajā veidojumā novērotajai (ar «Voyager» telekamerām) mākoņu cirkulācijai ar 6 Zemes diennakšu periodu.

Krietni precīzāk, taču tikai atsevišķiem planētas punktiem temperatūras un arī spiediena atkarība no augstuma noteikta ar radiocaurstarošanas metodi. Šādā ceļā ekvatora tuvumā īsi pirms Saules rieta konstatēta temperatūras krišanās par 2° uz katru kilometru — pietiekami strauja, lai viegli varētu sākties konvekcija, kuras pēdas patiešām saskatāmas dažos «Voyager» pārraidītajos Jupitera mākoņu segas attēlos. Uz troposfēras un stratosfēras robežas temperatūra tur šādi noslidējusi līdz $113^\circ K$ pie apmēram 100 milibaru spiediena, kamēr mākoņu virsmas līmenī šie lielumi, pēc infrasarkanās radiometrijas un spektroskopijas datiem, ir attiecīgi ap $140^\circ K$ un pāri par 600 milibariem.

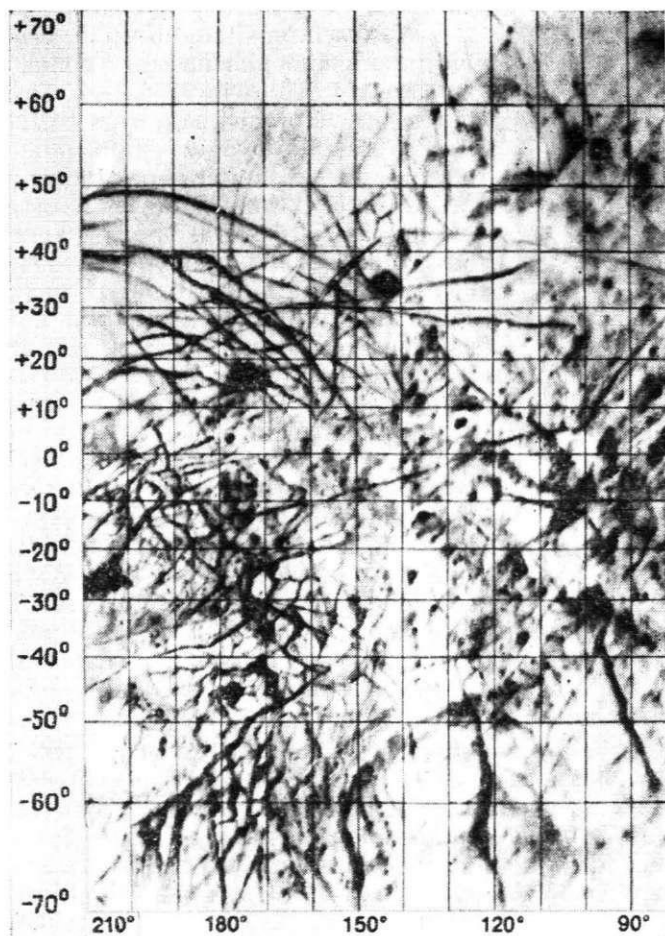
Pētot ar radiocaurstarošanas metodi arī Jupitera jonosfēru, tā izrādījusies visai mainīga: piecos gados starp «Pioneer» un «Voyager» pārlidojumiem tās biežums palielinājies no 3,5 uz 6 tūkst. km (acīmredzot sakarā ar Saules aktivitātes pieaugumu), par 600 km augšup pacēlies un vairakas reizes pastiprinājies jonizācijas maksimums planētas dienas pusē.

³ Pēc dažām ziņām, pēdējos pirmslidojuma mēnešos uzbūvētais divdiapazonu infrasarkanais spektrometrs ($1,4\text{--}10\ \mu m$ un $17\text{--}170\ \mu m$), kas bija minēts «Zvaigžņotās debess» 1979. gada rudens numurā, īsi pirms starta tika nomainīts ar sākotnēji izstrādāto viendiapazona instrumentu ($4\text{--}55\ \mu m$).

Saturna jonosfēra, kas pirmo un pagaidām vienīgo reizi zondēta ar «Pioneer-11» radiosignāliem (tātad Saules aktivitātes maksimuma posmā), izrādījusies krietni plānāka nekā Jupiteram un ar diviem gandrīz vienādi stipriem maksimumiem par 600 km atšķirīgos līmeņos.

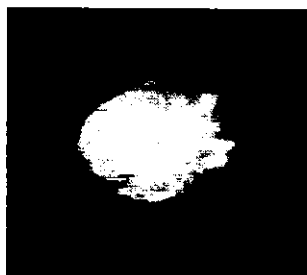


3. att. Jupitera atmosfēras vētrainā cirkulācija Lielā Sarkanā plankuma apkārtnes attēlos, ko «Voyager-1» ieguvis ar četrus Zemes diennakšu starplaiku (1979. gada 25. februārī un 1. martā). Milzīgie haotiskie virpuļi (kreisajā pusē), kuri rodas, planētu apjozošajām gaisa plūsmām sastopoties ar šo milzu anticiklonu, pat tik neilgā laika sprīdī jau pilnīgi mainījuši savu izskatu. Mazākais gaišais ovāls — arī anticikloniskas dabas veidojums — pēc lielākā caurmēra ir aptuveni vienāds ar mūsu Zemi. (Skat. arī attēlu vāku 4. lpp.)



4. att. Eiropas kartes detalizētākā daļa (pēc «Sky and Telescope»), kas sastādīta pēc «Voyager-2» pārraidītajiem attēliem. Neskaitāmas ļoti garas un platas, taču pavisam seklas plaisas izvagojušas praktiski visu pavadoņa virsmu, kura sastāv no visparastākā ledus ar nelieliem kādu citu vielu piemaisījumiem. (Analogisku Jo karti skat. «Zvaigžņotās debess» 1980. gada vasaras numurā, 36.—37. lpp.)

No notikumiem uz Saules, protams, stipri atkarīgas arī polārblāzmas, kuras mēdz noritēt 700, 1400 vai 2300 km augstumā virs Jupitera mākoņu segas un novērotas tur gan ar telekamerām, gan ar ultravioletā diapazona instrumentiem — «Voyager» spektrometriem un «Pioneer» fotometriem. Taču uz Jupitera šādu parādību veidošanā svarīga loma acīmredzot pieder arī pavadoņa Jo aktīvajam vulkānismam: kustoties gar planētas magnē-



5. att. Amalteja, kādu to no pusmiljona kilometru attāluma uzņēmis «Voyager-1»: neregulāras formas ķermenis ar maksimālo caurmēru 270 km un minimālo 155 km.

tiskā lauka intensitātes līnijām, elektroni no izvirzumu radītā plazmas tora nonāk Jupitera atmosfērā ap 70. jovigrāfiskā platuma grādu, un tur tiešām vērojams raksturīgs polārblāzmu loks.

Pavēršot «Voyager» ultravioletos spektrometrus arī uz Jupitera pavadoņiem Ganimēdu un Kallisto, tur nav izdevies konstatēt pat visnīcīgākās atmosfēras pēdas (pretēji dažiem novērojumiem no Zemes), un acīmredzot tās nav arī nedaudz mazākajai Eiropai. Vienīgi uz Jo ar augstjutīgajiem infrasarkanajiem spektrometriem pamanīta ļoti retināta atmosfēra no sēra dioksīda (SO₂), par kuras avotu neapšaubāmi kalpo šī debess ķermeņa darbīgie vulkāni.⁴

Mērot ar šiem pašiem instrumentiem Jo siltuma starojumu, kādā no vulkāniski aktīvajiem apgabaliem atzīmēta par apmēram 160° augstāka temperatūra nekā tuvākajā apkārtne — attiecīgi $290 \pm 20^\circ\text{K}$ un $127 \pm 2^\circ\text{K}$. Uz triju pārējo lielo pavadoņu virsmām viscaur valda ļoti zema (piemēram, krēslas joslā līdz 85°K) un visai vienmērīga temperatūra — vietējie siltumkontrasti nepārsniedz 1%. Mazliet augstāka temperatūra, nekā pienāktos tik lielā attālumā no Saules, konstatēta Amaltejai, kura riņķo ap Jupiteru tā radiācijas joslu intensīvākajā daļā. Acīmredzot šī pavadoņa virsmu nedaudz sasilda tieši neskaitāmie lādēto daļiņu trāpījumi.

Vienīgajam lielajam Saturna pavadoņim Titānam, pēc «Pioneer-11» infrasarkanā radiometra datiem, augšējās atmosfēras temperatūra ir tikai $80 \pm 10^\circ\text{K}$, planētas gredzenu apgaismotajai pusei — aptuveni $60\text{--}70^\circ\text{K}$, bet aizēnotajai — par desmit grādiem zemāka. Pēdējais fakts nozīmē, ka Saturna gredzenu daļiņas kaut nedaudz aizēno cita citu, tātad tie nekādi nevar būt vienslāņa veidojumi (kā apgalvoja dažas hipotēzes). Gredzenu atdzišanas temps, nonākot planētas ēnā, un izkliedētās gaismas intensitāte un polarizācija, ko «Pioneer-11» instrumenti izmērijuši daudz plašākam atstarošanās leņķu diapazonam nekā no Zemes, apliecina, ka gredzenu daļiņas tiešām visdrīzāk sastāv no ledus, taču ir tikai dažus centimetrus lielas.

«Pioneer-11» radiometra mērījumi no cieša tuvuma arī precizējuši, ka Saturns izstaro kosmosā 2,5 reizes vairāk siltuma, nekā saņem no tālās Saules (Jupiters — 2 reizes). Šādai situācijai atbilst mākoņu virsmas temperatūra $95 \pm 3^\circ\text{K}$ — pietiekami zema, lai virs galvenā slāņa varētu izveidoties bieza dūmaka no sasaluša amonjaka kristāliem. Tieši tā, domājams, arī slēpj Saturna atmosfēras vētrains cirkulāciju, kādai tur, gluži tāpat kā uz Jupitera, būtu jānorit no planētas dzilēm plūstošā siltuma iespaidā.

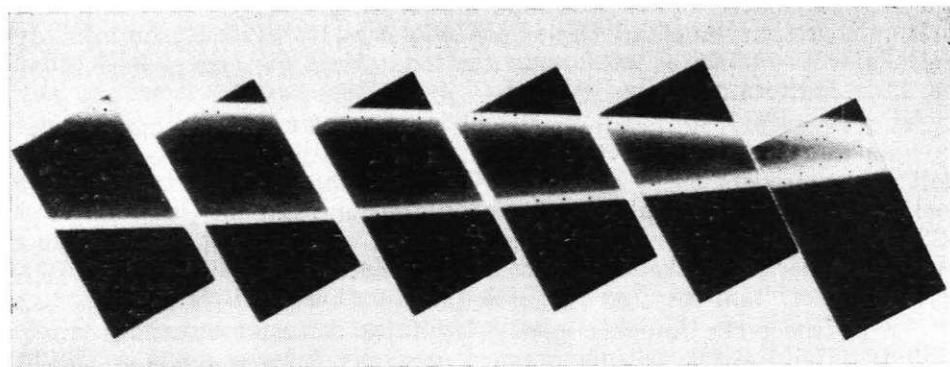
⁴ Sēra dioksīda klātbūtni apliecina arī Jo ultravioletie spektri, kas neseni iegūti ar pavadoņi IUE uzstādīto teleskopu.

MAGNETOSFĒRAS, GREDZENI UN PAVADOŅI

Jau pirmie tiešie mērījumi Jupitera un Saturna apkaimē parādīja, cik dažādas ir šo planētu magnetosfēras: sakarā ar krasi atšķirīgo magnētiskā lauka intensitāti — attiecīgi 4,2 un 0,2 gausi uz virsmas ekvatora tuvumā — pirmā stiepjas līdz simt planētas rādiusu attālumam, otrā — tikai līdz divdesmit (t. i., līdz Titāna orbitai). Šī paša iemesla dēļ jonizējošā starojuma maksimālais līmenis radiācijas joslās pie Saturna ir aptuveni tāds pats kā Zemes apkārtņē, bet pie Jupitera — desmitiem tūkstošu reižu augstāks. Atšķirības turpinās arī detaļās: Saturnam rotācijas un magnētiskā lauka asis praktiski sakrīt, bet Jupiteram veido 10° leņķi, turklāt viena otru nešķērso (tāpat kā citām tuvu iepazītajām planētām); Jupitera laukā vērojamas manāmas novirzes no tīras dipolveida struktūras, radiācijas joslām piemīt krietni sarežģītāka forma (diskveida ārējā daļa) u. tml.

Kā parādījusi «Voyager» iegūtā informācija, vairākas Jupitera magnetosfēras īpatnības saistītas ar Jo vulkānu darbību — to izsviestie atomi (pirmām kārtām sērs un skābeklis) veido gan karstās plazmas toru gar pavadoņa orbītu, gan lielāko daļu radiācijas joslu materiāla, gan paša Jo retināto jonosfēru, kura spēcīgi mijiedarbojas ar Jupitera magnētisko lauku. Pēdējā procesa rezultātā planētu un tās pavadoņi saista lādētu daļiņu plūsma — elektriskā strāva, kura, spriežot pēc «Voyager-1» mērījumiem tās tiešā tuvumā, ir ap 5 miljoniem ampēru stipra. Ar Jupitera un Jo mijiedarbību visdrīzāk izskaidrojami arī spēcīgie radiotrokšņi kilometru viļņu diapazonā, kuri pamanīti ar «Voyager» plazmas elektrisko svārstību analizatoriem un izrādījušies par kārtu jaudīgāki nekā no Zemes novērotie radiostarojuma uzliesmojumi dekametru viļņos.

Pirmie tiešie mērījumi Jupitera radiācijas joslās arī uzrādīja raksturīgus minimumus tādos attālumos no planētas, kas atbilst pavadoņu orbītām: savā riņķojumā ap Jupiteru tie periodiski «izslauka» elektriski lādē-



6. att. «Voyager-2» iegūtu attēlu mozaika ar Jupitera gredzenu sistēmu caurstarojošā Saules gaismā (kontrasts stipri palielināts). Relatīvi blīvāko un spožāko gredzenu, kura ārējais rādiuss ir 128 tūkst. km un platums 6,5 tūkst. km, uz iekšpusi turpina daudz retiņātāks un blāvāks, kurš stiepjas praktiski līdz atmosfēras augšējiem slāņiem.



7. att. Saturna gredzeni un pavadoņi pēc «Pioneer-11» fotopolarimetra mērījumiem izveidotā (un stipri kontrastētā) attēlā. No kreisās puses uz labo caurstarojošā Saules gaismā redzams iekšējais jeb C gredzens (gaišs), vidējais jeb B gredzens (tumšs, tātad ļoti blīvs), Kasini sprauga (gaiša, tātad nebūt ne tukša), ārējais jeb A gredzens (gaišs ar tumšākām malām). Vēl tālāk pa labi saskatāmi divi pēc šī attēla atklāti objekti — no atsevišķiem sabiezējumiem veidots 500 km plats gredzens, kuru no agrāk zināmajiem šķir 3,5 tūkst. km plata tumša (tātad praktiski tukša) sprauga, un jauns neliels pavadoņis. Kreisā augšējā stūrī redzams kāds sen pazīstams Saturna pavadoņis — Tētija.

tās daļiņas, kuras kustas turp un atpakaļ gar magnētiskā lauka intensitātes līnijām, t. i., apmēram perpendikulāri orbītu plaknei. Vēl spilgtākā veidā šī parādība tika novērota pie Saturna, kur plato un samērā blīvo gredzenu apgabālā radiācijas intensitāte nokritās praktiski līdz brīvā starpplanētu telpā vērojamam līmenim. Tādējādi magnetosfēru zondēšana kļuva par ērtu paņēmieni jaunu pavadoņu un sevišķi gredzenu meklēšanai, kurš drīz apliecināja savu efektivitāti: tieši «Pioneer-11» reģistrēta un tolaik īsti neizskaidrota radiācijas minimuma atrašanās vietā «Voyager» telekamerā parādīja Jupitera gredzenu (6. att.).

«Voyager» pārraidīto attēlu sistemātiskas izpētes gaitā Jupitera ciešā tuvumā tika atklāti arī divi pavadoņi, kuri ir tikai 30—40 un 70—80 km lieli un acīmredzot tādēļ arī neatstāj viegli pamanāmas pēdas radiācijas joslās. Pirmais apriņķo planētu gar pašu gredzenu ārmaļu (orbītas rādiuss 128,4 tūkst. km, periods 7^h08^m) un, iespējams, nepārtraukti papildina to ar meteorītu triecienu atšķeltajiem virsmas iežu daļiņām, otrs — starp Amaltejas un Jo orbītām (rādiuss 222,5 tūkst. km, periods 16^h16^m).

Ar «Pioneer-11» fotopolarimetru iegūtajos Saturna apkaimes attēlos saskatāms gan agrāk nezināms šaurs gredzens, kura esamību apstiprina arī radiācijas mērījumi, gan jauns 150—200 km liels pavadoņis ar orbītas rādiusu ap 151 tūkst. km (7. att.). Praktiski tādā pašā attālumā no planētas reģistrēts arī ļoti dziļš un šaurs radiācijas minimums — «Pioneer-11» droši vien lidojis garām to izraisījušajam ķermenim tikai pāris tūkstošu

kilometru attālumā. Tomēr pēc visu datu rūpīgas analīzes (ieskaitot jaunākos novērojumus no Zemes nesenaajā īpaši labas redzamības periodā) nācies atzīt, ka attēli un radiācijas mērījumi fiksējuši divus dažādus pavadoņus, kuri riņķo ap Saturnu pa stipri līdzīgām orbītām. Turklāt otrais acīmredzot jau reiz pamanīts no Zemes pirms trīspadsmit gadiem, taču novērojumi kļūdaini piedēvēti citam Saturna pavadoņim — Jānusam, kura pastāvēšanu nekādi neapstiprina nedz «Pioneer-11» izdarītie radiācijas mērījumi, nedz citi dati.

Titāna apkaimē ar «Pioneer-11» ultravioleto fotometru konstatēts (pilnīgā saskaņā ar dažiem paredzējumiem) milzīgs gar orbītu izstiepts ūdeņraža mākonis, kuru veido no pavadoņa aizlidojušie, taču joprojām Saturna gravitācijas laukā paliekošie atomi.

Pēdējā brīdī: «Voyager» iegūto attēlu detalizēta analīze parādījusi, ka gar Jupitera gredzena ārmaļu riņķo nevis viens, bet divi nelieli pavadoņi (periodi $7^{\text{h}}04,5^{\text{m}}$ un apmēram $7^{\text{h}}09^{\text{m}}$; tālākajam jaunajam pavadoņim — $16^{\text{h}}11,4^{\text{m}}$).

E. Mūkins

JAUNUMI ISUMA ★★ JAUNUMI ISUMA ★★ JAUNUMI ISUMA

★★ Saskaņā ar vienošanos starp PŠRS un Francijas valdībām par kopīga pilotējamā kosmiskā lidojuma īstenošanu J. Gagarina kosmonautu sagatavošanas centrā apmācības un treniņus uzsākuši divi Francijas pilsoņi, kurus izraudzījis šīs valsts Nacionālais kosmisko pētījumu centrs (CNES), — Ž.-L. Kretjēns un P. Bodrī. Kopīgā lidojuma gaitā kosmosa kuģi «Sojuz» ar padomju komandieri un franču bortinženieri paredzēts saslēgt ar orbitālo staciju «Salūts», kur starptautiskajai apkalpei jāveic apmēram nedēļu ilga zinātnisko pētījumu programma. Lidojumu iecerēts īstenot 1982. gadā.

★★ Padomju Savienībā nodots ekspluatācijā vēl viens zinātniskās pētniecības kuģis, kas paredzēts pirmām kārtām abpusēji sakaru uzturēšanai ar kosmiskajiem lidaparātiem laikā, kad tie atrodas ārpus mūsu valstī izvietoto sakaru staciju radioredzamības zonas. Turpinot tradīciju, kas ieviesta piecu iepriekšējo šīs sērijas kuģu nosaukumos, arī jaunajam piešķirts bojā gājušā padomju kosmonauta — Vladislava Volkova (1935—1971) vārds. Pēc izešanas okeānā kuģis pievienojās flotilei, kura nodrošina sakarus ar orbitālo staciju «Salūts-6».

★★ Publicētas jaunas ziņas par divu specializēto kosmiskā gamma starojuma novērošanas pavadoņu — franču «Signe-3» un Rietumeiropas COS-B darbību. Ar «Signe-3», kurš bija domāts galvenokārt gamma uzliesmojumu avotu meklēšanai ar triangulācijas metodi, 1977. gadā reģistrēti trīs šādi notikumi, turklāt divi — vienlaikus ar franču aparatūru padomju pavadoņi «Prognoze-6». Ar COS-B, kurš piecu gadu laikā novērojis pavisam vairāk nekā 30 pastāvīgi eksistējošus avotus, nesen pamanīts pulsējošs gamma starojums no vēl diviem radiodiapazonā zināmiem pulsāriem — PSR 1822-09 un PSR 0740-28. Mainīguma raksturs tiem izrādījies gandrīz tāds pats kā jau agrāk gamma diapazonā novērotiem pulsāriem Krabja miglājā un Buru zvaigznājā.



mākslinieka skatījumā

VISIESPĒJAMĀKAIS IR PAVISAM NEIESPĒJAMAIS

STASIS POVILAITIS

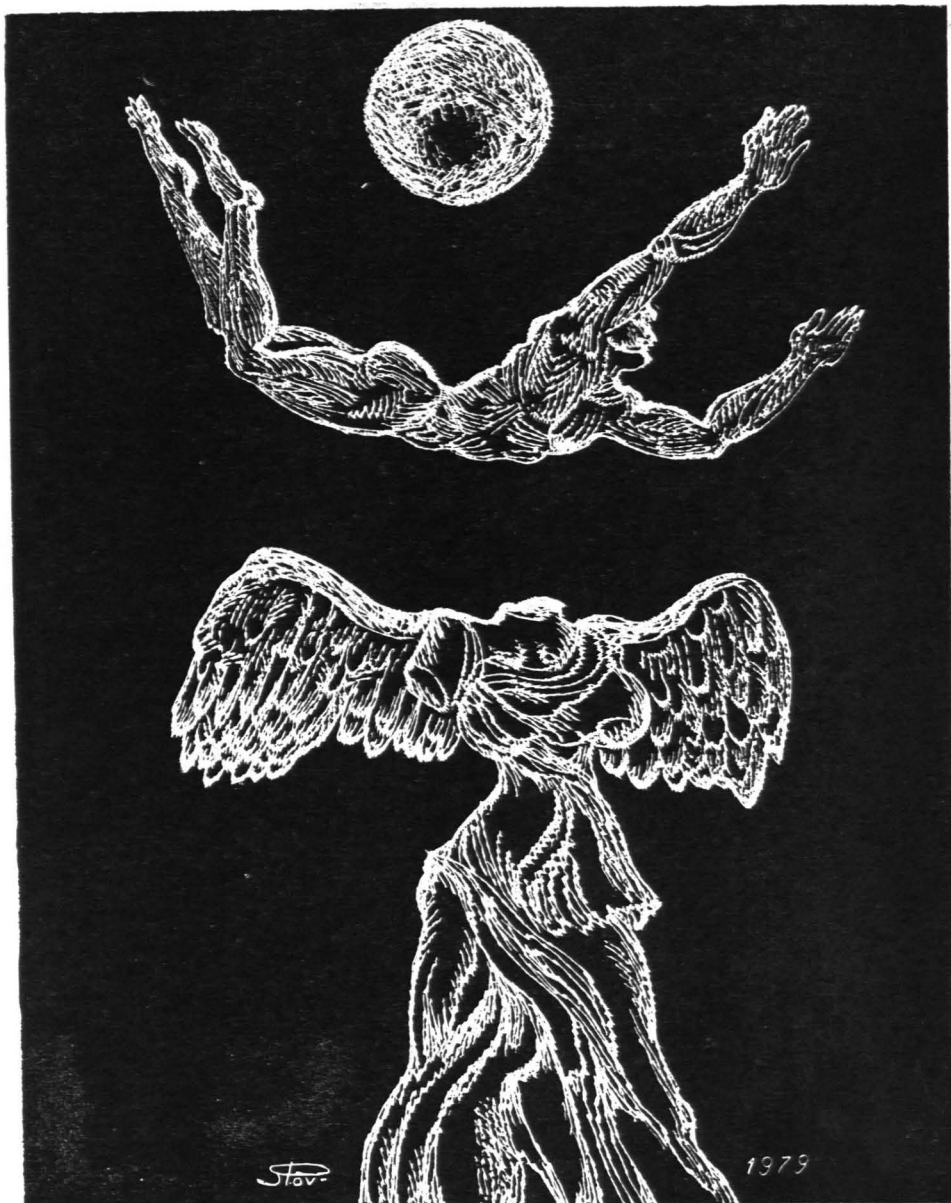
«Ceļš paveras tur, kur ir grība,» saka lietuviešu grafiķis un žurnālists Stasis Povilaitis, ar kura darbiem iepazīstinām «Zvaigžņotās debess» lasītājus. S. Povilaitis pēc pamatizglītības ir radioelektronīķis, viņš ir beidzis Kaunas Antanasa Snečkusa Politehnisko institūtu. Tomēr laika gaitā viņš arvien vairāk pievēršas tēlotājam mākslai un pašreiz aktīvi strādā grafikā. Viņa ilustrācijas bieži sastopamas Lietuvas avīzēs un žurnālos, tās publicē «Техника — молодежи», «Комсомольская правда» un citi centrālie izdevumi. S. Povilaiša darbi bija izstādīti Havannā 11. Vispasaules jaunatnes festivālā, Maskavā zinātniskās fantastikas glezniecības izstādē «Laiks—Telpa—Cilvēks», PSRS Tautas saimniecības sasniegumu izstādē, Zvaigžņu pilsētiņā, Burjatijā — izstādē BAM celtniekiem un citur.

S. Povilaiša darbu tēma ir cilvēks un kosmos: Cilvēks radītājs, Cilvēks meklētājs, Cilvēks pirmatklājējs, Cilvēka vieta uz Zemes 20. gadsimtā, Saules sistēmā, Cilvēks vienotībā ar Visumu.

Cilvēks ir Visuma daļiņa, un viņš tiecas iepazīt savu vietu tajā, saskatīt cilvēces un Visuma tālāko gaitu. Bet progress uz Zemes nebūt nenozīmē tikai tehnikas attīstību vien. Tas ir arī cilvēka iekšējās pasaules paplašināšanās un padziļināšanās, arvien ciešāka vienotība ar Kosmosu. Tas ir augstu virsotņu un grūtu uzvaru ceļš.

Savas ilgas pēc kosmiskajām tālēm es gribu izteikt savās gravīrās. Es uztveru Kosmosu dzīvības un romantikas pilnu. Bairons teicis, ka, ja kādam nepatīk apkārtējā pasaule, tas citu, pilnīgāku pasauli var radīt savā dvēselē. Es cenšos veidot tādu pasauli sevi un, kad tas aprūtinā manu darbību šodienā, smeļos spēku dabā, Saulē, zvaigznēs. Kur vien es atrodos — mājās, uz ielas, zaļumos —, es apzinos, ka visapkārt ir kosmos — zvaigznes, planētas un galaktikas, un tas dod man svētķu prieku un spēķu darbam.

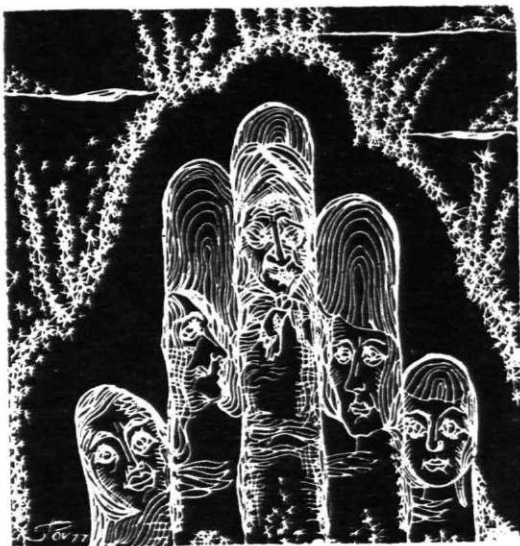
Radišanas brīdī cilvēķs ietieķas vēģ nenotieķušajā laikā. Es uzskatu, ka laiks stāv, bet mēs izejam tam cauri. Žēģ, ka tas notieķ tik ātri, ka dzīve ir ne vien īsa, bet arī neatķārtojama. Bet es ticu, ka nāķotnē šis posms būs ilgāķs un līdz ar to lielāķas būs arī radošā darba iespēķas. Es cenšos pievienot savu graudiņu mūsu civilizācijas attīstīķai, miera nosargāšanai uz mūsu planēķas.



UZ ZVAIGZNĒM



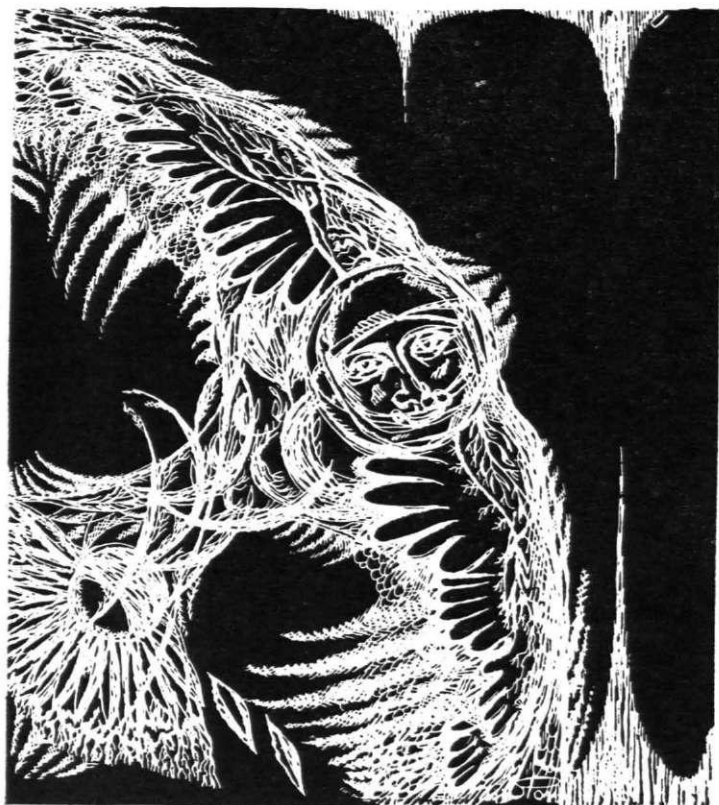
ZVAIGŽŅU TILTI
ĢIMENE. LIKTENIS



ZEMES UN DEBESS FUGA

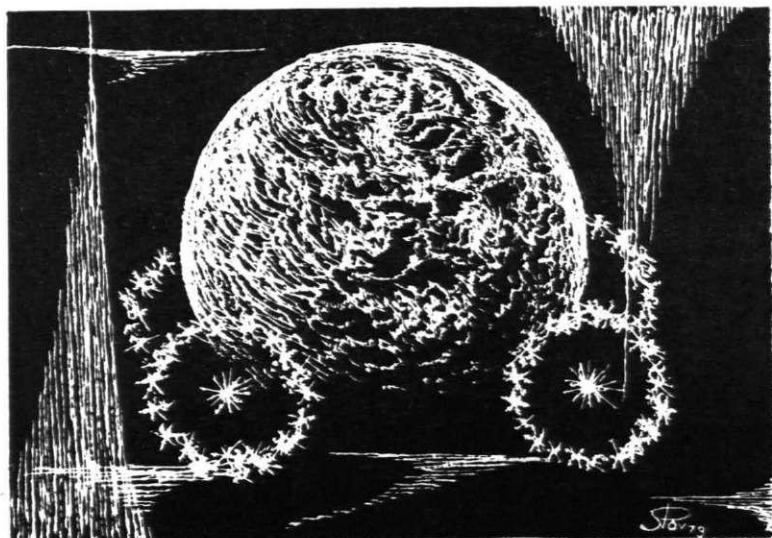


KLINTIS



MŪZIKA

MŪSDIENU IKARS
ZEMES LĒKTS





1. att. Kosmonauts A. Leonovs un S. Povilaitis kosmiskās ēras 15 gadu svinībās Zvaigžņu pilsētiņā.

Fantasti cenšas pareģot nākotni. Un var būt, ka, ja pēkšņi uz Zemi atlidos kādas citas planētas iemītnieki, ja uz kādas citas planētas tiks atrasta dzīvība, tad šo atklājumu uztverei mūs jau senlaikus būs sagatavojuši fantasti — rakstnieki un mākslinieki.

Es ticu, ka kosmiskā cilvēce būs ļoti stipra un gandrīz visu zinoša, un tā dēļ ir vērts dzīvot un strādāt un veltīt visus savus spēkus, attēlojot kosmosa mūžību, tā dzīles un cilvēku domu, cilvēku dvēseļu ietiekšanos tajās.

JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ

★★ Sakarā ar stabilizējošo spara ratu nolietošanos pārstājis darboties Zemes dabisko resursu izpētei domātais amerikāņu pavadonis «Landsat-2», kas tika palaists 1975. gadā. Tāpat kā pats pirmais šāda veida ZMP «Landsat-1», ko ievadīja orbītā 1972. gadā, tas tika regulāri ekspluatēts gandrīz piecus gadus sākotnēji paredzētā vieta. Tādējādi līdz ceturtā šīs sērijas pavadoņa startam, kas iecerēts 1981. gada beigās, darboties turpinās tikai 1978. gadā palaistais «Landsat-3». Zemes virsmas attēlus, kurus tas iegūst vienlaikus dažādās spektra joslās, praktiskiem mērķiem izmanto vairāk nekā 100 valstīs.



KĀRTĒJĀ SKOLĒNU ASTRONOMIJAS OLIMPIĀDE

1980. gada 4. aprīlī, jau astoto gadu pēc kārtas, uz skolēnu astronomijas olimpiādi mēroties zināšanām astronomijā un kosmonautikā sanāca Rīgas vidusskolu audzēkņi. Pēc tradīcijas šīs olimpiādes organizē Republikāniskais Zinību nams kopīgi ar Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļu un Rīgas pilsētas Skolu metodisko kabinetu.

Saskaņā ar nolikumu olimpiāde notika divās kārtās. Pirmā kārtā — 4. aprīlī metodiskā kabinetā, bet otrā — 6. aprīlī Zinību nama planetārijā. Katru gadu uz olimpiādi ierodas arī dažu republikas rajonu skolu pārstāvji. Šogad rajonu skolas pārstāvēja Tukuma rajona Kandavas internātskola un Liepājas rajona Rucavas vidusskola.

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

Tāpat kā iepriekšējos gados, darbu rezultātus vērtēja pēc punktiem — par katru pareizi atrisinātu uzdevumu vai atbildētu jautājumu skolēns varēja saņemt noteiktu punktu skaitu: par pirmo — 6 p., otro — 5 p., trešo — 6 p., ceturto — 6 p., piekto — 5 p. un par sesto — 12 punktus.

Lūk, viens no pirmās kārtas variantiem.

1. Nenorietoša zvaigzne augšējā kulminācijā atrodas tikai $1^{\circ}14'$ no zenīta uz ziemeļiem, bet apakšējā kulminācijā tās augstums ir $27^{\circ}40'$. Aprēķināt vietas ģeogrāfisko platumu un zvaigznes deklināciju.

2. Cik lielus krāterus var izšķirt uz Mēness fotogrāfijas, kuras rādiuss ir 95 mm, ja sikākie objekti šajā fotogrāfijā ir ar diametru 0,005 mm?

3. Venēras izpēte.

4. Kādas astronomiskas parādības un fakti apliecina materiālās pasaules vienotību?

5. Cik liela ir Marsa horizontālā paralakse momentā, kad Marss atrodas vistuvāk Zemei (0,378 a. v.)? Saules horizontālā paralakse ir $8''{,}8$.

6. Novērojot planētu konjunkcijā un opozīcijā, redzams, ka tās spožums izmainījies par vienu zvaigzņu lielumu. Kāds laika sprādis pagājis starp planētas stāvokļiem? (Pieņemt, ka planēta apriņķo Sauli par riņķveida orbitu.)

Sniedzam skaitļojamo uzdevumu atrisināšanas gaitu.

1. uzdevums

Ieteicams uzzīmēt debess sfēras projekciju uz debess meridiāna plakni ar attiecīgajiem debess sfēras punktiem un līnijām.

Ja h_1 un h_2 ir zvaigznes attiecīgie augstumi apakšējā un augšējā kulminācijā, tad

$$h_2 = 90^\circ - z \text{ un } \varphi = \frac{h_1 + h_2}{2} = 58^\circ 13';$$

$$\delta = \varphi + z = +59^\circ 27'.$$

2. uzdevums

Mēness attēla rādiuss uz fotogrāfijas $r = 95$ mm; tam atbilstošais Mēness redzamais leņķiskais rādiuss $\rho \approx 15' = 0,25$, vidējais attālums līdz Mēnesim $d = 384\,000$ km, sīkākie objekti Mēness fotogrāfijā $l = 0,05$ mm.

Pieņemot Mēness krāteru diametru par x un izsakot $0,25$ radiānos

$$\frac{x \text{ (km)}}{l \text{ (mm)}} = \frac{d \text{ (km)}}{r \text{ (mm)} \cdot 4 \cdot 57,3},$$

atrodam $x = 0,88$ km.

5. uzdevums

Saules horizontālā paralakse $p_{\odot} = 8'',8$, attālums līdz Marsam $D_m = 0,378$ a. v.;

attālums līdz Saulei $D_{\odot} = 1$ a. v.

Horizontālā paralakse $D = \frac{R}{\sin p}$;

pieņemot $\sin p'' \approx p''$,

$$\frac{D_{\odot}}{D_m} = \frac{p_m}{p_{\odot}}.$$

Atrodam Marsa horizontālo paralaksi

$$p_m = 23'',3.$$

6. uzdevums

Attālums līdz planētai konjunktijā $r + R$; attālums līdz planētai opozīcijā $r - R$, kur r — planētas orbītas rādiuss astronomiskās vienībās; R — Zemes orbītas rādiuss ($R = 1$ a. v.).

Planētas spožuma izmaiņa ir apgriezti proporcionāla attāluma kvadrātam:

$$\frac{(r+R)^2}{(r-R)^2} = 2,512, \text{ jo } \frac{I_1}{I_2} = 2,512^{m_2 - m_1}.$$

Risinot kvadrātvienādojumu, atrodam $r = 4,4$ a. v.

No 3. Keplera likuma

$$\frac{T^2}{T_1^2} = \frac{a^3}{a_1^3},$$

kur T un T_1 planētas un Zemes apriņķošanas periodi ap Sauli, bet a un a_1 planētas un Zemes orbītu lielās pusasis:

$$T_1 = 1 \text{ gads}$$

$$a_1 = R = 1 \text{ a. v.}$$

$$T^2 = a^3 = r^3$$

$$T = r^{3/2} = 9,29$$

$$\frac{T}{2} = 4,65 \text{ gadi}$$

Saskaņā ar olimpiādes nolikumu tiesības piedalīties otrajā kārtā ieguva tie skolēni, kuri pirmajā kārtā saņēma ne mazāk par 20 punktiem.

Noslēguma kārtas dalībniekiem mutiski bija jāatbild uz trijiem jautājumiem, kas skāra dažādus mūsdienu astronomijas un kosmonautikas jautājumus. Pēc tam katram finālistam planetārija zvaigžņu zālē bija jāatrod pie planetārija debesīm un jāraksturo pazīstamākie zvaigznāji un spožākās zvaigznes, kā arī debess sfēras pamatjēdzieni.

Vērtējot olimpiādes galīgos rezultātus, žūrijas komisija ņēma vērā skolēnu patstāvīgos darbus — referātus, novērojumu žurnālus.

Par astotās astronomijas olimpiādes uzvarētāju latviešu plūsmā kļuva Kalvis Salmiņš (Liepājas raj. Rucavas vidussk.). Otro vietu izcīnīja Jānis Savickis (Rīgas 1. vi-

dussk.), trešo vietu — Antra Balta (Rīgas 1. vidussk.) un Kalvis Bricis (Rīgas 64. vidussk.).

Krievu plūsmā pirmā vietā izvirzījās Vjačeslavs Pavlenko (Rīgas 63. vidussk.) un Natālija Savčenkova (Rīgas 60. vidussk.), otrajā vietā — Tatjana Barišņikova (Rīgas 60. vidussk.) un Vladimirs Jonovs (Rīgas 63. vidussk.), trešajā vietā — Eduards Fjodorovs (Rīgas 72. vidussk.).

Nākamajā gadā kārtējā olimpiādē uzaicinām aktīvāk piedalīties kā Rīgas, tā arī Latvijas rajonu skolas! Olimpiādes termiņi tiks izziņoti 1981. gada martā «Skolotāju Avīzē».

J. Miezis

LATVIJAS PSR 5. ATKLĀTĀ FIZIKAS OLIMPIĀDE

Sā gada 13. aprīlī Rīgā notika republikas 5. atklātā fizikas olimpiāde, ko bija organizējuši LĻKJS CK, LPSR ZA (Fizikas institūts), zinātniski tehnisko biedrību Latvijas republikāniskā padome, A. Popova radiotehnikas, elektronikas un sakaru zinātniski tehniskās biedrības republikāniskā padome, Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļa un republikas Zinību biedrība.

Olimpiādē piedalījās gandrīz 400 vidusskolēnu no visdažādākajiem republikas rajoniem. Katrā klašu grupā organizētāji piedāvāja 6—7 uzdevumus, no tiem divus eksperimentāla tipa, kuros bija precīzi jāapraksta un jāizskaidro demonstrētās parādības fizikālā būtība. Ievērojot laika ierobežojumus (darbam tika

atvēlētas 4,5 stundas), visus uzdevumus atrisināt nevienam praktiski nebija iespējams. Pirmās vietas jebkurā klašu grupā varēja iegūt ar apmēram četriem pareizi atrisinātiem un aprakstītiem uzdevumiem vai lielāku skaitu risinātu uzdevumu, ja to atrisinājumi nebija pilnīgi.

Pirmās vietas savās klašu grupās izcīnīja: latviešu plūsmā — Ainis Mūsiņš (Cēsu vidussk. 9. klase), Ojārs Krasts (Rīgas 1. vidussk. 10. klase), Andris Pavēnis (Kandavas internātsk. 11. klase); krievu plūsmā — Igors Šubeņins (Rīgas 52. vidussk. 9. klase), Aleksejs Fļorovs (Rīgas 10. vidussk. 10. klase), 8. klašu grupā ar krievu mācību valodu žūrija 1. vietu nepiešķīra, jo dalībnieki nebija sasnieguši šim nolūkam nepieciešamo punktu skaitu.

Uzdevumu, kā arī to atrisinājumu apspriešanā un darbu pārbaudē piedalījās LPSR ZA Fizikas institūta darbinieki un P. Stučkas LVU Fizikas un matemātikas fakultātes mācību spēki. Olimpiādes organizētāji izsaka viņiem lielu pateicību, it īpaši Fizikas institūta darbiniekiem I. Fabrikantam, M. Majorovam, A. Petrovam un LVU docentam V. Fļorovam.

Šajā un nākamajā «Zvaigžņotās debess» numuros iepazīstināsim lasītājus ar vairākiem olimpiādes uzdevumiem, kā arī dosim norādījumus, kas var palīdzēt risināšanas gaitā, vai arī sniegsim uzdevumu pilnus atrisinājumus.

Autori būs pateicīgi par visām piezīmēm, kas attiecas uz olimpiādes uzdevumiem vai atklāto olimpiāžu organizāciju. Vēstules gaidām pēc adreses: 226018 Rīgā, Turgeņeva ielā 19, ZA komjaunatnes komitejā, Atklāto fizikas olimpiāžu orgkomitejai.

Uzdevumi

Pie katra uzdevuma iekavās norādīts, kādu klašu grupā attiecīgais uzdevums bija jārisina (burts L apzīmē plūsmu ar latviešu mācību valodu, bet burts K — plūsmu ar krievu mācību valodu).

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

Caur piltuvi, kā parādīts zīmējumā, tiek pūsts gaiss. Galda tenisa bumbiņa, tuvināta piltuvei, tajā ievielkas.

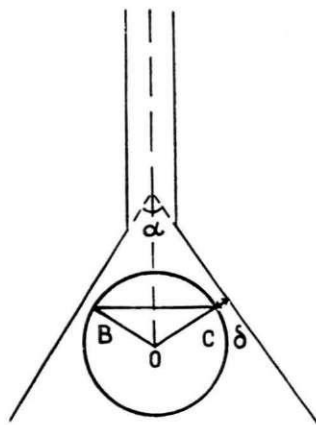
1. Izskaidrot minēto parādību, ievērojot, ka spiediens gāzes plūsmā ir noteikts ar Bernulli likumu

$$p + \rho \frac{v^2}{2} = \text{const.}$$

2. Noteikt gāzes spiedienu pašā šaurākajā vietā starp bumbiņu un piltuvi, ja bumbiņa atrodas uz piltuves ass, bet attālums starp bumbiņas un piltuves virsmām $\delta = 0,5$ mm. Bumbiņas diametrs $D = 30$ mm, piltuves leņķis $\alpha = 120^\circ$. Gaisa blīvums $\rho = 1,3$ kg/m³, bet vienā sekundē caur piltuvi izplūst 200 cm³ gaisa.

Atrisinājums

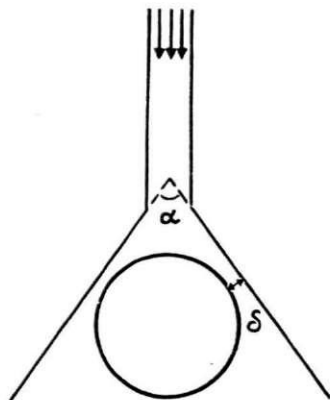
Lai izskaidrotu novērojamo parādību, atceresimies dažas gāzu un šķidrumu kustības likumsakarības. Daudzreiz gadās novē-



2. att.

rot upes straumes kustības ātruma pieaugumu tās šaurākajās vietās, kur samazinās plūsmas šķērsriezuma laukums, ūdens caurplūdei paliekot nemainīgai. Tā kā, šķidruma jeb gāzes elementam pārvietojoties no telpas punkta ar mazāku ātrumu uz telpas punktu ar lielāku ātrumu, tas kustas paātrināti, tad spiedienam, kas rada elementa paātrinājumu, telpas punktā ar lielāko ātrumu jābūt mazākam. Matemātiski do sakarību izsaka Bernulli likums, kas apgalvo, ka $p + \rho \frac{v^2}{2} = \text{const}$, kur ρ — gāzes jeb šķidruma blīvums. Piebūrdīsim, ka Bernulli likums ir spēkā pietiekami lieliem kustības ātrumiem, kad viskozo pretestību var neievērot.

No sacītā par gāzes kustības likumsakarībām izriet arī novērojamās parādības skaidrojums. Acīmredzot spraugas šaurākajā vietā starp bumbiņu un piltuvi (bumbiņas augšējā daļā) gaisa kustības ātrums ir vislielākais, bet gāzes spiediens šeit ir minimālais. Rezultātā izveidojas situācija, ka gaisa spiediens bumbiņas augšējā daļā ir mazāks nekā apakšējā. Uz bumbiņu darbojas uz augšu vērstis spiediena spēku rezultējošais spēks. Tā darbības rezultātā bumbiņa ceļas augšup, līdz pārtrauc gaisa plūsmu. Kad tas



1. att.

noticis, bumbiņa sāk atkal slidēt uz leju, kamēr atkal rodas nevienmērīga gāzes plūsmas ātruma sadalījuma izraisītais cēlējspēks un bumbiņa sāk celties augšup, utt. Par šo svārstību pastāvēšanu liecina raksturīgā skaņa, kas parādās, pūšot gaisu cauri piltuvei ar bumbiņu.

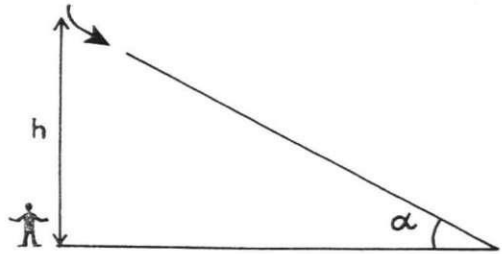
Otrajai uzdevuma daļai ir analītisks raksturs, un tā pamatojas uz Bernulli likuma izmantošanu. Izsakām $const$ vērtību Bernulli likumā divos telpas punktos — spraugas šaurākajā daļā $const = p + \rho \frac{v^2}{2}$ un piltuves platākajā daļā, kur gāzes kustības ātrumu var neievērot, un iegūstam, ka $const = p_a$ (p_a — atmosfēras spiediens). Tāpēc gāzes spiediens spraugas šaurākajā vietā ir $p = p_a - \rho \frac{v^2}{2}$. Gāzes ātrumu izsakām no dotā gaisa patēriņa Q . $Q = \rho v S$, kur S — spraugas šķērsriezuma laukums. Tā kā $\sphericalangle BOC = 60^\circ$, tad $BC = 2R \sin 30^\circ = D/2$ un $S = \pi BC \delta = \pi D \delta / 2$. No šejienes $v = 2Q / \rho \pi D \delta$ un $p = p_a - 2Q^2 / \rho \pi^2 D^2 \delta^2$.

Ievietojot formulā skaitliskās vērtības, iegūstam $p = p_a - 2,7 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$, t. i., spiediens spraugas šaurākajā daļā ir aptuveni par 3% mazāks nekā atmosfēras spiediens.

Piebildīsim, ka līdzīgi aplūkotajam gadījumam, pamatojoties uz Bernulli likumu, var aplūkot vairākas citas interesantas fizikālas parādības, piemēram, vieglas bumbiņas ievilkšanas gāzes vai šķidruma plūsmā u. c. Sīkāk ar šo, kā arī ar citām interesantām hidrodinamikas problēmām var iepazīties grāmatā К. Кузов. Мир без форм. М., Мир, 1976.

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

Lidmašīna pikē ar virsskaņas ātrumu v leņķī α pret horizontu. Laika momentā $t=0$ tā atrodas zenītā virs novērotāja augstumā h . Pēc cik ilga laika novērotājs izdzirdēs lidmašīnas radīto troksni, ja skaņas ātrums ir c ? Pie kādām α vērtībām uzdevumam ir atrisinājums?



3. att.

Atrisinājums

Aiz lidmašīnas, kas savā kustībā pa taisni BD nokļuvusi punktā L (4. att.), veidojas koniska skaņas viļņu fronte, ko nosaka to punktu ģeometriskā vieta, līdz kuriem šajā brīdī nonākusi skaņa (t. s. Maha konuss). Šādu viļņu fronti var labi novērot, piemēram, mierīgā ūdenī aiz peldošas laivas vai kuģa. Leņķi β starp trajektoriju BD un konusa veidotāju AL var noteikt pēc sakarības

$$\sin \beta = \frac{c}{v}, \quad (1)$$

kur c — skaņas izplatīšanās ātrums, bet v — lidmašīnas kustības ātrums.

Novērotājs punktā A sadzirdēs lidmašīnas radīto troksni tad, kad līdz viņam nokļūs viļņu fronte AL . Tas notiks laika momentā $t = \frac{BL}{v}$ pēc tam, kad lidmašīna zenītā būs pārlidojusi novērotāju.

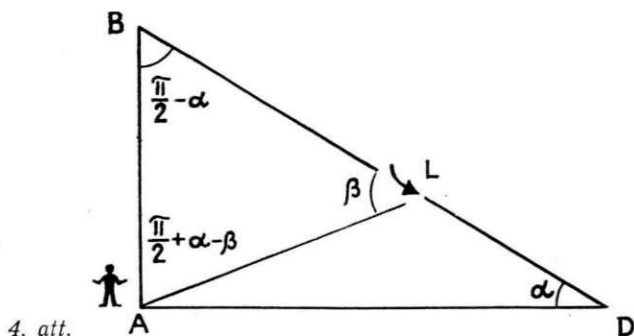
BL var noteikt no $\triangle ABL$, kur $BA = h$, bet leņķi attiecīgi: $\sphericalangle BAL = \pi/2 + \alpha - \beta$; $\sphericalangle BLA = \beta$.

Pēc sinusu teorēmas

$$\frac{BL}{\sin\left(\frac{\pi}{2} + \alpha - \beta\right)} = \frac{h}{\sin \beta}. \quad (2)$$

Šo izteiksmi var pārveidot, izmantojot sakarību (1). Tāpēc

$$BL = h \cdot \left(\cos \alpha \sqrt{\left(\frac{v}{c}\right)^2 - 1} - \sin \alpha \right). \quad (3)$$



4. att.

Laiks, pēc kura novērotājs izdzirdēs skaņu, ir

$$t = \frac{BL}{v} = \frac{h}{v} \cdot \left(\cos \alpha \sqrt{\frac{v^2}{c^2} - 1} - \sin \alpha \right).$$

Uzdevumam ir atrisinājums, ja $\beta > \alpha$ (t. i., ja $\frac{c}{v} > \sin \alpha$). Ja šis nosacījums nav izpildīts, tad novērotājs neizdzirdēs skaņu līdz pat lidmašīnas nonākšanai punktā D (fizikāli tas nozīmē lidmašīnas ietriekšanos zemē). Ja šādu iznākumu no apskata izslēdzam, tad meklētā laika noteikšanai būtu jāzin trajektorijas forma pēc lidmašīnas iziešanas no pikejošā režīma.

3. uzdevums (10.L, 11.L, 10.K)

Caur šauru taisnstūra veida spraugu, kas izveidota iezemētā vadošā plāksnē, tai perpendikulāri izlido šaurs elektronu kūlis. Plāksnes virsma paralēla magnētiskā lauka indukcijas vektoram \vec{B} . Noteikt uz plāksnes krītošās strāvas blīvuma atkarību no attāluma līdz spragai (5. att.), ja elektroni izlidojot vienmērīgi sadalās pa spraugas platumu. Elektronu skaits tilpuma vienībā, ar ātrumiem intervālā no v līdz $v + \Delta v$, vienāds $f(v) \Delta v$. Spraugas platumu virzienā, kas perpendikulārs laukam, ir b ($b \ll x$).

Izanalizēt gadījumus:

- 1) $f(v) = \begin{cases} c, & \text{ja } v \leq v_0 \\ 0, & \text{ja } v > v_0 \end{cases}$
- 2) $f(v) = cS^{-v/v_0}$ (c, S, v_0 — zināmas konstantes).

Atrisinājums

Aplūkosim to elektronu plūsmas daļu, kas atbilst elektroniem, kuru ātrumi ir robežās no v līdz $v + \Delta v$. Tai atbilstošais strāvas blīvums

$$\Delta j = ef(v) \cdot \Delta v \cdot v, \quad (1)$$

kur e — elektronu lādiņš.

No strāvas saglabāšanās likuma izriet

$$\Delta j \cdot b \cdot \Delta y = j_x \cdot \Delta x \cdot \Delta y, \quad (2)$$

kur Δy — elektronu treka platumu lauka virzienā, b — spraugas platumu, j_x — strāvas blīvums attālumā x no spraugas. Tāpēc

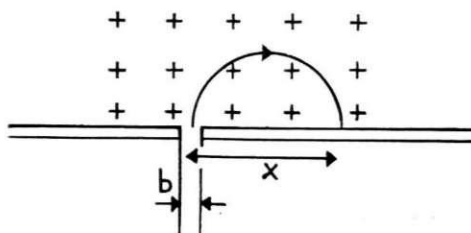
$$j_x = eb f(v) v \frac{\Delta v}{\Delta x}. \quad (3)$$

x un v saista elektrona kustības vienādojums magnētiskajā laukā

$$\frac{mv^2}{x/2} = evB. \quad (4)$$

Tāpēc

$$v = \frac{eB}{2m} x \quad \text{un} \quad \frac{\Delta v}{\Delta x} = \frac{eB}{2m}. \quad (5)$$



5. att.

Ievietojot (5) izteiksmē (3), iegūstam

$$j_x = eb \left(\frac{eB}{2m} \right)^2 x f \left(\frac{eB}{2m} x \right). \quad (6)$$

Aplūkosim uzdevuma tekstā dotos gadījumus:

1) ja $f(v) = \begin{cases} c, & \text{ja } v < v_0 \\ 0, & \text{ja } v > v_0 \end{cases}$,

taid

$$j_x = ceb \left(\frac{eB}{2m} \right)^2 x, \text{ ja } x < \frac{2mv_0}{eB},$$

un

$$j_x = 0, \quad \text{ja } x > \frac{2mv_0}{eB},$$

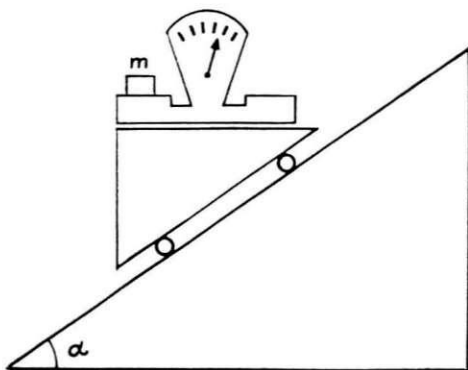
2) ja $f(v) = c \cdot S^{-\frac{v}{v_0}}$,

taid

$$j_x = ceb \left(\frac{eB}{2m} \right)^2 x S^{-\frac{eB}{2mv_0} x}.$$

4. uzdevums (9.L, 10.L, 8.K, 9.K)

Uz ratiņiem, kuri bez berzes pārvietojas lejup pa slīpo plakni ar leņķi α pie pamatnes, piestiprināti atsperu svāri, kā parādīts zīmējumā. Uz svāriem atrodas ķermenis ar masu m .



6. att.

Kādam jābūt berzes koeficientam starp ķermeni un svāriem, lai tas pa svāriem neslidētu? Ko šajā gadījumā rāda svāri? (Svāriem ir bezgala liels stinguma koeficients horizontālajā virzienā.)

Atrisinājums

Ja svāri cieši saistīti ar ratiņiem, kas kopā ar priekšmetu m pārvietojas pa slīpo plakni tā, ka krava pa svāriem neslid, tad šo sistēmu var uzskatīt par vienu ķermeni. Saskaņā ar uzdevuma nosacījumiem ratiņi pa slīpo plakni pārvietojas bez berzes (gravitācijas spēka ietekmē paātrināti). Ratiņu paātrinājums virzienā, kas paralēls slīpās plaknes virsmai, ir

$$a_l = g \cdot \sin \alpha. \quad (1)$$

Paātrinājuma komponentes horizontālajā virzienā a_x un vertikālajā virzienā a_y iegūst, projicējot a_l uz šiem virzieniem.

$$\text{Tad } a_x = g \sin \alpha \cdot \cos \alpha \text{ un } a_y = g \sin^2 \alpha. \quad (2)$$

Aplūkosim spēkus, kādi darbojas uz ķermeni, kas atrodas uz svāriem. Vertikālajā virzienā tie ir zemes pievilkšanas spēks $P = mg$ un svaru reakcijas spēks N .

$$P - N = ma_y, \quad (3)$$

$$N = P - ma_y = mg \cos^2 \alpha. \quad (4)$$

Šāds N (4) arī ir svaru rādījums.

Acīmredzot berzes spēks ir tas, kas liek ķermenim pārvietoties kopā ar svāriem bez slidēšanas. Tāpēc $F_b = ma_x$.

$$kmg \cos^2 \alpha = mg \sin \alpha \cos \alpha. \quad (5)$$

No šejienes

$$k = \tan \alpha. \quad (6)$$

5. uzdevums (10.L, 9.K)

Bezsvara stāvokļos liels hermētiski noslēgts trauks ar šķidrumu rotē ap noteiktu asi ar pastāvīgu leņķisko ātrumu Ω . Šķidrumā ievietotas divas mazas, vienāda til-

puma lodītes, kas savienotas ar neizstiepjamu diegu, kura garums l . Lodišu materiālu blīvumi ir attiecīgi ρ_1 un ρ_2 , turklāt $\rho_1 < \rho < \rho_2$, kur ρ — šķidruma blīvums.

Pie kādiem ρ_1 , ρ_2 un ρ lodīšu sistēmai ir līdzsvara stāvoklis rotējošā šķidrumā? Vai tas ir stabils?

Vai eksistē līdzsvara stāvoklis lodīšu sistēmai, ja ρ_1 un ρ_2 ir lielāki nekā ρ ? Vai tas būs stabils?

Kā mainīsies atbilde, ja ρ_1 un ρ_2 ir mazāki nekā ρ ?

Visos gadījumos apskatīt līdzsvara stāvokļus bez lodīšu saskarsmes ar trauka sienām. Diega masu neievērot.

Atrisinājums

Uzdevuma risinājums saistīts ar Arhimēda likuma lietošanu rotējošam šķidrums. Šķidrums rotējot, uz katru tā elementu darbojas centrālās spēks $\rho\Omega^2 r\Delta V$, kur r — šķidruma elementa attālums līdz rotācijas asij, ΔV — tā tilpums, Ω — rotācijas leņķiskais ātrums, ρ — šķidruma blīvums. Šo spēku rada šķidruma spiediens, kas sadalīts nevienmērīgi pa tā tilpumu un ir vismazākais uz rotācijas ass, tādā veidā nodrošinot nepieciešamo centrālās paātrinājumu šķidruma elementu kustībai pa riņķa līniju.

No tā izriet, ka uz šķidrums (attālumā r no rotācijas ass) iegremdētu lodīti ar tilpumu ΔV darbošos spiediena spēku rezultējošais spēks būs vienāds $\rho\Omega^2 r\Delta V$. Kā redzams,

ja lodītes blīvums $\rho_1 < \rho$, tad uz to darbojošais spēks $\rho\Omega^2 r\Delta V$ ir lielāks nekā nepieciešamais centrālās spēks $\rho_1\Omega^2 r\Delta V$ tā kustībai pa riņķa līniju. Līdz ar to lodīte kustēsies rotācijas ass virzienā analogiski tam, kā traukā uzpeld ķermeņi ar blīvumu, kas mazāks nekā ūdens.

Savukārt ķermenis ar blīvumu $\rho_2 > \rho$, iegremdēts rotējošā šķidrums, attālināsies no rotācijas ass. Atzīmēsīm, ka šīs parādības eksperimentāli tika demonstrētas 4. atklātajā fizikas olimpiādē (skat. «Zvaigžņotā debess», 1979./80. gada ziemas un 1980. gada pavasara numurus).

Aplūkosim tālāk divu saistītu ķermeņu līdzsvaru rotējošā šķidrums gadījumā, kad $\rho_1 < \rho < \rho_2$. Līdzsvars acīmredzot ir iespējams tikai tad, ja vieglākais ķermenis atrodas tuvāk rotācijas asij nekā smagākais un diegs ir nostiepts radiālā virzienā. Tādā gadījumā (7. att.)

$$\rho\Omega^2 r_1 \Delta V - T = \rho_1 \Omega^2 r_1 \Delta V,$$

$$\rho\Omega^2 r_2 \Delta V + T = \rho_2 \Omega^2 r_2 \Delta V.$$

Ievērojot, ka $r_2 - r_1 = l$, iegūst

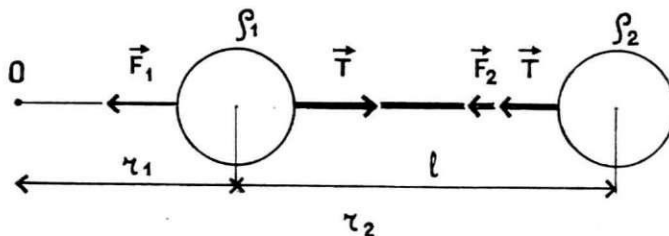
$$\rho(r_1 + r_2) = \rho_1 r_1 + \rho_2 r_2$$

un

$$r_1 = \frac{(\rho_2 - \rho)l}{2\rho - (\rho_1 + \rho_2)}, \quad r_2 = \frac{(\rho - \rho_1)l}{2\rho - (\rho_1 + \rho_2)}.$$

Tātad līdzsvars iespējams, ja $2\rho > \rho_1 + \rho_2$.

Aplūkosim, vai šis ķermeņu līdzsvara stāvoklis ir stabils, t. i., noskaidrosim, vai nēcīgām ķermeņu novirzēm no līdzsvara stāvokļa nepiemīt tendence laikā pieaugt.



7. att.

Acīmredzot diegam jābūt nostieptam, t. i., ķermeņu stāvokļu perturbācijām δr_1 un δr_2 ir spēkā sakarība $\delta r_1 = \delta r_2 = \delta r$. Tādā gadījumā uz ķermeņu sistēmu perturbētā stāvoklī no šķidrums puses darbosies spēks

$$\rho(r_1+r_2)\Omega^2\Delta V+2\rho\Omega^2\Delta V\delta r,$$

kas ir lielāks, ja $\delta r > 0$, vai mazāks, ja $\delta r < 0$, par centrīces spēku $\rho(r_1+r_2)\Omega^2\Delta V+(\rho_1+\rho_2)\Omega^2\Delta V\delta r$, kas nepieciešams, lai ķermeņi kustētos rotācijas kustībā pa riņķa līnijām ar perturbētiem rādiusiem

$$r_1+\delta r \text{ un } r_2+\delta r.$$

No teiktā izriet, ka gadījumā, ja $\delta r > 0$, ķermeņi savu attālumu līdz rotācijas asij sekojošos laika momentos samazinās, bet gadījumā, ja $\delta r < 0$, — palielinās. Tātad dotais līdzsvara stāvoklis ir stabils.

Līdzīgi var apskatīt gadījumumu, kad abu ķermeņu blīvumi ir lielāki nekā šķidrums blīvums. Var parādīt (izdariet to!), ka ķermeņu sistēmai eksistē līdzsvara stāvoklis, kurā radiāli nostieptais diegs iet cauri rotācijas asij un ķermeņi atrodas attālumos

$$r_1=l(\rho_2-\rho)/(\rho_1+\rho_2-2\rho),$$

$$r_2=(\rho_1-\rho)l/(\rho_1+\rho_2-2\rho)$$

no rotācijas ass. Var parādīt, ka dotais līdzsvara stāvoklis nav stabils (pārbaudiet to!).

Sakarā ar šo uzdevumu būtu interesanti atcerēties kādu ikdienā bieži novērojamu parādību, kurai savā laikā uzmanību pievērsa arī A. Einšteins. Protī, runa ir par tējas daļiņu savākšanos tējas glāzes apakšējās daļas centrā, maisot ar karoti tajā cukuru. Tas, ka tējas daļiņas atrodas glāzes apakšējā daļā, nozīmē to, ka tās ir smagākas par ūdeni, bet tādā gadījumā saskaņā ar uzdevuma risinājumu, kas izklāstīts augstāk, tējas daļiņām, ūdenim rotējot tējas maisīšanas rezultātā, būtu jāsavācas pie glāzes sienām. Dotās pretrunas atrisinājums ir saistīts ar sekundārām plūsmām, ko rotējošā šķidrums izraisa viskozās (šķidrums berzes) parādības. Šķidrums, kas atrodas pie glāzes dibena, viskozitātes dēļ rotē lē-

nāk nekā šķidrums glāzes tilpumā. Tāpēc spiediena spēks, kas glāzes augšējā daļā piešķir šķidrums elementiem nepieciešamo centrīces paātrinājumu, pie glāzes dibena izrādās lielāks nekā nepieciešamais centrīces spēks, jo, kā jau norādījām, šķidrums elementi glāzes dibenā berzes dēļ kustas lēnāk. Šķidrums elementi glāzes apakšējā daļā sāk kustēties rotācijas ass virzienā — rodas cirkulāra kustība, kuras rezultātā glāzes apakšējā daļā šķidrums kustas rotācijas ass virzienā un sanes tējas daļiņas glāzes apakšējās daļas centrā.

Sekundārās plūsmas, kas rodas rotējošos šķidrums ar viskozitāti saistīto parādību dēļ, ir nosauktas par Ekmaņa plūsmām, atzīmējot pazīstamā hidrodinamiķa nopelnus šo plūsmu matemātiskajā aprakstīšanā.

Sīkāk ar minētā tipa parādībām var iepazīties nesen izdotajā ļoti interesantajā grāmatā Д. ж. Уокер. Физический фейерверк. М., Мир, 1979.

6. uzdevums (11.L, 10.K)

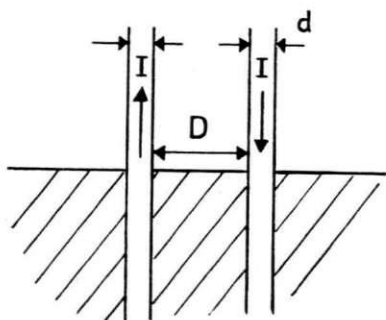
Nevadošā šķidrums ar relatīvo magnētisko caurlaidību $\mu=3$ un blīvumu $\rho=10^3 \text{ kg/m}^3$ perpendikulāri tā virsmai novietoti divi vadītāji ar pretējos virzienos vērstām, bet vienādām strāvām (8. att.). Olimpiādes dalībniekiem demonstrētajā eksperimentā bija redzams, ka, ieslēdzot strāvu, šķidrums gar vadītājiem ceļas augšup (kā tas parādīts 10. att.).

1. Noteikt šķidrums maksimālās pacelšanās augstumu, ja vadītājos plūst strāva $I=20 \text{ A}$, to diametrs $d=2 \text{ mm}$, bet attālums starp vadītājiem 3 mm . Zināms, ka magnētiskā lauka intensitātes kvadrāta telpiskā izmaiņa ΔH^2 rada spiedienu starpību

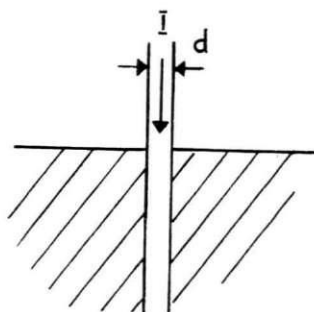
$$\Delta P=\mu_0(\mu-1)\Delta H^2/2.$$

2. Noteikt šķidrums virsmas formu viena vadītāja gadījumā (9. att.).

Kapilārās parādības neievērot.



8. att.



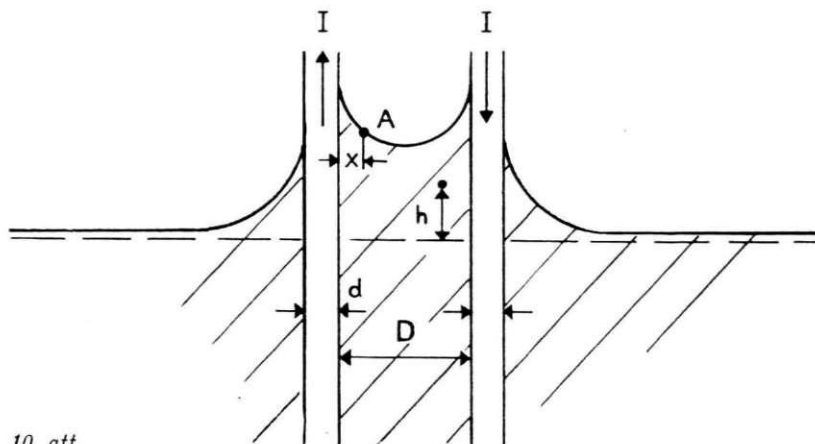
9. att.

Atrisinājums

Izmantosim magnētisko šķidrumu hidrostatikas likumsakarību, kas norādīta uzdevuma noteikumos un kura saista magnētiskā lauka intensitātes telpisko izmaiņu ar atbilstošo spiediena izmaiņu. Punktiem *A* un *B* ir spēkā $p_A - p_B = \mu_0(\mu - 1)(H_A^2 - H_B^2)/2$ (μ — šķidruma magnētiskā caurlaidība). No formulas izriet, ka spiediens šķidrumā, kas pakļauts vienlaicīgai magnētisko un smaguma spēku iedarbībai, var tikt aprēķināts pēc formulas $p = \frac{\mu_0(\mu - 1)H^2}{2} - \rho gh + p_0$, kur *h* ir līmeņa starpība dotajā punktā un vietā, kur magnētiskā lauka in-

tensitāte vienāda ar nulli (10. att.), bet p_0 — atmosfēras spiediens. Tā kā uz šķidruma virsmas spiediens ir vienāds ar atmosfēras spiedienu, tad tās līmeni var atrast no sakarības $h = \mu_0(\mu - 1)H^2/2\rho g$. No šejienes izriet, ka maksimālais šķidruma pacelšanās augstums būs novērojams vadītāju plaknē starp tiem, jo tur magnētiskā lauka intensitāte apskatāmajā gadījumā ir vislielākā.

Atradīsim vietu, kur atrodas telpas punkts ar maksimālo magnētiskā lauka intensitāti. Tā kā taisna vadītāja magnētiskā lauka intensitāte punktā, kas atrodas attālumā *r* no tā, var tikt aprēķināta pēc formulas $H = H_0 d/2r$, kur H_0 — intensitāte uz



10. att.

vadītāja virsmas, tad rezultējošā magnētiskā lauka intensitāti patvaļīgā vadītāju plaknes punktā A (skat. 10. att.) ir

$$H_A = \frac{H_0 d}{2} \left[\frac{1}{x+d/2} + \frac{1}{D-x+d/2} \right] = \frac{H_0 d (D+d)}{2(x+d/2)(D+d-(x+d/2))}$$

Aplūkojam funkciju

$$\frac{(x+d/2)(D+d-(x+d/2))}{(D+d)^2} = \left[\frac{D+d}{2} - \left(x + \frac{d}{2} \right) \right]^2$$

Viegli redzēt, ka šīs funkcijas minimālā vērtība ir gadījumā, kad $[D/2-x]^2$ maksimālais, t. i., $x=0$ un $x=D$, kas atbilst punktiem uz vadītāju virsmas. Tātad maksimālā magnētiskā lauka intensitāte

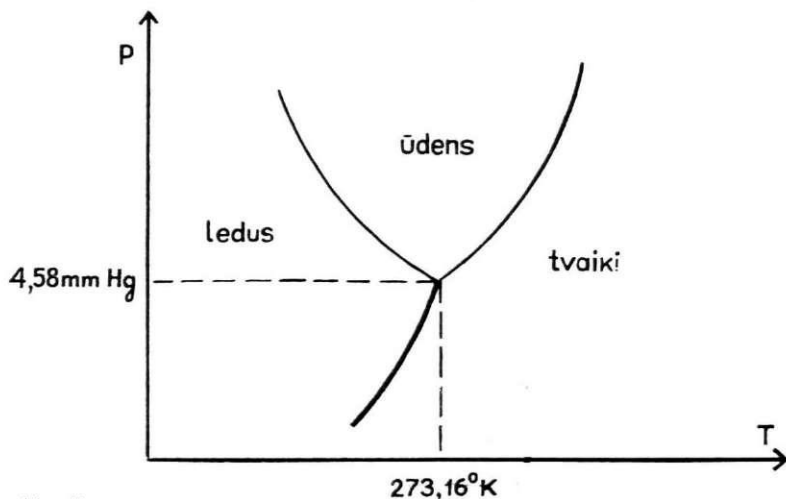
$$H_{\max} = \frac{H_0 (D+d)}{D+d/2}$$

jeb, ievietojot skaitliskās vērtības, $H_{\max} = \frac{5}{4} H_0$. No šejienes maksimālais magnētiskā šķidruma pacelšanās augstums ir vienāds $h_{\max} = \mu_0 (\mu - 1) 25 H_0^2 / 32 \rho g$. Aprēķinot H_0 saskaņā ar formulu $H_0 = I / 2\pi r$ un ievietojot skaitliskās vērtības, iegūstam $h_{\max} \cong 2$ mm.

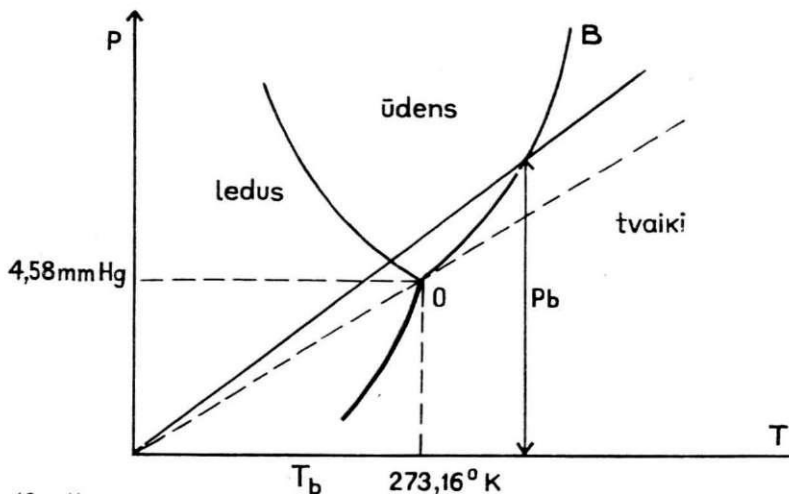
Līdzīgi var aplūkot uzdevuma otro daļu (izdariet to!). Beidzot šī uzdevuma apskatu, atzīmēsim, ka praktiski dabā pastāvošajiem šķidrums μ vērtības atšķiras no viena tikai ceturtajā vai labākajā gadījumā trešajā zīmē aiz komata, tādēļ magnētiskās dabas spēki uz tiem jūtamu iespaidu neatstāj. Tomēr izmantotās lielās μ vērtības nav hipotētiskas, bet reāli pastāv mākslīgi iegūtiem šķidrums paramagnētiķiem — feromagnētiķu koloidāliem šķidrums. Šiem šķidrums piemīt vairākas savdabīgas fizikālas īpašības, un interese par tiem pašlaik jūtami pieaug visā pasaulē. Tuvāk ar dažām magnētisko šķidrumu īpašībām var iepazīties, piemēram, rakstā E. Blūms, A. Čēbers. Kad magnētiskajā laukā riņķo magnētisks šķidrums. — Zinātne un Tehnika, 1973, 11. nr.

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

Noteikt minimāli iespējamo masu ūdens pilienam, kurš, ievietots siltumizolētā traukā ar tilpumu 1 m^3 , pilnīgi neiztvaikotu, kā arī neizveidotos ledus, ja traukā radīts absolūts vakuums. Trauka sienīņas neiztvaiko. Zi-



11. att.



12. att.

nāms, ka piesātināto ūdens tvaiku spiedienu p_p ar pietiekamu precizitāti izsaka sakarība

$$\ln p_p = \text{const} - 5,6 \cdot 10^3 / T,$$

bet ūdens trīskāršajā punktā piesātināto tvaiku spiediens ir 4,58 mm Hg stabiņa pie temperatūras 0,01 °C.

Ūdens kritiskā temperatūra 647,3 °K.

Ūdens tvaikus uzskatīt par ideālu gāzi.

Atrisinājums

Tā kā saskaņā ar uzdevuma nosacījumiem jāatrod minimālā iespējamā ūdens piliena masa, kad, to ievietojot vakuumā, neizveidosies ledus, kā arī viss ūdens neiztvaikos, tad tas nozīmē, ka beigu stāvoklī traukā atradīsies līdzsvarā ūdens ar tā piesātinātajiem tvaikiem. Tas nozīmē, ka beigu temperatūru T_b un spiedienu p_b saista sakarība $p_b = p_p(T_b)$, kur $p_p(T)$ — ūdens piesātināto tvaiku spiediens pie temperatūras T . Atkarība $p = p_p(T)$ parādīta grafiski 12. attēlā (līnija OB). No otras puses, tvaiku

spiedienu var aprēķināt pēc Mendelejeva—Klapeirona vienādojuma ideālai gāzei:

$$p_b = \frac{mR}{\mu V} T_b.$$

No tā izriet, ka

$$\frac{p_b}{T_b} = \frac{mR}{\mu V}.$$

Kā redzams no attēlā parādītās ūdens fāzu diagrammas, kas attēlo spiediena atkarību no temperatūras, pie kuras dažādi ūdens agregātstāvokļi atrodas līdzsvarā, minimālā $\frac{p_b}{T_b}$, t. i., arī minimālā ūdens tvaiku masa ir gadījumā, kad beigu stāvoklī ūdens atrodas trīskāršajā punktā — punktā, kurā atrodas līdzsvarā visi trīs ūdens agregātstāvokļi. Tātad, tā kā tvaiku masa var būt tikai mazāka par sākotnējo ūdens piliena masu, iegūstam meklējamo minimālo ūdens piliena masu.

$m_{\min} = \mu V p_0 / RT_0$, kur p_0 , T_0 — spiediens un temperatūra ūdens trīskāršajā punktā. Ievietojot formulā skaitliskās vērtības ($\mu = 18$ g — ūdens grammmolekulas masa), iegūst $m_{\min} \cong 4,8$ g.

A. Cēbers, L. Smits



JAUSMA KOZANKOVA, LEONIDS ROZE

ASTRONOMISKĀ INFORMĀCIJA 18. GADSIMTA JELGAVAS LATVIEŠU KALENDĀROS

Jebkura literatūra lielākā vai mazākā mērā raksturo sava laikmeta sabiedrisko domu un atspoguļo zinātnes, tehnikas un kultūras sasniegumus attiecīgajā laika posmā. Spilgts piemērs teiktajam ir pagātnes kalendāri, kas ļauj restaurēt izdošanas laika zinātnes atziņu līmeni un tautas apgaismošanas centienus. Mums bija izdevība aplūkot un paaanalizēt tos 18. gs. Jelgavā izdotos latviešu kalendārus, kas saglabājušies Rīgas vecajās grāmatu krātuvēs.

Diemžēl paši pirmie Kurzemes latviešu kalendāri līdz mūsu dienām nav nonākuši. Cik zināms, tie bijuši Kursīšu un Zvārdes mācītāja Georga Vilhelma Krīgera (1687—1758) vācu valodā izdoto kalendāru latviskais tulkojums. Senākais no latviešu kalendāriem, ko mums izdevās redzēt tā sākotnējā izskatā, bija 1766. gadā Jelgavā iespiestais kalendārs. Tā titullapa mūsdienu rakstībā būtu lasāma apmēram šādi: Jauna un veca latviešu laiku grāmata 1766. gadam pēc tās mūsu kunga Jēzus Kristus svētās piedzimšanas, tā sarakstīta, lai arīdzan vidzemnieki un citi ļaudis, kas latviešu valodu prot un lasīt māk, varētu zināt laikus, dienas garumu, Mēnešu starpas¹ un citas lietas. *Ar visu žēlīgā hercoga atļauju*² Jelgavā iespiedis Krišjānis Lidtkē — cienīgā Kurzemes lielkunga grāmatu iespiedējs.

Kalendārā katram datumam dots dienas ilgums stundās un minūtēs. Šī lieluma aprēķināšanai izmantots vēl samērā neprecīzs Jelgavas ģeogrāfiskais platums. Mūsdienu kalendāros par Saules lēkta un rieta momentiem uzskata tos mirkļus, kad pie horizonta parādās vai pazūd Saules diska augšējā mala, turklāt skaitļojumos ievēro arī gaismas staru refrakciju (noliekušanos), tiem ejot cauri atmosfērai, kas tieši uz horizonta ir vislielākā. Šie abi faktori (redzamais Saules rādiuss un gaismas refrakcija) summēdamies dienu garumus pie mums palielina par 12—14 minūtēm. Turpretim Jelgavas 1766. gada kalendārā Saules lēkti un rieti attiecināti pret spīdekļa centru un refrakcijas ietekme nav ievērota.³

Šī laika Jelgavas kalendāros ir arī ziņas par Kurzemē redzamajiem Saules un Mēness aptumsumiem, taču kalendāru lappusēs labi saskatāmas grūtības, ko izjutuši to sastādītāji, nezinādami vietu precīzas ģeogrāfiskās koordinātes un, iespējams, arī nemācēdami precīzi

¹ Domāts Mēness stāvokļa simbolisks attēlojums attiecīgā zodiaka joslas zonā.

² Oriģinālā šie vārdi vācu valodā.

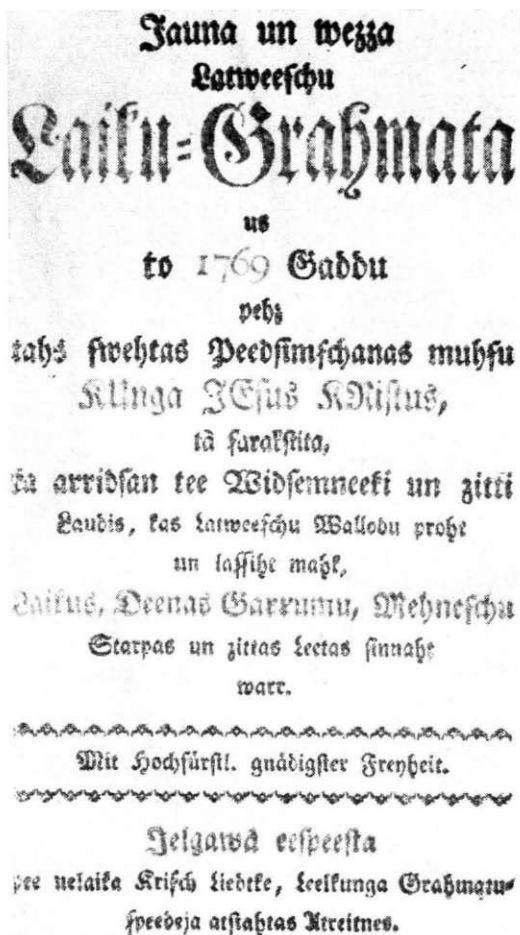
³ Līdzīgā veidā dienu garumi ir skaitļoti arī Vidzemes kalendāram, ko latviešu valodā no 1782. līdz 1790. gadam Ķieģelmuižā un vēlāk Rubenē izdod mācītājs Kristaps Harders (1747—1818), tikai tur šie dati nav publicēti katrai dienai, bet tikai katra mēneša 1., 10. un 20. datumam, turklāt izmantotais ģeogrāfiskais platums, sevišķi pirmajā laikā, ir visai patvaļīgs.

aprēķināt aptumsumu momentus. Dažos gados norādīti tikai datumi, bet paredzamo aptumsumu sākumu un beigu momenti nav minēti, citos atzīmēts *agri no rita, pēc pusdienas vai vakarā*, dažos kalendāra gadagājumos aptumsumi doti ar precizitāti līdz pilnai stundai. Atsevišķos gadījumos nedaudz precīzāk norādīts vienīgi visa aptumsuma ilgums.

Jaunu posmu Kurzemes kalendāru izdošanā ienes Pēterā akadēmijas nodibināšana Jelgavā 1775. gadā, kad pēdējais Kurzemes hercogs Pēteris kalendāru izdošanas privilēģiju ar sevišķu reskriptu novēl šai mācību iestādei. Par akadēmijas pirmo matemātikas profesoru ir ataicināts V. Beitlers (1745—1811), kura ierašanās Jelgavā izmaina arī kalendāra astronomisko ziņu klāstu. Agrākajos gados publicētajiem dienu garumiem nāk klāt Saules un Mēness lēktu un rietu momenti. Lēktu un rietu aprēķināšanā ņemta vērā arī refrakcija, bet momenti doti brīdīm, kad spīdekļa centrs šķērso horizontu.

Salīdzinot šo astronomisko informāciju ar līdzīgiem datiem mūsdienu kalendāros, jāatzīmē vēl divas atšķirības: Jelgavas kalendāri ir aprēķināti, pirmkārt, vietējam laikam un, otrkārt, patiesajam Saules laikam. Tas nozīmē, ka toreiz katra pilsēta un katra apdzīvota vieta laiku skaitīja pati savā laika sistēmā un nekāds joslu laiks toreiz vēl neeksistēja. Savukārt patiesais Saules laiks atbilst tam laikam, ko rāda Saules pulksteņi. Patiesā laika nevienmērību izraisa apmēram $23\frac{1}{2}^\circ$ lielā noliece starp Zemes ekvatora plakni un ekliptiku, kā arī Zemes orbītas ekscentricitāte apmēram 0,017. Mūsu pulksteņi iet vidējā laikā. Patiesā laika un vidējā laika starpību sauc par laika vienādojumu, kas ir mainīgs lielums (gada laikā periodiski izmainās apmēram no $-14,^m3$ līdz $+16,^m4$). Tātad pēc mūsdienu precīzajiem pulksteņiem nebūtu jēgas pārbaudīt Saules lēktu un rietu momentu pareizību tā laika kalendāros.

V. Beitlers pienācīgā līmenī nostāda kalendārā arī ziņas par gaidāmajiem Saules un Mēness aptumsumiem. Šī informācija viņa laikā tiek sniegta par aptumsumu sākumu, beigu un maksimumu momentiem jau ar precizitāti līdz minūtei. Tas kļūst iespējams, pateicoties Beitlera ilgajām pūlēm, nosakot precīzas Jelgavas koordinātes. Viegli saprast, ka toreiz,



1. att. 1769. gada Jelgavas kalendāra titullapa.

179. Tannais Ceemas jeb Deemas Ewechitu Wehnas Januar. Carr. J. E.		Dobmas no Gaisa peh Deema Prabis.		1788. Wehnas Wiltu Wehnas. alt December.		kurr yr. Deemas. Las Ceemas jeb Ewechitu Wehnas	
Ew. Jēsus topp ap. kaimots, Luf. 2.				Ew. Jahn. 1.			
1	6 49	☿	Deems	21	Wenta	Kas wehl appatsch tahs Waldifchanas ta zeeniga Peelunga Fernanta notizzis? R ad schis zeenigs teelkungs tas beidsamais no tabs Kertteru Jiltis, in Winnam pascham ne kapti meefigi beher ni bija, kas peh Winna us Winna Waldifchanas Krehst la sehdeht warretu; tad me kleja tannā 1726. Gaddā weens Galtu Prinzijs, art wahrdu Moris, peh Winnā, schinul Semmē, par teelus Kungu tapt. Wirsch atnah ze ardisan Pats us Gelgaru. Bet tas winnam tomehr ne laimejabs. Jo neween ta augsta Kreevu Keiserenne Anna; bet ardisan paschi tee Pektu teelkungi winnu ne usrethme, nu tadest tanni 1727 Gaddā sawue Kum missarus arjuhija, kas win nam preti stahweja. Tas zeenigs teelkungs Fernants walbija scho Sem mi peh; tam, lids tam 1737 Gaddam, kurrā winsch tanni A 3 Pil.	
2	6 50	☿	palibsti Rums	22	Inanaz		
3	6 52	☿	Salna	23	Adam un Ewa		
4	6 54	☿	S a u f	24			
5	6 56	☿	Gais,	25			
6	6 58	☿	auksas	26			
7	7 0	☿	Kaktis.	27			
Ew. Jēsus dimipadēsmis Gaddus weh, Luf. 2.				Ew. Luf. 2.			
8	7 4	☿	Opulst. 4 pr. P.	28	Tenarbans		
9	7 6	☿	jauls	29	Davidis		
10	7 8	☿	Ceemas	30	Silwester		
11	7 10	☿	Kaktis.	31			
12	7 14	☿	af wehisch	1			
13	7 16	☿	notiskams	2	Abels		
14	7 18	☿	Gais.	3	Enots		
Ew. Jēsus irr Kaptas celsib Kanancas, Jahn. 2.				Ew. Jahn. 2.			
15	7 20	☿	Opulst. 9 pr. P.	4			
16	7 24	☿	Slaidris Kaktis	5	Simannis		
17				6			
18	7 30	☿	wehisch	7	Melkert		
19	7 34	☿	jaulas Deemas	8	Bakaris		
20	7 36	☿	Salna ar	9	Kaspar		
21	7 40	☿	Enegu	10	Pawila Eestwehtir.		
Ew. No tocm Strahbueceem Wehno: Dajris, Matt. 20.				Ew. Luf. 2.			
22	7 44	☿		11			
23	7 50	☿	miqlains	12	Keinis		
24	7 56	☿	Gau wehtrams,	13	Ilabris		
25	8 0	☿	nepastahwigs	14	Kaimiqs		
26	8 4	☿	ar Salnu un	15	Mauris		
27	8 10	☿	Enegu,	16	Marcellus		
28				17			
Ew. No ta Sehjeja un tabs dandadas Simares, Luf. 8.				Ew. Matt. 20.			
29	8 16	☿		18			
30	8 20	☿	af Gais	19	Jerlands		
31	8 24	☿	ar Wehju.	20			

2. att. 1769. gada janvāris Jelgavas kalendārā. (Ar sarkano krāsu iespiestās svinamās dienas laika gaitā manāmi dzisušas un reprodukcija redzamas vāji.)

katrā ģeogrāfiskajā punktā izmantojot tā vietējo laiku, Mēness aptumsuma sākuma un beigu momenti atšķiras dažādām vietām tieši par tik, cik atšķirīgi ir to ģeogrāfiskie garumi, mērot laika vienībās, jo visur novērotāji aptumsuma norisi redz vienlaikus.

Nepieciešamo informāciju par aptumsumu norisi Beitlers nepārprotami bija aizguvis no J. Bodes Berlinē izdotajām astronomiskajām gadagrāmatām (Astronomisches Jahrbuch), kurās publicēti arī Beitlera astronomisko novērojumu rezultāti, aprēķinot Jelgavas ģeogrāfisko platumu un garumu. Var izsekot, ka pēc katras Jelgavas koordinātu uzlaboša-

nas pareizāki ir kļuvis kalendāra dati par Saules un Mēness aptumsumiem. 1790. gadā kalendārā Mēness aptumsumu sākuma un beigu momenti publicēti pat ar precizitāti līdz sekundeī. Nākamajos gados gan šāda nesamērīgi augsta precizitāte atkal ir atmesta.

Kurzemes hercogistes pastāvēšanas gados Jelgavas latviešu kalendāri bija sastādīti jaunajā (Gregora) stilā, bet katrai mēneša dienai labajā pusē bija norādīts arī attiecīgais datums pēc vecā (Jūlija) stila⁴. Acimredzot tādēļ kalendāra nosaukums bija «Jauna un Veca Laiku Grāmata». Ar 1795. gada maiju Kurzeme tika pievienota Krievijas impērijai, bet kalendārs nākamajam gadam joprojām ir sastādīts jaunajā stilā, tāpat kā iepriekšējos gados, kaut gan tas atspoguļo notikušās politiskās pārmaiņas.⁵ Vienīgi kalendārs 1797. gadam sastādīts vecajā stilā ar attiecīgu norādi katrai dienai par atbilstošo datumu pēc jaunā stila. Virs šīs ailes ir rakstīts: Jaunais labāki iztaisits kalendārs. Var teikt, ka ar šo gadagājumu kalendārā vecais un jaunais stils ir apmainījušies vietām. Paradošālajam stāvoklim, kad vecais stils kļūst par jauno un jaunais par veco, drīz seko arī kalendāra nosaukuma maiņa: «Veca un Jauna Laiku Grāmata».

Bez tiešās skaitļos izteiktās astronomiskās informācijas Kurzemes latviešu 18. gs. kalendāros var atrast arī populārus skaidrojumus, piemēram, 1793. gada kalendārā ir atsevišķs raksts: «Mācība no Saules un Mēness aptumšošanas». 1780. gada kalendārā

⁴ Līdzīgi iekārtoti bija daudzi latviešu kalendāri mūsu gadsimta divdesmitajos un trīsdesmitajos gados.

⁵ I. Rabinovičs un A. Grigulis Latvijas Mazajā enciklopēdijā rakstā *Kalendārs* min, ka Kurzemē vecais stils atjaunots 1796. gadā.

No Decima Schelastibas Mehs Pehteris Widsemme, Kursemmes in Semgallas Leels Kungs, Wabsemme Brihrā Waldidams Kungs eelch Schlesias par Wautenburg, Bralibn in Goschij zc. zc. zc.

Darram te, iffattram sinnamu: pehz to la mēhs
fawā mahroschanas pilsat tā Jelgawā weenu
Augstu Stehlu uszeldami, ar to ween weemigi
us rōstfās Wuhfu semmes ihnu labtlasthanu in
labbuma wairroschānu lufstoh usnehmuschecs, in
mehs talabbd kōrsiu ilgōschānu turram, ar fawu
laiku in ischschānu taphus liffumus in Gahdasthan
nu usnem, kas par jo leelu labbumu Wuhfu
Augstai Steklai derv, in jaur to arri wiffecm
semmes eedshwerojēnu fawā augli warr lehtēes;
tā ešam wehs nu, scho arnuschānu wiffecm par
labbu grībbedamē isdarriht, to schēhtigi fawā
wabrā nōdehmainšchi, Wuhfu Augstu Stehlu
preetsch laiku jau taggad ar lahdažm brihrwabam
ardahwanahē. Talabbd dehtam in došwanajam
mehs wiffecm Wuhfu Augstas Steklias Wuhjitar
jēnu weenlīhdus us schecm in wiffecm laiku laicem
pehz to Mums peederrigu semmes waldschānas
schēhtu in auglību schihs nahfamas wiwecm
ween peederrigas tēfās in brihrwabas.

1) Nōwehtam in došdam mehš teem minnetēem
Wuhfu Augstas Steklias mahjitarjēem, wiffecm
weenlīhd, ka teem ween peederrigu tēfū taph
laiku = Grāmata, kas Wuhfu semmēs waijad-
nigas ilgaddu saqahdabi, līk rakšids speest in
to no pahrdōschānas scho Kalendaru redabtūhs,
pehz apqahdasthanas dāschu tēfēnu taph augstas
Steklias waijadnības deht ischēpreht. Talīhs pa-
wehtlam mehš arriidšam ar to la zc.

Wiffecm par sīnu ešam mehš schihs wameh-
schānas apratšhd fawu Wabrū ceralmijisch
in fawu seegeli liffuschē usspeest. Dohā Wuhfu
mahroschānas pilsatā Jelgawā 101d Gulm
Mehnes Deenā 17751d Gahdd.

(Leela Kungs) Pehteris,
(Schwede Wērd) Kursemmes teels Kungs.

3. att. Kalendārā iespīestais hercoga Pētera
reskripts par kalendāra izdošanas privilēģiju
Pētera akadēmijai.

Cennu mēneš: Augusts.			Cennu mēneš cetur 31 dienā.						
Jaukais Izdāsti Israēļi Kalendār.	☾	Galva nojēdza nās in mēnešm Karpā.	Sol. Hel. P. S.	Sol. Rot. P. R.	Devs Garr. G. S.	Mēn. Hel. P. S.	Mēn. Kol. P. R.	Bejāis Jūnās Kalendār. Kēpu jēd stēnu Mēneš.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1 Sept. Steņģi. Sveņģi	☾	Siddini	3 58	8 2	16 4	1 20	6 59	21 Daniels	
2 Gufāms	☾	Straida	4 0	8 0	16 0	2 20	7 43	22 Mat. Rabl.	
E Cw. Jēsus aprand Jerusalemi, Luf. 19, 41.									
3	☾		4 2	7 58	15 56	3 30	8 16	A Cw. Matt. 5.	
4 Verperua	☾		4 4	7 56	15 5	4 47	8 41	24 Kristiome	
5 Dominikūs	☾		4 6	7 54	15 47	6 4	8 50	25	
6 Kristiņš Spkaidroš.	☾	Peņfona	4 8	7 52	15 43	7 19	9 16	26	
7 Donatius	☾	gais.	4 11	7 49	15 39	8 34	9 26	27 Petrus	
8 Pēdīslāms	☾	gaisā jauls	4 13	7 47	15 34	9 47	9 42	28 Innocent	
9 Romāns	☾	laizīnš	4 15	7 45	15 30	10 58	9 56	29 Marta	
E Cw. Jēsus runsa no ta Warsceca in Rutineca, Luf. 9, 11.									
10	☾		4 17	7 43	15 26	0 10	10 11	A Cw. Matt. 8.	
11 Sītūs	☾		4 19	7 41	15 22	1 21	10 28	31 Germanus	
12 Kiera	☾		4 21	7 39	15 17	1 32	10 49	1	
13 Idēbraud	☾	Eubr.	4 24	7 36	15 12	3 42	11 17	2 Gufāms	
14 Eisebus	☾	Peņf. ni	4 26	7 34	15 8	4 49	11 55	3 Gufāms	
15	☾		4 28	7 32	15 4	5 48	12 1	4 Verperua	
16 Kāst	☾		4 30	7 30	15 0	6 37	0 46	5 Dominikūs	
E Cw. Jēsus dšede meenu Kurū in Mēnu, Matt. 7, 31.									
17	☾	Auglīte lectus	4 32	7 28	14 55	7 14	1 51	6	
18 Emiliāns	☾		4 35	7 25	14 51	7 40	3 8	7 Donatūs	
19 Sebald	☾		4 37	7 23	14 46	8 7	4 33	8 Pēdīslāms	
20 Bernard	☾	groblīgš	4 39	7 21	14 42	8 27	6 1	9 Romāns	
21 Inostāns	☾	gais.	4 41	7 19	14 37	8 44	7 29	10	
22 Dōmald	☾	Cunnu deenu	4 44	7 16	14 33	9 0	8 58	11 Sītūs	
23 Jākus	☾	gais.	4 46	7 14	14 28	9 18	10 27	12 Kiera	
E Cw. Jēsus usteiz to spēlīgu Samaritecu, Luf. 10, 25.									
24	☾	Prīpīam	4 48	7 12	14 24	9 37	11 55	13	
25 Rudmīlš	☾		4 51	7 9	14 19	10 3	12 30	14 Eisebus	
26 Jreņus	☾		4 53	7 7	14 14	10 35	2 34	15	
27 Gebart	☾	fantite paspīd,	4 55	7 5	14 10	11 20	3 57	16 Kāst	
28 Auustīnus	☾	jaul gais.	4 57	7 3	14 5	12 1	5 4	17 Petrus	
29 Jāna Romait.	☾	meš. mešī,	5 0	7 0	14 0	0 16	5 48	18 Emiliāns	
30 Benjamin	☾	paredbēstī.	5 2	6 58	13 56	1 23	6 23	19 Sebald	
E Cw. Jēsus dšede to Spirituque, Luf. 17, 11.									
31	☾	Samadīces Gais.	5 4	6 56	13 51	2 35	6 50	20	

4. att. 1777. gada augusts Jelgavas kalendārā.

aptumsuma datiem seko piezīme: «. kas to labāki grib izprast, kā tāda aptumšošana lecas, lai ar apdomu lasa Sēlpils cienīgā mācītāja krāšņā augstas gudrības grāmatā...»⁶

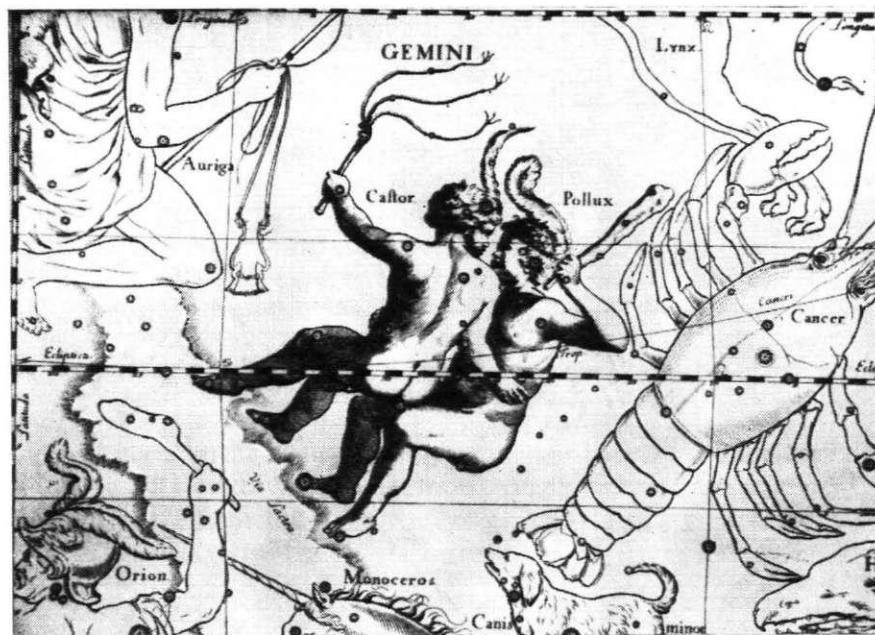
Nenoliedzami, ka senajiem Kurzemes kalendāriem 18. gs. nedaudz skoloto latviešu dzimtjaņu dzīvē ir bijusi neaizstājama nozīme kā gandrīz vienīgajiem eksakto zināšanu paudējiem.

⁶ Domāta Vecā Stendera Augstas gudrības grāmata, kuras 1. izd. iespiests 1774. gadā un 2. izd. — 1776. gadā.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 1980./81. GADA ZIEMĀ

1980./81. gada ziema sākas 1980. gada 21. decembrī pl. 19st56^m pēc Maskavas dekrēta laika, kad Saule savā šķietamajā kustībā pa ekliptiku nonāk ziemas saulgriežu punktā un tai ir vislielākā iespējamā dienvidu deklinācija (23°27'). Ziema beidzas 20. martā pl. 20st03^m. Zeme nonāk perihēlijā (vistuvāk Saulei) 2. janvārī pl. 4st43^m.

Ziemas vakaros nav grūti atrast Orionu — skaistāko ziemeļu puslodes zvaigznāju. Savienojot tā spožākās zvaigznes Rigelu un Betelgeizi ar taisni un turpinot to uz augšu, atradīsim Dviņu zvaigznāju. Zvaigznāja raksturīgākā figūra ir šaurs un garš četrstūris, kura augšējo īsāko malu veido spožākās zvaigznes α un β . Vēl vienkāršāk ir orientēties ar Lielā Lāča kausa palīdzību. Savienojot kausa kreiso augšējo



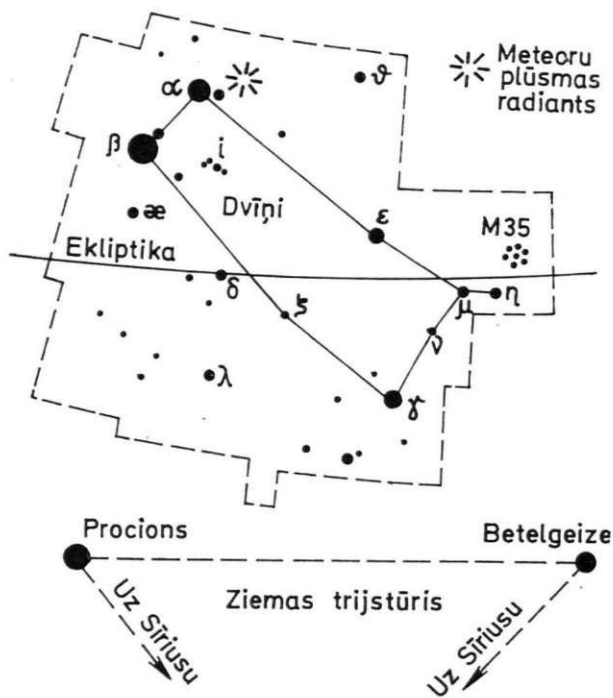
1. att. Dviņu zvaigznājs J. Hevēlija zvaigžņu atlantā.

zvaigzni un labo apakšējo ar taisni un turpinot to uz leju, nonāksim pie Dvīņu α un β .

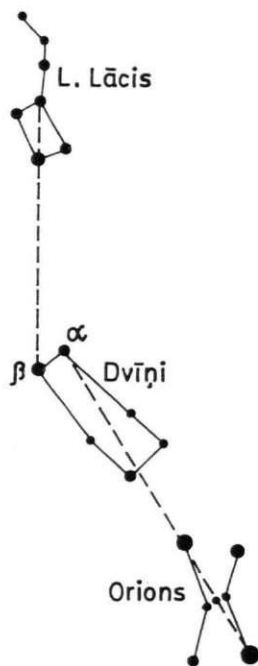
Dvīņi ir ļoti sens zvaigznājs. Vecās zvaigžņu kartēs šajā zvaigznājā redzami divi jaunekļi. Tie ir Dioskūri — Zeva dēli Kastors un Polideiks (latīņu valodā Polluks). Viņu vārdos arī nosauktas zvaigznes α (Kastors) un β (Polluks). Tās atrodas brāļu galvās $4^{\circ},5$ attālumā viena no otras.

Spartas valdniekam Tindarejam un tā sievai Lēdai nebija bērnu. Kādu vakaru, kad abi laulātie skumīgi sēdēja pils priekšā un vēroja saulrietu, parādījās Zeva sūtnis Hermejs un ielika Lēdai klēpī gulbja olu. Lēda olu noglabāja, un pēc kāda laika no tās izšķīlās četri skaisti bērni — divi zēni un divas meitenes. Zēnus nosauca par Kastoru un Polideiku, bet meitenes par Helēnu un Klitaimnestru. Zēni izauga par veikliem un drosmīgiem jaunekļiem un veica neskaitāmus varoņdarbus. Polideiks bija sevišķi bīstams dūru cīņā, bet Kastors — nepārspējams mežonīgu zirgu savaldīšanā. Abus saistīja tik cieša brāļu mīlestība, ka tie kļuva par brālības paraugu. Kad Kastors kādā cīņā krita, arī Polideiks vairs negribēja palikt uz zemes, un Zevs tos abus uznesa debesīs. Tā radās Dvīņu zvaigznājs.

Dioskūri senajā Grieķijā bija ļoti populāri. Tiem cēla svētnīcas, un tos godināja tāpat kā dievus. Viņus uzskatīja par karavīru un jūrasbraucēju



2. att. Dvīņu zvaigznāja spožākās zvaigznes.



3. att. Kā atrast Dvīņus.

aizstāvjiem. Dioskūru kults izplatījās arī senajā Romā.

Dviņu spožākā zvaigzne ir Polluks (β). Tas ir K0 spektra klases oranžs milzis, kura redzamais spožums ir 1,14, bet virsmas temperatūra 4500°. Līdz tam ir 35 gaismas gadi.

Ari Kastors ar neapbruņotu aci šķiet parasta zilganbalta zvaigzne, kas tikai nedaudz vājāka par Polluku (redzamais spožums 1,58), taču teleskopā tās vietā redzamas trīs zvaigznes. Divas no tām (Kastors A un Kastors B) ir samērā spožas 2. un 2,9. lieluma baltas zvaigznes, kas apgriežas ap kopīgo smaguma centru 420 gados. To orbitālo kustību konstatēja V. Heršels 1804. gadā. 73" attālumā no šī pāra redzama sarkanīga 9. lieluma zvaigznīte Kastors C, kas arī neapšaubāmi pieder šai sistēmai. Kastora C orbitālā kustība gan nav konstatēta, jo tā apgriešanās periods ir vairāki desmiti tūkstoši gadu.

Rūpīgi izpētot visu trīs zvaigžņu spektrus, izrādījās, ka tās ir spektrālas dubultzvaigznes, turklāt Kastors C ir arī aptumsuma maiņzvaigzne (Dviņu YY) ar 19 stundu periodu. Kastora A dubultsistēmas periods ir 9,2 dienas, bet Kastora B — 2,9 dienas. Tātad aiz Kastora necilās ārienes slēpjas sešu zvaigžņu sistēma. Līdz tai ir 46 gaismas gadi. Gan Kastors, gan Polluks attālinās no mums: Kastors ar ātrumu 6 km/s, Polluks — 3,6 km/s.

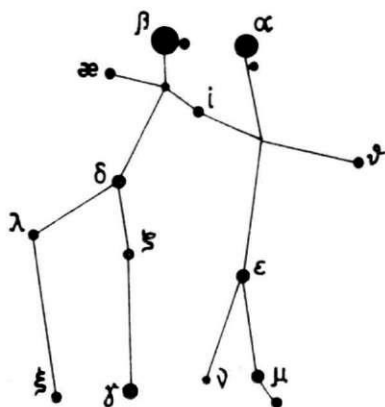
Dviņu δ ir dubultzvaigzne. Galvenā zvaigzne ir 3,5. lieluma dzeltens milzis, pavadoņi — 8,2. lieluma oranžs punduris. Tās periods ir apmēram 1200 dienas. Šīs sistēmas orbītas pētījumi liek domāt, ka te ir vēl viens ķermenis, turklāt ar lielu masu, taču ne ar kādu instrumentu palīdzību tas nav konstatējams. Iespējams, ka tas ir t. s. melnais caurums.

Zvaigznājā ir arī divas spožas maiņzvaigznes. Viena no tām — ζ — ir cefeīda, kas maina savu spožumu no 3,9 līdz 4,3 ar 10 dienu periodu. Otra — η — spektrāla dubultzvaigzne un aptumsuma maiņzvaigzne ar 2984 dienu periodu. Šī zvaigzne bez tam ir arī pusregulāra maiņzvaigzne ar 233 dienu periodu un 0,8 zvaigžņu lieluma amplitūdu.

Nedaudz uz augšu no η redzama skaista vaļēja zvaigžņu kopa M 35. Līdz tai ir 2600 gaismas gadi. Tās apskatīšanai nepieciešams prizmatiskais binoklis.

Dviņi ir zodiaka zvaigznājs. Saule tajā atrodas jūnija beigās—jūlija sākumā. Te zvaigznes η tuvumā atrodas vasaras saulstāvju punkts. 1981. gadā Saule šajā punktā nonāks 21. jūnijā pl. 14st45^m.

Kastora tuvumā atrodas meteoru plūsmas Geminīdu radiants. Plūsmas maksimums 13. decembrī, līdz 60 meteoriem stundā.



4. att. Dviņu zvaigznāja spožākās zvaigznes var savienot arī tā, kā to ieteic amerikāņu astronoms H. Rejs. Varbūt šos zvaigžņu cilvēciņus saskatīja arī senie grieķi un tāpēc tieši šo zvaigžņu grupu nosauca par Dviņiem.

Mēness

Mēness fāzes

☾ Pilns Mēness

21. decembrī	21 st 09 ^m
20. janvārī	10 40
19. februārī	1 59
20. martā	18 23

☾ Pēdējais ceturksnis

29. decembrī	9 st 33 ^m
28. janvārī	7 20
27. februārī	4 15
28. martā	22 35

☽ Jauns Mēness

6. janvārī	10 st 25 ^m
5. februārī	1 15
6. martā	13 32
4. aprīlī	23 20

☽ Pirmais ceturksnis

13. janvārī	13 st 11 ^m
11. februārī	20 50
13. martā	4 51
11. aprīlī	14 11

Mēness apogeja (vistālāk no Zemes)

31. decembrī	5 st
27. janvārī	23
24. februārī	20
24. martā	12

Mēness perigeja (vistuvāk Zemei)

15. janvārī	6 st
9. februārī	2
8. martā	15
5. aprīlī	22

Meteoru plūsmas

Kvadrantīdas no 1. līdz 5. janvārim. Maksimums 3. janvārī, līdz 35 meteoriem stundā.

Ā. Alksne

JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ

★★ Vairāki ievērojami Indijas astronomi (ieskaitot pašreizējo Starptautiskās astronomu savienības prezidentu M. Bapu) uzskata, ka deviņi ļoti šaurie Urāna gredzeni ir tikai relatīvi blīvas joslas daudz plašākā gredzenu sistēmā, kura sākas planētas visciešākajā tuvumā un stiepjas līdz aptuveni 25 tūkst. km augstumam. Šāds secinājums pamatojas uz fotoelektriskiem novērojumiem divās Indijas observatorijās, kur fiksēti gredzenu izraisītie zvaigznes aptumsumi to atklāšanas dienā — 1977. gada 10. martā. Jāatzīmē gan, ka analogiski novērojumi citās pasaules observatorijās (ieskaitot NASA Koopera observatoriju, kas iekārtota speciālā lidmašīnā) kaut cik ievērojamu vielas blīvumu telpā starp šaurajiem gredzeniem neuzrāda.

★★ Novērojot Neptūna pavadoni Tritonu tuvējā infrasarkanajā diapazonā ar Kitpikas observatorijas (ASV) 4 m teleskopu, D. Krūkšens un P. Silvagio atraduši tā spektrā platu absorbcijas joslu ap 2,3 μm, kura visdrīzāk piedēvējama gāzveida metānam. Tādējādi Tritons acimredzot ir otrais (un noteikti pēdējais) planētas pavadonis Saules sistēmā, kuram konstatēta kaut cik ievērojama atmosfēra — pēc provizoriskskā vērtējuma 10 tūkst. reizes retinātāka nekā Zemei. (Pirmais ir Saturna pavadonis Titāns ar aptuveni tikpat blīvu atmosfēru kā mūsu planētai.)

PIRMO REIZI «ZVAIGŅNOTAJĀ DEBESĪ»



Jausma KOZANKOVA — P. Stučkas Latvijas Valsts universitātes Fizikas un matemātikas fakultātes II kursa studente.



Valts LOZA — biologs, LPSR ZA A. Kirhenšteina Mikrobioloģijas institūta vīrusu biokīmijas laboratorijas vadītājs, bioloģijas zinātņu kandidāts. Pētījis interferona attīrīšanu un tā biokīmiskās īpašības. Pašlaik risina problēmu par interferona induktoriem, bez tam nodarbojas ar RNS saturošo onkovīrusu struktūru un biokīmiskajam īpašībām.

JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ

★★ Jau drīz pēc pirmo periodiski pulsējošo radiostarojuma avotu — pulsāru atklāšanas tika konstatēts, ka perioda vērtība šiem objektiem — patiesībā ātri rotējošām neitronu zvaigznēm — ir ārkārtīgi stabila, ja vien neskaita visai lēnu pieaugumu sakarā ar rotācijas pakāpenisku palēnināšanos. Taču nesen divi poļu astronomi atraduši pulsāra PSR 0329+54 starojuma pierakstos perioda cikliskas izmaiņas, kuras viņi izskaidro ar Doplera efektu, šim objektam periodiski tuvojoties un attālinoties no mums sakarā ar to aprīņojoša ķermeņa pievilkšanas spēka iedarbību. Aprēķinot pēc šāda pieņēmuma ķermeņa masu, tas iznāk mazāks nekā Zeme — tāpat tipiska planēta! Lai šo pārsteidzošo secinājumu atzitu par galīgi apstiprinātu, tomēr vajadzīgi vēl papildu novērojumi un pētījumi.

★★ Pedējos piecos gados gūti vairāki pārliecinoši apstiprinājumi Dž. Epika idejai, ka pārnovas sprādziena radītais triecienvilnis dažreiz var sablīvēt starpzvaigžņu gāzes un putekļu mākoņus tiktāl, lai gravitācijas spēka iespaidā no šīs retinātās vielas sāktu kondensēties jaunas zvaigznes. Turklāt masīvākās no tām vēlāk arī kļūst par pārnovām, atkal izraisot triecienvilņus un jaunu zvaigžņu rašanos. Nesen divi amerikāņu firmas IBM matemātiķi parādījuši, ka šāda «ķēdes reakcija» varētu būt par izeju vismaz dažu galaktiku spirālveida uzbūvei: modelējot šī procesa norisi ar ESM palīdzību, «izrēķinātā» galaktika iznākusi ar praktiski tādiem pašiem spirāļu zariem kā dažas reālās, piemēram, M 81.

СОДЕРЖАНИЕ

В. Л о ж а, Многоликий интерферон. У. Д з е р в и т и с. «Rendez-vous» с кометой Галлея. НОВОСТИ. У. Д з е р в и т и с. Найден второй пульсар — двойная звезда. А. Б а л к л а в с. Новый ли аргумент в пользу существования гравитационных волн? А. Б а л к л а в с. Прогноз активности солнца на конец 20 в. и начало 21 в. ОСВОЕНИЕ КОСМОСА. Э. М у к и н. Четвертая экспедиция в «Салюте-6». I. Э. М у к и н. «Voyager» и «Pioneer» об Юпитере и Сатурне. ГЛАЗАМИ ХУДОЖНИКА, С. П о в и л а й т и с. Самое возможное есть совершенно невозможное... В ШКОЛЕ. Я. М и е з и с. Очередная астрономическая олимпиада школьников. А. Ц е б е р с, Л. Ш м и т с. 5-я открытая олимпиада Латвийской ССР по физике. ИСТОРИЯ. Я. К о ж а н к о в а, Л. Р о з е. Астрономическая информация в елгавских латышских календарях 18 века. А. А л к с н е. Звёздное небо зимой 1980/81 года.

CONTENTS

V. L o ž a, The versatile interferon. U. D z ē r v ī t i s. Rendez-vous with Halley comet. NEWS. U. D z ē r v ī t i s. Another double-star pulsar found? A. B a l k l a v s. A new argument in favour of the existence gravitation waves? A. B a l k l a v s. Solar activity prognosis for the end the 20th and the beginning of the 21st century. SPACE EXPLORATION. The fourth expedition in "Salute-6". I. E. M ū k i n s. "Voyager" and "Pioneer" about Jupiter and Saturn. ARTIST'S VIEW. The most possible is quite impossible. AT SCHOOL. J. M i e z i s. Pupils' recent astronomical olympiad. A. C ē b e r s, L. S m i t s. The 5th Latvian open physics olympiad. HISTORY. J. K o ž a n k o v a, L. R o z e. Astronomical information in Jelgava Latvian calendars of the 18th century. A. A l k s n e. Starry sky in the winter of 1980/81.

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО, ЗИМА 1980/81 ГОДА

Издательство «Зинатне», Рига 1980
На латышском языке

ZVAIGŽŅOTĀ DEBESS, 1980./81. GADA ZIEMA

Redaktore *I. Jansone*. Mākslinieciskais redaktors *V. Zirdziņš*. Tehniskā redaktore *I. Zaļaiskalne*.
Korektors *I. Kundziņš*.

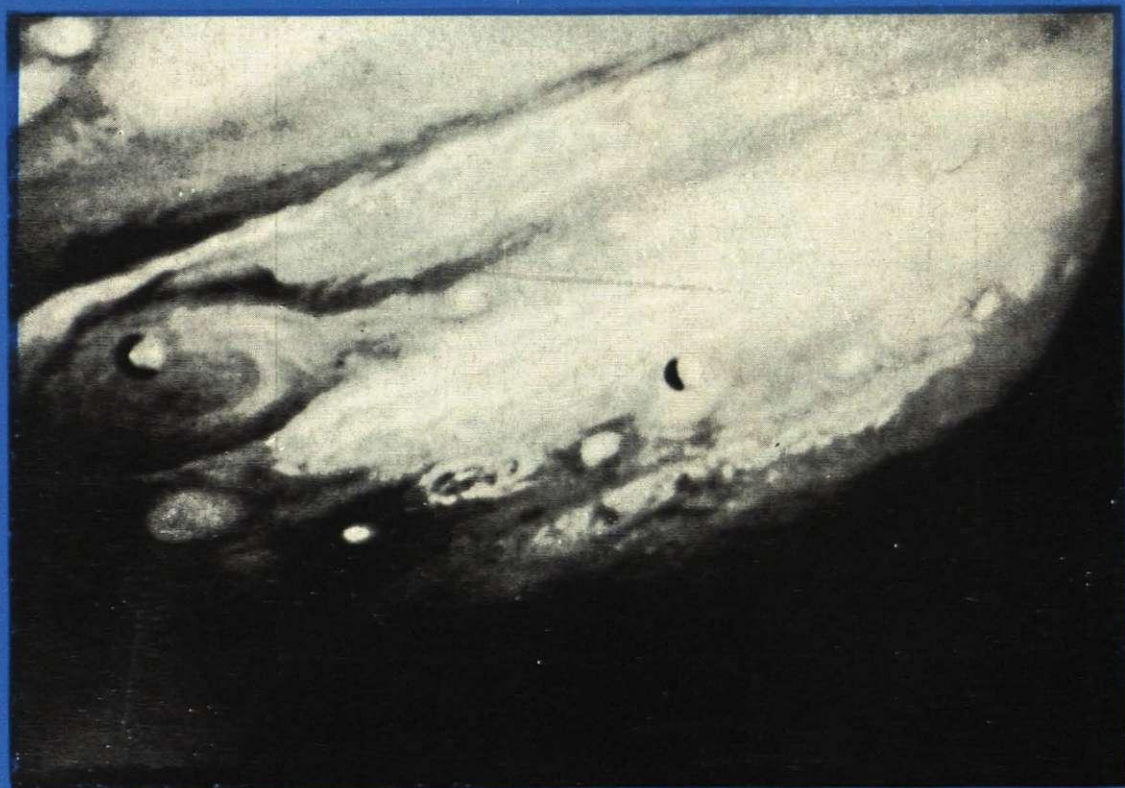
ИБ № 836

Nodota salikšanai 30.09.80. Parakstīta iespiešanai 16.12.80. JT 00787. Formāts 70×90/16. Tipogr. papīrs Nr. 1. Literatūras garnitūra. Augstspiedums. 4,50 fiz. iespiedl.; 5,26 uzsk. iespiedl.; 5,41 izdevn. l. Metiens 2000 eks. Pasūt. Nr. 101119. 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.



Vikentijus Višņevskis
(1781—1855)

● Jupiters un divi tā pavadoņi, kādus tos no 20 miljonu km attāluma uzņēmis amerikāņu kosmiskais aparāts «Voyager-1». Vislielāko Saules sistēmas planētu apjož ekvatoram paralēlas un pretējos virzienos vērstas gaisa plūsmas, kuru saskares zonās rodas daudzu vienveidīgu virpuļu virknes, un dažviet starp šiem globālajiem veidojumiem iespiedušies ovālas formas anticikloni — arī Lielais Sarkanais plankums (pa kreisi). Par enerģijas avotu šai vētrainajai atmosfēras cirkulācijai kalpo no Jupitera karstajām dziļēm plūstošais siltums.



● Uz Lielā Sarkanā plankuma fona pavisam sīks izskatās pavadoņis Jo, kas tāpat kā Europa (pa labi) pēc izmēriem ir aptuveni vienāds ar Mēnesi. Neraugoties uz šķietamo niecīgumu salīdzinājumā ar milzu planētu, abi pavadoņi savā riņķojumā ap Jupiteru atstāj dziļus minimumus tā ļoti intensīvajās radiācijas joslās. Vēl vairāk, no Jo vulkāniem izsviesto gāzu atomi sastopami, pēc «Voyager» datiem, visā ārkārtīgi plašajā Jupitera magnetosfērā un, sasniedzot pašu planētu, pat izraisa tur varenas polārlāzmas. (Skat. rakstu 33. lpp.)