

ZVAIGŽNOTĀ DEBĒSS

2005
PAVASARIS

★ SADURSME vai
UNIKĀLS
PĀRLIDOJUMS?

★ Vai VISUMS ir RADĪTS tieši MUMS?

★ HUYGENS VEIKSMĪGI
NOSĒŽAS uz TITĀNA

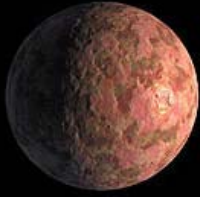
★ CUNAMI no ZMP

★ MARSA ROBOTS
ATROD METEORĪTU

★ JO VULKĀNU DAUDZVEIDĪBA

★ “VELNA LAIVAS” ZIEMEĻEIROPĀ

Pielikumā: Nākotnes gigantiskie optiskie teleskopi



Sedna

800-1100 miles
in diameter



Quaoar
(800 miles)



Pluto
(1400 miles)



Moon
(2100 miles)



Earth
(8000 miles)

Sednas un Kvavara izmēru salīdzinājums ar Zemi, Mēnesi un Plutonu.

NASA/JPL-Caltech/R.Hurt

Sk. I. Začestest rakstu "Sedna, Kvavars un 2004 DW no Kuīpera joslas".

Vāku 1. lpp.:

5. att. Riņķa miglājs. Attēls iegūts ar HST WFPC-2

Sk. A. Balklava rakstu "Interesanti kosmisko objektu uzņēmumi – 4".

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

LATVIJAS ZINĀTŅU AKADĒMIJAS,
LATVIJAS UNIVERSITĀTES
ASTRONOMIJAS INSTITŪTA

POPULĀRZINĀTNISKS
GADALAIKU IZDEVUMS

IZNĀK KOPŠ 1958. GADA RUDENS
ČETRAS REIZES GADĀ

2005. GADA PAVASARIS (187)



Redakcijas kolēģija:

Dr. phys. A. Balklavs (atbild. redaktors),
Dr. habil. math. A. Andžāns (atbild. red. vietn.),
Dr. phys. A. Alksnis, K. Bērziņš, M. Gills,
Ph. D. J. Jaunbergs, Dr. phil. R. Kūlis,
I. Pundure (atbild. sekretāre),
Dr. phys. L. Roze, Dr. paed. I. Vilks

Tālrunis 7034580

E-pasts: astra@latnet.lv
<http://www.astr.lu.lv/zvd>
<http://www.lu.lv/zvd>



Iespiests Latvijas–Somijas SIA
“Madonas poligrāfists”, Madonā,
Saieta laukumā 2a, LV-4801

SATURS

Pirms 40 gadiem “Zvaigžnotajā Debess”

Radioastronomija Baltijas Republikās. Precizitātes sardzē...2

Zinātnes ritums

Antropais princips. *Arturs Balklavs*.....3

Jaunumi

Vai citplanēta beidzot ir ieraudzīta? *Zenta Alksne, Andrejs Alksnis*.....12

Attālums līdz Plejādēm un problēmas ar *Hipparcos*.

Juris Freimanis.....17

Vai *Čandra* tālā galaktikā saskatījusi melnos

caurumus? *Arturs Balklavs*.....18

Masīvi melnie caurumi – pirmo zvaigžņu evolūcijas

paliekas. *Arturs Balklavs*.....21

Interesanti kosmisko objektu uzņēmumi – 4.

Arturs Balklavs.....24

Sadursme vai unikāls pārlidojums? *Mārtiņš Gills*.....28

Kosmosa pētniecība un apgūšana

Jo vulkāniskais safari. *Jānis Jaunbergs*.....29

Kosmiskie transportlīdzekļi XXI gadsimta sākumā.

Eiropa, Japāna, Ķīna un citas valstis. *Dainis Krieviņš*.....33

Huygens nosēšanās uz Titāna. *Mārtiņš Sudārs*.....38

Latvijas zinātnieki

Visa zinātne ir vienota (*intervijas nobeigums*).

A. Andžāns→*R. Freivalds*.....41

Atziņu ceļi

Informācijas veidošanās un jaunrade Universā.

Imants Vilks.....46

Skolā

Latvijas 31. atklātās matemātikas olimpiādes uzdevumi.

Agnis Andžāns.....51

Rīgas 32. atklātā astronomijas olimpiāde. *Iveta Murāne*.....64

Marss tuvplānā

Marsa ledus mākoņi. *Jānis Jaunbergs*.....71

Zemes garozas pētniecība

“Velna laivas” un Zemes garozas sīkās

ģeodinamiskās struktūras. *Lija Bērziņa*.....74

Cunami no kosmosa. *Mārtiņš Gills, Dainis Krieviņš*.....77

Amatieriem

Vidzemes debesis raugoties. *Māris Krastiņš*.....79

Rīgā novēro Mačholca komētu. *Mārtiņš Gills*.....82

Jaunas grāmatas

Tempora mutantur et nos mutamur in illis.

Natālija Cimaboviča.....86

Ierosina lasītājs

Kāda ir uz zemes novietotu teleskopu efektivitāte?

Arturs Balklavs.....89

Jautā lasītājs

Sedna, Kvavars un 2004 DW no Kuipera joslas.

Inga Začeste.....94

Zvaigžnotā debess 2005. gada pavasarī. *Juris Kauliņš*.....97

Pielikumā: Nākotnes gigantiskie optiskie teleskopi



RADIOASTRONOMIJA BALTIJAS REPUBLIKĀS

Tartu un Viļņas observatorijas ir vecākās Padomju Savienībā un plaši pazīstamas astronomu pasaulē. Kaut gan Rīgā nav tik vecu observatoriju, tomēr arī šeit astronomi veikuši daudz svarīgu pētījumu un atklājumu dažādās astronomijas nozarēs. Pēdējos gados Baltijas republikās astronomija sāk attīstīties saskaņoti. Tartu kļūst par optiskās astronomijas centru, Viļņā vēršas plašumā pētījumi fotometrijā un spektroskopijā, bet Rīgā savukārt arvien lielākus panākumus gūst jauna astronomijas nozare – radioastronomija. Lai iepazītos ar sasniegumiem radioastronomijā un sekmētu tās tālāku uzplaukumu, 1964. gadā no 28. jūnija līdz 2. jūlijam Rīgā notika PSRS Zinātņu akadēmijas Radioastronomijas padomes sēdes un semināri par uztvērējaparāturu radioteleskopiem, kuros piedalījās ievērojamākie padomju radioastronomi. Pārskatu par Latvijas Zinātņu akadēmijas Astrofizikas laboratorijas darbu radioastronomijā sniedza J. Ikaunieks. Par radioastronomijas sākumu uzskatāms 1954. gads, kad Latvijas ZA Fizikas institūta Astronomijas sektorā izveidojās neliela grupa darbam radioastronomijā. 1958. gadā šo Fizikas institūta sektoru pārveidoja par Astrofizikas laboratoriju (AL). Kopš tā laika AL veikusi lielu darbu – izveidojusi Baldones tuvumā, Riekstukalna apkaimē, radioastronomisku observatoriju. AL darbinieki pievērsušies galvenokārt starpzvaigžņu vides uzbūves radiopētījumiem. Šādus pētījumus ir nepieciešams paplašināt arī optiskajos viļņos. Šādam nolūkam AL ir saņēmusi no Ceisa firmas (VDR) Šmidta teleskopu ar spoguļa diametru 120 cm. Radiointerferometrs kopā ar Šmidta teleskopu ļauj kompleksi pētīt kā starpzvaigžņu vidi, tā arī tās iedarbību ar zvaigznēm. A. Balklavs padomes sēdē referēja par sistemātisku kļūdu problēmu kosmiskā radiostarojuma avotu novērojumos, bet seminārā – par aparāturu radioattēlu kļūdu samazināšanai. Sēdēs referēja arī G. Ozoliņš un M. Eliāss – par radiointerferometra uzverošās aparatūras būvi, E. Bervalds – par decimetru viļņu radiointerferometra 30 m paraboliskas antenas tehniskajiem datiem, bet seminārā par Saules radiodienesta novērojumu standartizāciju – N. Cimahoviča.

PSRS ZA Radioastronomijas padome kopā ar Latvijas ZA Prezidiju pieņēma plašu lēmumu par radioastronomijas tālāko attīstību Latvijā, kā arī nolēma Astrofizikas laboratoriju pārveidot par Radioastronomijas observatoriju (institūtu). AL veiktais darbs tika atzīts par nozīmīgu un interesantu.

(Saisināti pēc A. Balklava, N. Cimahovičas, J. Ikaunieka raksta 1.–12. lpp.)

PRECIZITĀTES SARDZĒ

Gada sākumā Latvijas Valsts izdevniecība laidusi klajā grāmatu «На страже точности», kas stāsta par Nopelniem bagāto zinātnes darbinieku Frici Blumbahu. Tās autors Latvijas astronomijas vēstures pētnieks I. Rabinovičs pratis nelielajā apjomā ietilpināt bagātīgu un interesantu materiālu. Trešā nodaļa veltīta F. Blumbaha organizētajai un vadītajai ekspedīcijai Ļenas upes krastos 1896. gada Saules aptumsuma novērošanai. Lasītājs tiek iepazīstināts arī ar Blumbaha darba gaitām Galvenajā mēru un svaru palātā, kur viņš strādāja Mendeļejeva vadībā. Autors savā stāstījumā ievijis gan paša Blumbaha atmiņas un viņa notikumu vērtējumus, gan citu personu izteikumus par Blumbaha veikto darbu. Viņš tēlo F. Blumbahu kā cilvēku, kurš savu dzīvi pakļāva noteiktai idejai – arvien atrasties precizitātes sardzē. Grāmatu var uzskatīt arī par populārzinātnisku darbu par metroloģijas un astronomijas jēdzieniem un pētniecības praksi, tā ir bagātīgi ilustrēta.

(Saisināti pēc L. Maistrova raksta 41.–42. lpp.)

ARTURS BALKLAVS

ANTROPAIS PRINCIPS

Neviena parādība nav parādība, kamēr tā nav novērota parādība.

Džons Vilers (*John A. Wheeler*)

Iedziļinoties materiālās pasaules uzbūves likumsakarībās, zinātniekiem nākas pieņemt visai mulšinošu atzinumu, proti, fundamentālās fizikālās konstantes (**c**, **b**, **G** u. c.)¹⁾, kas nosaka un uztur šo uzbūvi, nodrošina tās funkcionēšanu un pārvērtības, ir pārsteidzoši smalki saskaņotas vai... noregulētas (angl. – *fine tuned*). Kā rāda analīze, pat visniecīgākās novirzes no mērījumos iegūtajām šo konstanšu vērtībām izraisītu katastrofāli tālejošas sekas, t. i., padarītu neiespējamu mūsu pasaules eksistenci vai, citiem vārdiem izsakoties, padarītu neiespējamu tādas pasaules pastāvēšanu, kurā varētu dzīvot novērotāji. Vai vismaz tādi novērotāji, kādi esam mēs, kam organismi veidoti no molekulām, kuru bāze ir ar unikālām ķīmiskām īpašībām apveltītais elements – ogleklis (¹²C).

Ši atziņa tad arī ir pamats jautājumam, vai pasaule jeb mūsu Visums nav speciāli izveidots tā, lai tajā varētu pastāvēt dzīvība un saprāts jeb inteliģenta dzīvība (angl. – *intelligent life*), kas šo Visumu spēj novērot, analizēt un izprast. Tas tad arī faktiski izsaka būtību principam, ko dēvē par antropo principu (a. p.).

A. p. tātad aktualizējas, ja aplūkojam Visumu kontekstā ar saprātu, kas to novēro, jo šādā sakarībā nākas konstatēt, ka Galaktikas nostūris, kurā atrodamies, ir pārsteidzoši labi piemērots mūsu pastāvēšanai – silta un mierīga Saule, niecīga kosmiskā radiācija, tuvmā nav nevienas katastrofālas zvaigznes vai melnā cauruma, t. i., viss šķiet kā radīts tieši mums.

Vispirms jāatzīmē, ka a. p. nav pretrunā ar kosmoloģijā ievēroto Kopernika principu, kas postulē, ka Visumā nav privileģētas novērošanas sistēmas. A. p. drīzāk ir aplūkojams saistībā ar situāciju, ar kādu sastopamies mikropasaulē²⁾, kurā novērotājs ar savu klātbūtni iespaido eksperimenta rezultātu, jo, kā labi zināms, ir eksperimenti, kuros, piemēram, elektrons parādās kā korpuskula, un ir eksperimenti, kuros izpaužas tā viļņējādā daba. Un, lai gan skaidrs, ka elektronam kā objektam abas šīs dabas piemīt vienlaikus, mūsu izmēru pasauli jeb makropasauli pētot, izveidotie priekšstati neļauj konstruēt uzskatāmu modeli, kurā koeksistētu abas šīs šķietami pretrunīgās īpašības. Mums elektrons un tā īpašības ir jāpieņem *a priori*, t. i., kā iepriekš dotas. Tā kā mikropasaulē nepārprotami atklājas, ka mūsu eksistence, klātbūtne iespaido sistēmas, ko novērojam un pētām, tad arī saistībā ar a. p. var jautāt, vai kaut kāda Saprāta³⁾ klātbūtne līdzīgā veidā neizraisa tieši tāda Visuma izveidošanos, kurā mūsu saprāts varētu pastāvēt un izpausties. Šā aspekta izklāstam tad arī būs veltīta turpmākā saruna.

Runājot par a. p., mēdz izšķirt triviālo (maznozīmīgo), vājo un stingro a. p.

TRIVIĀLAIS ANTROPAIS PRINCIPS

Triviālais a. p. nav nedz kāda neliela daļa no a. p., nedz arī tā vienkāršojums. Visuma un dzīvības koeksistences kontekstā triviālais a. p. faktiski izsaka to, ka cilvēci un tās izpē-

tes gaitā iegūtos rezultātus var izmantot, lai izsacītu kosmoloģiska rakstura secinājumus, līdzīgi, kā šādus secinājumus var izdarīt, izmantojot ar teleskopiem savāktos datus. Tā, piemēram, dzīvības pastāvēšana uz Zemes ļauj veikt Visuma vecuma (un līdz ar to Habla konstantes H_0) novērtējumu kā lielāku par vismaz $1 \cdot 10^9$ gadu, kas ir minimālais laika sprādis, lai noslēgtos pirmo zvaigžņu evolūcijas cikls un tās varētu saražot un izkaisīt starpzvaigžņu telpā pietiekamu daudzumu smago elementu, kas nepieciešami dzīvības attīstībai.

Taču triviālajam a. p. ir vērā ņemama vēsturiska nozīme. Piemēram, 19. gs., kad vēl nebija atklātas un izstrādātas tiešas Zemes vecuma noteikšanas metodes, triviālais a. p. de-va iespēju noraidīt lorda Kelvina uz Zemes atdzišanu balstīto aprēķinu pareizību, no kuriem izrietēja, ka Zemes vecums ir tikai apmēram 10^7 gadi. Biologi bija spējīgi pierādīt, ka šāds laika sprādis ir nepietiekams, lai izveidotos sugas. Šos biologu secinājumus vēlāk apstiprināja uz radioaktīvo sabrukšanu bāzētās iežu vecuma noteikšanas metodes.

VĀJAIS ANTROPAIS PRINCIPS

Vālais a. p. ir saistāms ar R. Daika (*R. H. Dicke*) vārdu. Viņš prestižajā Anglijā iznākošajā zinātniskajā žurnālā "*Nature*" ("*Daba*") 1961. gadā publicēja rakstu, kurā parādīja, ka uz oglekļa bāzes balstītu dzīvības formu izveidošanās ir atkarīga no veselas virknes mazvarbūtīgu un līdz ar to vēl jo vairāk pārsteidzošu sakritību. Galvenā no tām attiecas uz ķīmisko elementu rašanos.

Kā zināms, Lielajā Sprādzienā (L. S.) pirmatnējo ķīmisko elementu veidošanās apraujas pie litija (${}^7\text{Li}$) un stabilā berilija izotopa – ${}^9\text{Be}$. Īsajā laika posmā pēc L. S., t. i., tikai apmēram 1000 s, kad pastāv pirmatnējai kodoltermiskai sintēzei nepieciešamie fizikālie nosacījumi, smagāku elementu producēšanās kļūst neiespējama nepietiekamās vielas temperatūras un blīvuma dēļ, kas, Visumam izplešoties, ļoti strauji krītas.

Visu pārējo par ${}^9\text{Be}$ smagāko Mendeļejeva tabulas elementu sintēze notiek krievni vēlākā Visuma izplešanās procesa stadijā – Visuma evolūcijas zvaigžņu periodā jeb epohā, kad, starpzvaigžņu matērijai pašgravitācijā sablīvējoties, zvaigžņu dzīles izveidojas kodoltermiskajām reakcijām atbilstošie temperatūras un blīvuma apstākļi.

Nozīmīgākā no šīm reakcijām, kas veicina smago elementu rašanos, ir oglekļa sintēzes reakcija $3{}^4\text{He} \rightarrow {}^{12}\text{C}$. Šādi producētais ogleklis vēlāk kalpo kā starpnieks un katalizators, kas atvieglo citu smagāku elementu sintēzi zvaigznēs ritošajā galvenā, tā sauktā oglekļa cikla, gaitā. Šī ${}^{12}\text{C}$ sintēzes reakcija ir ļoti īpatnēja, jo, kā rāda aprēķini, lai tā ritētu ar pietiekamu ātrumu un gala produkcijas, t. i., ${}^{12}\text{C}$ iznākumu, ir jāizpildās diviem nosacījumiem.

Pirmkārt, kā jau redzams, tā ir trīs daļiņu reakcija, kas nozīmē, ka tās norisei ir nepieciešams, lai dotajā telpas punktā vienlaikus⁴ saskrietos un sadurtos trīs α -daļiņas jeb hēlija atoma kodoli, un nav grūti saprast, ka tas ir nosacījums ar visai mazu varbūtību un efektīvi var realizēties tikai pie pietiekami lieliem blīvumiem un temperatūrām.

Otrkārt un galvenokārt, ir nepieciešams, lai ${}^{12}\text{C}$ kodolam būtu tā sauktais rezonanses stāvoklis, t. i., lai šim kodolam būtu pietiekami augsts ierosinātās enerģijas līmenis, kas atbilstu (rezonētu) to trīs α -daļiņu tipiskajām kinētiskajām enerģijām, kādas tām piemīt zvaigžņu kodolos. Ja šāda ierosinātā enerģijas līmeņa ${}^{12}\text{C}$ kodolam nebūtu, tā sintēze būtu ļoti mazvarbūtīga, jo tad būtu spēkā prasība, lai sadurošos α -daļiņu kinētiskās enerģijas būtu ārkārtīgi precīzi saskaņotas – šo trīs daļiņu summārā enerģija ne par mata tiesu nedrīkstētu pārsniegt, nedz arī būt mazāka par ${}^{12}\text{C}$ sintēzei nepieciešamo minimālo jeb pamatstāvokļa enerģiju, jo pirmajā gadījumā tās pārsniegšana šo kodolu momentāni sagrautu⁵, bet otrajā gadījumā ${}^{12}\text{C}$ sintēze vispār nevarētu notikt.

Tas nozīmē, ka bez šāda ${}^{12}\text{C}$ kodola ierosinātās enerģijas līmeņa smago elementu sin-

tēze zvaigžņu dzīlēs noritētu ar tik mazu efektivitāti, ka uz oglekli bāzētas dzīvības izveidošanās un pastāvēšana Visuma attīstības zvaigžņu epochā būtu neiespējama.

Taču izrādās, ka tas vēl nav viss, jo, kā rāda pētījumi, šis ^{12}C ierosinātās enerģijas līmenis ir noteikts ļoti strikti, t. i., arī nelielas atkāpes no tā padarītu neiespējamu dzīvības un Visuma novērotāju rašanos.

Taču arī tas vēl nav viss. Ir vēl vairākas gan mikro-, gan makropasaulē (kosmoloģijā) pastāvošas sakarības un fakti, kas piesaista uzmanību to dažādo parametru pārsteidzošajām vērtībām vai attiecībām, kuras ieguvušas jau šā raksta sākumā minēto apzīmējumu – smalkā noregulēšana(-ās).

Kā vienu no tām var minēt gravitācijas sadarbību. Ja tās stiprums būtu kaut nedaudz lielāks, Visums pēc L. S. būtu ātri vien atkal kolapsējis. Ja turpretī tas būtu kaut nedaudz mazāks, viela nevarētu sablīvēties un veidot zvaigznes. Skaidrs, ka gan vienā, gan otrā gadījumā dzīvības un saprāta rašanās būtu neiespējama.

To pašu var teikt arī par stipro sadarbību. Ja tās stiprums būtu kaut nedaudz lielāks, pirmatnējās nukleosintēzes apstākļos protoni būtu tik ātri saplūduši un apvienojušies, veidojot smagākus elementus, ka brīvā ūdeņraža (^1H) nebūtu palicis nemaz. Ja tās stiprums turpretī būtu kaut nedaudz mazāks, tad nevarētu ritēt kodolsintēzes reakcijas, un Visums, gluži otrādi, sastāvētu tikai no reaģēt nespējīga ^1H . Un atkal abos gadījumos zvaigžņu veidošanās būtu neiespējama.

Interesanti ir arī aprēķini par elementārdaļiņu masām. Protons, kā zināms, ir nedaudz vieglāks par neitronu, un tas ir viens no galvenajiem faktoriem, lai pastāvētu ^1H atomi. Ja protons būtu nedaudz smagāks, tas sabruktu neitronā un padarītu neiespējamu ^1H un līdz ar to zvaigžņu veidošanos un pastāvēšanu.

Tam, ka elektrons ir tieši apmēram 2000 reizu vieglāks par protonu, arī ir izšķirīga nozīme, lai varētu veidoties molekulu ķēdes un tik sarežģīti savienojumi kā dzīvības koda nesējas DNS.

Pārejot uz kosmoloģiskām dimensijām, jāmin L. S. pirmatnējo blīvuma fluktuāciju apbrīnojami precizā atbilstība tām vērtībām, kas padara iespējamu zvaigžņu un galaktiku izveidošanos un pastāvēšanu. Ja šo fluktuāciju amplitūda būtu nedaudz lielāka, tad Visums sastāvētu galvenokārt no melnajiem caurumiem; ja nedaudz mazāka – tas būtu bez struktūras un tumšs.

Saistībā ar konstatēto Visuma paātrināto izplešanos aktualizējusies problēma par kosmoloģisko konstanti Λ – noslēpumaino anti-gravitācijas spēku, kas uztur šo paātrinājumu un uzrāda divaini smalku tās lieluma noregulējumu. Uz elementārdaļiņu teorijām balstītie aprēķini liecina, ka tās vērtībai jābūt ap 10^{110} ergi/cm³. Tas nozīmē, ka galaktikas (ja tās tik milzīga iekšēja spiediena apstākļos vispār būtu izveidojušās) ar milzīgu ātrumu jau sen būtu aizlidojušas neiedomājami tālu cita no citas. Taču tas nav noticis, jo astronomiskie novērojumi, tādi kā galaktiku sarkanā nobīde, la tipa pārnovas un reliktais starojums, rāda, ka reālā Λ vērtība ir tikai ap 10^{-10} ergi/cm³. Tas ir 10^{120} reizu jeb par 120 kārtām mazāk, nekā būtu sagaidāms, un nozīmē, ka reāli Λ ir noteikta ar precizitāti līdz simtdivdesmitajai decimālzīmei(!). Viens no vadošajiem mūsdienu kosmologiem Stenfordas Universitātes (ASV) profesors A. Linde šo faktu par Λ reālo vērtību uzskata par satricošu: *“Ja tā būtu tieši nulle, varētu teikt, ka tam droši vien ir kaut kāds cēlonis. Bet, ja tā ir par 120 kārtām mazāka (nekā gaidīts), tad kā mēs varam atrast jebkādu iemeslu tik mazam skaitlim?”*

Arī P. Diraks savā laikā (pirmo reizi 1937. gadā) pievērsa uzmanību, ka gan elementārdaļiņu fizikā, gan kosmoloģijā no fundamentālajām konstantēm ir izveidojami ļoti lieli bezdimensionāli skaitļi, kas turklāt savā starpā iespējams ir pat cēloniski saistīti. Šis viņa atklājums ir pazīstams kā P. Diraka lielo skaitļu hipotēze⁶⁾. Ja arī viens no šīs hipotēzes radikālākajiem secinājumiem par fundamentālo konstanšu izmaiņām kosmoloģiskā

laika mērogā nav vai vēl nav guvis apstiprinājumu, P. Diraka atklātās lielo skaitļu sakarības aridzan norāda uz mūsu Visuma ļoti precīzo noregulējumu – tādu dažādo parametru un procesu saskaņu, lai Visumā varētu rasties par ^1H un ^4He smagāki elementi. Nepieciešamais nosacījums tam, kā jau atzīmēs, ir Visuma pietiekamais vecums, lai zvaigznes varētu noiet savu dzīves ciklu un vajadzīgā daudzumā saražot šos dzīvībai vajadzīgos smagos elementus.

Izrādās, ka arī šo nosacījumu var izteikt ar smalki saskaņotajām fundamentālajām konstantēm. Tā, piemēram, zvaigžņu masas ir samērojamas ar tā saukto Čandrasekara masu $M_C \equiv (\mathbf{bc}/Gm_p^2)^{3/2}m_p \approx 1,8534 M_S$, kur m_p ir protona, bet $M_S = 1,989 \cdot 10^{33}\text{g}$ – Saules masa. Zvaigžņu spožums L , kurām masa ir M un izstarojumu nosaka brīvo elektronu sadursmju izraisītais neaurspīdīgums (absorbēcija) σ_τ , ir izsakāms kā $L \sim G^4 m_p^5 M^3 / b^3 c^2 \sigma_\tau$. Līdz ar to šo zvaigžņu raksturīgo dzīves laiku $t_* = M_* c^2 / L$ arī var izteikt ar fundamentālajām konstantēm kā $t_* \sim c \sigma_\tau / G m_p = 5,7 \cdot 10^9$ gadi. Kā redzams, tas ir samērojams ar Visuma vecumu H_0^{-1} , t. i., $t_* \sim H_0^{-1}$, tātad patiešām fundamentālās konstantes ir saskaņojušas vai saskaņotas tā, lai Visuma vecums būtu pietiekams zvaigžņu attīstībai, lai pirmās paaudzes zvaigznes varētu bagātināt starpzvaigžņu vidi ar smagajiem elementiem un izveidoties otrās paaudzes zvaigznes ar planētām, uz kurām varētu attīstīties dzīvība un saprāts.

Tas, ka ar L. S. saistāmais mūsu Visuma faktiskais vecums $T_V = H_0^{-1}$ ir $\approx 14 \cdot 10^9$, t. i., nav daudz lielāks par t_* , nozīmē to, ka mēs esam šā Visuma inteligentās dzīvības pirmā paaudze, kura radusies tūlīt pēc L. S. un kurai jāmeklē atbildes uz kosmoloģiskajiem pamatjautājumiem. Nākamajām civilizācijām, kas dzīvos laikā pēc 10^{10} gadiem, ar šiem jautājumiem vairs nebūs jānodarbojas, jo tās būs bijušas kontaktā ar iepriekšējām paaudzēm vai arī, nav neiespējams, ar vecākām un pieredzes bagātākām ārpuszemes inteligences rasēm.

Lielais, ar Visuma vecumu samērojamais laiks, kāds bija nepieciešams, lai uz Zemes parādītos dzīvība un saprāts, un vispār šo notikumu realizācijas mazā varbūtība ļauj domāt, ka saprātīga dzīvība mūsu Visumā var būt ne tikai visai reta parādība, bet pastāv iespēja, ka tā ir aridzan unikāla, vienīgā, ja fizikāli nav iespējama citu, no olbaltumdzīvības atšķirīgu dzīvības formu pastāvēšana.

Vājā a. p. pamatā, kā redzējām, ir apgalvojums, ka visumi bez dzīvības, bez saprāta nevar tikt novēroti. Fakts, ka novērotāji, respektīvi – mēs, eksistējam, neskatoties uz to, ka dzīvības un it sevišķi saprāta rašanās ir ļoti ļoti mazvarbūtīgs notikums, nozīmē to, ka jebkurš visums, ko varam vai varēsim novērot, uzrādīs savādas, retas un gluži neticamas sakritības. Tas arī izsaka vājā a. p. būtību.

Taču nav grūti saskatīt, ka vājam a. p. ir vismaz viena vāja vieta, proti, nav pierādīts, ka dzīvība nevar pastāvēt arī uz vieglāku par oglekli elementu bāzes.

Jāpiebilst, ka no L. S. teorijas izrietošā t_* un T_V samērojamība var tikt izmantota kā papildu arguments pret stacionārā Visuma teoriju, jo, ja Visums reāli būtu daudz vecāks par t_* , tad šai samērojamībai atrast izskaidrojumu būtu vismaz grūti, lai neteiktu – neiespējami.

STINGRAIS ANTROPAIS PRINCIPS

Izklāstītais rāda, ka var, pētot pasauli, noņākt pie to likumsakarību atklāšanas, kas noved pie dzīvības un saprāta rašanās. Bet var arī otrādi, t. i., balstoties uz dzīvības un saprāta pastāvēšanas faktu, atvasināt tās likumsakarības, ieskaitot kosmoloģiskās, kas ir materiālās pasaules uzbūves pamatā. A. p. pamato šo otro ceļu, kas izvirza stingrus nosacījumus novērojumiem.

Taču var iet vēl tālāk un izteikt apgalvojumu, ka visas iepriekšējā sadaļā atklātās sakritības, kā pārliecinājāties – visai divainas un mazvarbūtīgas –, atklāj kaut ko vairāk,

respektīvi, tās nosaka, ka Visumam ir jābūt tādām, kas garantētu dzīvības un saprāta pastāvēšanu. Šis apgalvojums tiek dēvēts par stingro a. p. Izvirzās jautājums, vai šāda ideja ir savienojama ar eksaktajām zinātnēm, kuras balstās uz pārbaudāmiem faktiem un secinājumiem. Atbilde uz šo jautājumu ir drīzāk **nē**, nekā **jā**, kas izriet no atšķirības starp vārdu ir un jābūt nozīmēm. Taču a. p. paplašinājuma mēģinājums līdz stingrajam a. p. nav bez savas jēgas un pievilcības, lai arī jēga, kā viegli saprast, nav eksakto zinātņu izpētes objekts, jo nav nedz viennozīmīgi definējama, nedz izmērāma.

NEDAUDZ FILOZOFIJAS

Cilvēkus, kā gandrīz jebkuru neviendabīgu objektu kopumu, var sagrupēt pēc dažādām pazīmēm, īpašībām utt. Tos var iedalīt divās lielās grupās arī pēc tā, kāda ir viņu attieksme pret apkārtējo realitāti. Proti, vieni uzskata, ka bez mūsu sajūtās dotās materiālās pasaules nekas vairāk neeksistē, otri – ka materiālā pasaule ir tikai viena no Esamības eksistences izpausmēm, t. i., ka bez šīs materiālās pasaules var pastāvēt vai pastāvēt arī no cilvēka neatkarīga un pilnīgi reāla garīgā pasaule, kas turklāt ir primāra.

Tā kā cilvēces attīstības vēsture apliecina, ka šīs attīstības gaitā nepārtraukti tiek atklātas arvien jaunas iepriekš nezināmas parādības, procesi u. c., notiek atziņu, uzskatu u. c. veidošanās, pārmaiņas un nomaiņas, t. i., nevienu brīdi nevaram apgalvot, ka zinām visu, tad vārda uzskata vietā precizāk būtu lietot vārdu tic.

Tas nozīmē, ka cilvēkus var iedalīt pēc tā, kam viņi tic vai netic, respektīvi, vai viņi tic tikai materiālās pasaules vai arī kāda nemateriāla Augstākā Saprāta, Gara, Radītāja utt., jeb vienkārši un visaptveroši – Dieva –, eksistencei un primaritātei, neieslīgstot diskusijās un strīdos par šā Pirmcēloņa jeb Būtnes īpašībām un raksturojumiem. Filozofijā šo situāciju apzīmē kā lielo filozofijas pamatjautā-

jumu un atbilstoši tos, kuri atzīst matērijas primaritāti, mēdz dēvēt par materiālistiem, bet tos, kas Gara primaritāti – par ideālistiem. Šis jautājums, faktiski problēma, ir vērtējams kā neatbildams, neatrisināms, un piederība vienai vai otrai grupai ir tikai personīgās izvēles vai ticības jautājums.

Būtiski ir tas, ka abas šīs ticības, t. i., ticība matērijas vai Gara primaritātei, kā rāda analīze, dod vienādi labus rezultātus gan cilvēka paša, gan viņu aptverošās materiālās pasaules izskaidrošanā. Taču ne identitātes un pat ne vienlīdzības zīmi starp tām tomēr likt nevar. Tas saistīts ar to, ka matērijas primaritātes postulēšana Esamības izpratnē sastopas ar grūtībām attiecībā uz jautājumu par saprātu un it sevišķi tā jēgu, kamēr Gara primaritātes pieņemšana šo saprātam nozīmīgo jautājumu ļauj novirzīt uz Gara kompetences jomu un meklēt atbildes dažādu reliģiju sniegtajos skaidrojumos, kas pieņemami ticībā. Un, lai gan šīs dažādu reliģiju sniegtās atbildes, kas balstītas uz atšķirīgām atklāsmēm vai to interpretācijām, nav viennozīmīgas un tādēļ diskutējamas un pat strīdīgas, tās tomēr ir solis ārpus pilnīgas bezizejas, kādā ved tīri materiālistiskais pasaules apraksts.

Lai to labāk saprastu, pievērsīsim uzmanību vienai no galvenajām problēmām, t. i., problēmai par šā brīža materiālās realitātes rašanos, kur no materiālistiskā pasaules uzskata viedokļa un saistībā ar a. p. modernās fizikas teorijas pēdējā laikā ir guvušas vislielākos sasniegumus.

Tā, piemēram, varam iedomāties un pieņemt, kā to ir izvirzījis A. Linde, ka mūžīgi⁷⁾ eksistējošajā fizikālajā vakuumā kvantu fluktuāciju gaitā rit kāds dabisks process – nepārtraukti L. S., kuru rezultātā kā burbuļi ziepju putās nemitīgi rodas un inflācijā⁸⁾ uzpūšas liels skaits dažādu materiālo visumu ar plašu fundamentālo konstanšu, likumu un līdz ar to atšķirīgu fizikālo īpašību spektru⁹⁾, bet vienīgi tie šā ansambļa locekļi, kuros ir iespējama saprātīgas dzīvības formu izveidošanās, var kļūt par kosmoloģisku pētījumu objektiem.

Tā kā bezgalīgā laikā var realizēties visas, pat vismazvarbūtīgākās kvantu fluktuācijas un stāvokļi, kas var nodrošināt dzīvības un saprāta rašanos, tad viss esošais ir tikai mūžīgās un nedzīvās matērijas varbūtīgas fluktuācijas, t. i., nejašu gadījumu spēles jeb rotaļas, no kurām dažas nezīnāmu vai nesaprotamu iemeslu dēļ tiek novērotas un apzinātas, kamēr lielākā daļa tā arī paliek dažādās kustībās un pārvērtībās, bet beigu beigās visam pagaisot arvien pieaugošāka retinājuma izplatījumā.

No novērotāja, no tīri cilvēciska viedokļa, šāda izpratne, ka esam tikai aklu nejaušību dēļ istenojies gadījums vai notikums, kurā matērija ir ieguvusi tādus parametrus, lai kaut kādu laika sprīdi¹⁰ spētu atspoguļot pati sevi, proti, izprast pasaules rašanos un uzbūvi un pēc tam atkal izgaistu nebūtībā, faktiski, Esamībā, kuras vienīgais dzinējspēks ir šīs kvantu fluktuācijas, ir satriecoša tieši ar savu bezjēgu un pilnīgu pozitīvas perspektīvas trūkumu priekš indivīda. T. i., no tīri materiālistiskā Esamības izpratnes viedokļa, runāt par šā procesa jēgu ir bezjēdzīgi. Pēc būtības, ja nav nekāda pamata runāt par indivīda mūžīgu eksistenci jeb eksistenci mūžībā, tad vispār zūd jēga diskutēt par kaut kādu indivīda eksistences jēgu. Taču par dvēseles nemirstību runā tikai reliģijas, kuras kā realitātes objektīva atspoguļojuma centieni un mēģinājumi ar materiālistisko pasaules izpratni nav savienojami.

Nav grūti saskatīt arī to, ka indivīda un sabiedrības eksistencei ļoti svarīgajā morāles jomā šīs personas īslaicīgās un nenozīmīgās dzīves fakts, kāds tas izriet no materiālistiskā pasaules uzskata, vispār nenodrošina objektīvu un autoritatīvu vērtību kritēriju izveidošanu. Tā sekas ir princips – dzīvo, kā gribi, un dari, kas ienāk prātā, nerēķinoties ar citiem, nerēķinoties ar pasauli, jo tu dzīvo tikai isu brīdī. Un arī tam būtībā nav nekādas ārpus tevis pastāvošas nozīmes – šis princips ir pilnīgi līdzvērtīgs jebkuriem citiem uz kaut kādiem nosacījumiem un lielāku vai mazāku sabiedrības atbalstu guvušiem savstarpējās attiecības regulējošiem principiem.

No bezgara matērijas eksistences viedokļa ir pilnīgi līdzvērtīgi, vai tveram mirkli un baudām dzīvi, kaut vai ejot pāri liķiem, vai arī nodarbojamies ar labdarību, vai mīlam, vai nistam utt., t. i., ja ticam matērijas primaritātei un cilvēka kā personas vienīgajai perspektīvai pēc isa apziņas mirkļa izgaist nebūtībā, tad nav rodami nekādi fundamentāli priekšnosacījumi, lai runātu par dzīves jēgu un morāli kā indivīdam pāri stāvošu regulu kopumu.

Iespējamās nākotnes vīzijas, kas atvasināmas no šādas nostādnes, ir visai iemīļoti sižeti šausmu filmām un līdzīgiem arī cita žanra mākslas darbiem.

ĪSS KOPSAVILKUMS

No eksakto zinātņu viedokļa, kā parādīts iepriekš veiktajā izklāstā, stingrais a. p. neapšaubāmi ir solis ārpus šo zinātņu precīzi iezīmētajiem rāmjiem. Zināmā mērā var teikt, ka tas ir solis metafizikas virzienā, jo, ja vājš a. p. apgalvo tikai to, ka visumi bez dzīvības nav novērojami un mūsu Visuma piemērā, balstoties uz eksakto zinātņu atziņām, atklāj, kādām īpašībām ir jāpiemīt Visuma matērijai, lai tajā varētu pastāvēt dzīvība un saprāts, respektīvi, pamato, ka novērojumi (un novērotāji) ir sekas tādām Visumam, tad stingrais a. p. apgalvo, ka Visums var būt tikai ar novērotājiem, t. i., ka novērotāji ir cēlonis vai vismaz iemesls šādam Visumam. Tātad, ja vājš a. p., balstoties uz dažādiem inflācijas kosmoloģijas modeļu variantiem un neizejot ārpus eksakto zinātņu robežām, var akceptēt daudzu visumu dabisku ģenerēšanos, tad stingrais a. p. postulē tikai viena un speciāli izvēlta Visuma rašanos, šīs izvēles tiesības nododot ārpus materiālās pasaules pastāvošam, bet to ietekmējošam Spēkam, vienai, kā mēs Viņu nosaucam.

Taču ideja par šāda radoša vai kontrolējoša Spēka pastāvēšanu, kurš kodolfiziku un Visuma fiziku vispār ir speciāli konstruējis tā, lai tajā varētu rasties dzīvība un novērotāji, nav bez pamata. To pieļauj un motivē gan

ar ^{12}C sintēzi saistītais mazvarbūtīgo nosacījumu kopums, gan daudzi citi ne mazāk mazvarbūtīgie un divainie nosacījumi.

No novērotāja, no cilvēka dzīves jēgas viedokļa, šai pēdējai nostādnei vai ticībai ir vairākas priekšrocības, kuras gan materiālisti, izejot no savas aksiomātikas, ar pilnām tiesībām var kvalificēt kā iluzoras. Kā vienu šādu priekšrocību var minēt uz Dievišķu Autoritāti balstītu morāles normu kompleksu, kas vienīgais var harmonizēt sabiedrības funkcionēšanu un veicināt tās stabilitu un ilglaicīgu attīstību, jo jebkura cita, t. i., uz cilvēcisku (ieskaitot mazāku vai lielāku cilvēku grupu) autoritāti balstīta morāle vienmēr var tikt apšaubīta, apstrīdēta un, nepietiekama atbalsta gadījumā, gāzta un nomainīta. Protams, lai demokrātiski realizētos šis harmoniskās funkcionēšanas iespējas, ir nepieciešama lielākās sabiedrības daļas ticība šādai Autoritātei.

Tomēr pavisam shematiski, neiedziļinoties detaļās, pats būtiskākais, šā raksta autoraprāt, ir tas, ka materiālistiskais pasaules uzskats par šo pasauli kā vienīgo ir spiests definēt un faktiski arī definē to kā slēgtu sistēmu, bet

kā tāda tā ir pakļauta otrajam termodinamikas likumam, kas nosaka pakāpenisku tās entropijas jeb nekārtības pieaugumu¹⁾, respektīvi, deģenerāciju. Ideālistiskais pasaules uzskats turpretī materiālo pasauli uztver kā atvērtu sistēmu, bet tādā gadījumā, piemēram, informācijas jeb negentropijas iepludināšana no garīgās pasaules var nodrošināt materiālās pasaules sakārtošanu un attīstību.

Nobeigumā jābilst, ka zinātnieku aprindās liels skaits piekritēju ir abām šīm ticībām. Taču, atsaucoties uz profesora E. I. Siliņa savāktu informāciju, lielākais vairums (ap 90%) Nobela prēmijas laureātu tic materiālās un garīgās pasaules komplimentaritātei, tic Augstākā Sapratā eksistencei un uzskata, ka pasaule bez Dieva nav izskaidrojama. Kā spilgtākos piemērus te parasti min kvantu fizikas izveidotājus N. Boru, V. Pauli, M. Plancku u. c., bet arī mūsdienās starp šīs prēmijas laureātiem ir daudz materiālās un garīgās pasaules komplimentaritātes un garīgās pasaules primaritātes atzinēju. Vai to uzskatīt vai neuzskatīt par būtisku vai vismaz simptomātisku, lai paliek katra lasītāja paša ziņā.

¹⁾ Fundamentālās fizikālās konstantes:

c – gaismas izplatīšanās ātrums vakuumā = $2,99792458 \cdot 10^{10}$ cm·s⁻¹;

h – Planka konstante = $6,626176 \cdot 10^{-27}$ ergi·s;

$\hbar = h/2\pi$ – reducētā Planka konstante = $1,0545887 \cdot 10^{-27}$ ergi·s;

G – gravitācijas konstante = $6,6720 \cdot 10^{-11}$ N·m²·kg⁻²;

m_e – elektrona masa = $9,109534 \cdot 10^{-28}$ g;

m_p – protona masa = $1,6726485 \cdot 10^{-24}$ g;

e = $1,6021892 \cdot 10^{-19}$ Kul (kuloni);

H_0 – Habla konstante = (67 ± 10) km·s⁻¹·Mps⁻¹ (1 ps (parseks) = $3,085678 \cdot 10^{16}$ m);

σ_τ – elektronu sadursmju (Tomsona) šķērsgrīzums = $e^4 / (6\pi\epsilon_0^2 m_e^2 c^4) = 6,65246 \cdot 10^{-29}$ m²;

ϵ_0 – elektriskā konstante (vakuuma dielektriskā caurlaidība) = $(\mu_0 c^2)^{-1} = 10^7 / 4\pi c^2$ Far/m;

μ_0 – magnētiskā konstante (vakuuma magnētiskā caurlaidība) = $B/H) = 4 \pi \cdot 10^{-7}$ Hen/m (B –

magnētiskā lauka indukcija, H – magnētiskā lauka intensitāte).

²⁾ Mikropasaule, kā zināms, dominē kvantu mehānikā pazīstamā Heizenberga nenoteiktības relācija jeb sakarība $\Delta x_i \Delta p_i \geq \hbar$, kur x_i ir mikrodaļiņas i-tā koordināta un p_i – tās impulsa jeb kustības daudzuma projekcija šajā koordinātā. Savā dziļākajā būtībā šī sakarība izsaka to, ka mikrodaļiņa reāli nevar tikt apskatīta izolēti, izrauti no vides, no apkārtējo daļiņu un objektu kopuma. Izolēta mikrodaļiņa ir nereāla fikcija. Mikrodaļiņa kopā ar pārējām daļiņām vienmēr veido statistisku ansambli, kurā katra daļiņa ir saistīta mijiedarbībā ar visām pārējām, tostarp, arī ar novērotāju. Nevar mainīt vienas daļiņas stāvokli, neietekmējot pārējās.

Arī pati mikrodaļiņa, kā izrādās, ir aprakstāma tikai statistiski, jo vienlaikus ir gan korpuskula, gan vilnis. Kvantu mehānikā viļņu funkcija, kas apraksta daļiņas varbūtējo stāvokli, faktiski reprezentē

nevis pašu fizikālo realitāti, bet gan mūsu zināšanas par šo realitāti. Līdz ar to ar mikrodaļiņām saistītie procesi vai notikumi ir paredzami tikai kā iespējami, kā varbūtīgi, un visbiežāk realizējas tie procesi un notikumi, kuriem aprēķinātā varbūtība ir vislielākā, t. i., mikrodaļiņu fizikā jeb kvantu mehānikā stingri determinētu procesu un stāvokļu apraksta vietā, kā tas ir pieņemts un attaisnojās klasiskajā fizikā (tā dēvētais Laplasa determinisms), stājas statistiska novērtējumu metodika, kas nodrošina procesa vai stāvokļa varbūtības aprēķināšanu.

Tomēr daļiņu viduvētās trajektorijas un ātruma izmaiņas atkarībā no laika ārējo spēku (elektrisko, magnētisko u. c.) laukā un statistiskās novirzes no šiem vidējiem lielumiem termisko svārstību un difūzijas procesu dēļ ļauj aprakstīt Fokera-Planka vienādojumā, kas pēc būtības apraksta daļiņu kustību klasiskās fizikas priekšstatos (tā sauktā kvaziklasika).

³⁾ Runa ir par Saprātu visaugstākajā nozīmē, t. i., par kreatīva (radoša) Gara pastāvēšanu un mūsu saprātu kā šā kreatīvā Gara atvasinājumu.

⁴⁾ Prasība pēc vienlaicīguma ir nosacīta ar noteiktu, lai arī ļoti īsu laika intervālu. Skaidrs, ka vispirms saduras divas α -daļiņas, izveidojot berilija (**Be**) izotopu ${}^8\text{Be}$, kas ir nestabils un ļoti ātri, apmēram sekundes miljardmiljardā daļā, sabrūk atpakaļ divās α -daļiņās (${}^8\text{Be}$ pussabrukšanas periods jeb dzīves laiks ir $7 \cdot 10^{-17}$ s). Lai izveidotos stabils ${}^{12}\text{C}$ kodols, šajā īsajā laika sprīdī ${}^8\text{Be}$ ir jāpagūst sadurties un pievienot vēl vienu α -daļiņu. Šis process ir tā sauktais rezonanses process, jo reakcijas ātruma konstante ir ļoti strikti noteikta jeb diskreti atkarīga no reaģējošo kodolu un to reakcijas produktu enerģijām. Ja ${}^{12}\text{C}$ kodola ierosinātā stāvokļa enerģija būtu tikai nedaudz atšķirīga, t. i., lielāka vai mazāka par to, kāda tā ir reāli, ${}^8\text{Be}$ kodols sabruktu, pirms ${}^{12}\text{C}$ kodols pagūtu izveidoties. Temperatūra, kurā risinās trīskāršais alfa process, ir ap 100 miljoni K.

⁵⁾ ${}^{12}\text{C}$ kodola pirmā ierosinātā stāvokļa enerģija ir 4,4 MeV. No ierosinātā stāvokļa ${}^{12}\text{C}$ kodols nonāk pamatstāvoklī, izstarojot ierosinātajam stāvoklim atbilstošās enerģijas γ -kvantu.

⁶⁾ Viens no šīs hipotēzes secinājumiem ir par fundamentālo konstanšu maiņu laika t gaitā. Tas iz-

riet no dažiem it kā samērā vienkāršiem apsvērumiem. Proti, pirmkārt, kosmoloģiskā kontekstā gravitācijas mijiedarbība savu vājumu demonstrē arī ar to, ka Habla rādiuss R_H , kas raksturo Visuma izplešanās gaitā aizņemto telpas apjomu, kurā dominē gravitācija, ir daudzkārt lielāks par Planka garumu l_{Pl} , kas savukārt raksturo mikropasaule valdošās kvantu mehāniskās mijiedarbības, t. i., $R_H/l_{Pl} = (cH_0^{-1})/(hG/2\pi c^3)^{1/2} \approx 10^{61}$, ko var izteikt arī kā apmēram $(10^{39,4})^{1,5}$ jeb $(10^{40})^{1,5}$. Otrkārt, attiecība starp elektrostatisko un gravitācijas spēku udeņraža atoma kodolā, proti, $(e^2/4\pi\epsilon_0 G m_e m_p) \approx 10^{40}$. Lidzīga kārtā ir arī attiecība starp Visuma vecumu $T_V = T_H = H_0^{-1}$ ($\approx 14 \cdot 10^9$ gadi) un laiku t_e ($\approx 1,8 \cdot 10^{-23}$ s), kāds nepieciešams gaismai, lai tā šķērsotu elektronu pa tā diametru $D_e (= 2r_e = 2e^2/m_e c^2 \approx 5,6 \cdot 10^{-13}$ cm), t. i. $T_V/t_e \approx 2,5 \cdot 10^{40}$. Varētu minēt arī citus piemērus.

P. Diraks nepieļāva varbūtību, ka dabā šādi lieli skaitļi kā 10^{40} , $(10^{40})^{1,5}$ u. c. un attiecības starp tiem varētu būt vienkāršas sakritības vai nejaušības (vēlāk tā ieguva Diraka lielo skaitļu hipotēzes nosaukumu), un bija cieši pārliecināts, ka šie lielumi atspoguļo kaut kādas dziļākas cēloniskas sakarības. Pieņemot, ka parādītā saistība jeb proporcionalitāte starp R_H un l_{Pl} , kāda tā atklājas šobrīd, ir bijusi spēkā (saglabājas) visu laiku un, liekot aptuvenas vienādības zīmi starp $e^2/4\pi\epsilon_0 G m_e m_p) \approx 10^{40}$ un $T_V/t_e \approx 2,5 \cdot 10^{40}$, ko var izteikt arī kā $1/G \sim T_V = H_0^{-1}$, nonākam pie ļoti radikālas konsekvences, t. i., ka G , lai arī ārkārtīgi lēni, mainās ar laiku kā t^{-1} , t. i., $G \propto t^{-1}$, jo, pēc valdošiem teorētiskiem priekšstatiem, Visumam evolucionējot, H_0 samazinās kā t^{-1} . Un tā kā G ir saistīta ar citām fundamentālajām konstantēm, tad līdzīgu atkarību no laika vajadzētu uzrādīt arī citām šīm konstantēm. Tomēr līdz šim praktisku, uz novērojumiem bāzētu apstiprinājumu šī hipotēze nav guvusi.

⁷⁾ Laiks šajā koncepcijā ir mūžīgs, jo saistīts ar mūžīgi eksistējošo fizikālo vakuumu jeb matēriju.

⁸⁾ Inflācija – nejausi radusies kvantu fluktuācija, kas attīstās (pieaug) eksponenciāli un izpaužas kā L. S. Eksponenciālā augšana ir tā, kas atdala šos L. S. (un visumus) citu no cita, pirms tie pagūst apmainīties ar signāliem un mijiedarboties.

⁹⁾ Šādu varbūtību pieļauj otra kvantu mehānikā pazīstamā nenoteiktības sakarība $\Delta t \Delta E \geq \hbar$ proti,

ārkārtīgi isā laika sprīdi ($\Delta t \rightarrow 0$) vakuuma enerģijas E fluktuācijas ΔE var sasniegt arī tik milzīgas vērtības, ka vakuums “plīst” un rodas jauns visums. Tajā valdošā fizika var būt pilnīgi atšķirīga no tās, kas regulē procesus mūsu Visumā. Pēc pašreizējiem priekšstatiem, šie visumi ir pakļauti inflācijai, un tas nozīmē, ka nekādi signāli no tiem nevar pienākt. Tādējādi tiek izslēgta arī to savstarpējo mijiedarbību un izpētes iespēja.

¹⁰⁾ Ar mūžību, kurā pastāv matērija, t. i., salīdzinot

ar bezgalību, šis laika sprīdis ir bezgala īss un tādēļ, lai arī cik nozīmīgs tas ir subjektīvi vai subjektam no materialistiskā pasaules uzskata viedokļa, objektīvi šis subjekta eksistences ilgums ir pilnīgi beznozīmīgs.

¹¹⁾ Situācija būtiski nemainās arī gadījumā, ja par vieniģo mūžīgi eksistējošo realitāti uzskatām fizikālo vakuumu, kas atrodas pamatstāvoklī, un tā fluktuācijas. Arī šādas sistēmas entropija var tikai saglabāties, bet nevar samazināties.

Literatūras avoti

Peacock J. A. “*Cosmological Physics*” – Cambridge University Press, 1999, p. 94–99.

Barrow J. D., Tipler F. J. “*The Anthropic Cosmological Principle*” – Oxford University Press, 1986.

Dicke R. H. “*Dirac’s Cosmology and Mach’s Principle*” – “*Nature*”, 1961, vol. 192, p. 440–441.

Falk D. “*The Anthropic Principle’s Surprising Resurgence*” – “*Sky&Telescope*”, March 2004, vol. 107, No. 3, p. 43–47.

Siliņš E. I. “Lielo patiesību meklējumi” – Rīga: “Jumava”, 1999.

Dzērvītis U. “Zvaigžņu dziļu ķīmija” – ZvD, 1964. g. vasara, nr. 24, 1.–19. lpp.

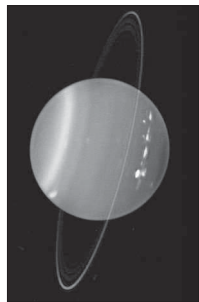
Balklavs A. Esamības būtība. – ZvD, 2000./2001. g. ziema, nr. 170, 39.–43. lpp.

Balklavs A. Mūsdienu zinātnes priekšstati par vielisko pasauli. – ZvD, 1984. g. vasara, nr. 104, 2.–6. lpp. 🐦

JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ

Otrais ķīniešu kosmiskais lidojums. Otrais ķīniešu lidojums kosmosā notiks šī gada septembrī ar kosmisko kuģi *Shenzhou VI*. Šoreiz orbitā pacelsies divi kosmonauti, kuri ap Zemi riņķos piecas dienas. Pirmais Ķīnas kosmonauta lidojums notika 2003. gada oktobrī, tas ilga 21 stundu.

Uz Urāna plosās vētras. Pēdējo reizi Urānu tuvumā pētīja kosmiskais aparāts *Voyager 2* 1986. gadā. Tobrid zilā planēta bija samērā mierīga, bija novērojamas tikai nelielas vētru aktivitātes. Taču jaunākie pētījumi ar desmitmetrīgo *Keck-2* teleskopu Havaju salās mainīja astronomu priekšstatus par Urānu. Uz Urāna vienlaikus tika novērotas pat 18 vētru sistēmas, kamēr mēneša laikā, ko *Voyager 2* pavadīja planētas tuvumā, starpplanētu kuģis novēroja tikai 10 vētras. Dažas no vētrām izveidojas un sabrūk dažu dienu laikā, savukārt citas ilgst pat vairākus gadus. Vētras var pārvietoties pat ar 420 km/h lielu ātrumu. Tuvojoties rudens ekvinoxijai, kuru planēta sasniegs 2007. gadā, Urāna ekvators atrodas preti Saulei un abi planētas poli Saules gaismu saņem augu diennakti. Pirms 19 gadiem, kad Urānu pētīja *Voyager 2*, planētas dienvidpols bija pagriezts pret Sauli, savukārt ziemeļpolu gaisma neapspīdēja nemaz.



Keka observatorijas attēls

I. Z.

ZENTA ALKSNE, ANDREJS ALKSNIS

VAI CITPLANĒTA BEIDZOT IR IERAUDZĪTA?

Lai atklātu planētas pie citām zvaigznēm (citplanētas), it kā nemaz nav nepieciešams tās saskatīt, jo pietiktu ar to esamības citiem pierādījumiem. Pašlaik praksē tiek izmantotas divu veidu parādības, kas netieši liecina par planētu klātbūtni pie Saules apkārtnes zvaigznēm. Analizējot planētas pievilksanas spēku ietekmi uz saimniekzvaigznes kustību jeb lietojot radiālo ātrumu metodi, kopš 1995. gada ir atklāts vairāk nekā simt planētu. Konstatējot gadījumus, kad planēta ietekmē saimniekzvaigznes spožumu (pāriešanas metode), pēdējos gados arī jau atklātas sešas planētas. Taču neviena no daudzajām atklātajām citplanētām nav tieši saskatīta. Bet vienreiz redzēt ir nesalīdzināmi iespaidīgāk un, galvenais, pārliecinošāk, nekā daudzkārt dzirdēt tikai aplinkus pierādījumus.

Turklāt desmit gados uzkrātā pieredze rāda, ka netiešas metodes dažkārt noved arī pie kļūdaiņiem planētu atklājumiem. Ir bijuši daži gadījumi, kad atsaukta ar radiālo ātrumu metodi atklātas planētas esamība vai būtiski laboti planētas orbītas parametri. Vēl jo lielākus sarežģījumus mēdz radīt tādu gadījumu analīze, kad pamanīta mazmasīva ķermeņa pāriešana pār zvaigznes disku. Apspriežot jautājumu, kas disku šķērsojis – planēta vai pundurzvaigzne, rodas domstarpības un kļūdaini secinājumi, jo planētas radītu zvaigznes spožuma īslaicīgu satumsumu ir ļoti grūti atšķirt no dubultzvaigznes pavadoņa jeb sekundārās komponentes radīta aptumsuma. Tā savulaik stāstījām par 2001. gada pāriešanas novērojumu ceļā atklāto un 2003. gada pavasari šķietami pārliecinoši pārbaudīto pla-

nētu *OGLE-TR-3* (Z. Alksne, A. Alksnis. "Ar pāriešanas metodi atklātas citplanētas" – *ZvD*, 2003. g. rudens, 8.–13. lpp.). Tomēr 2003. gada novembrī "*The Astrophysical Journal*" 597. sējumā tās eksistenci pilnībā noliedza poļu astronoms M. Konakis (*Macei Konacki*), kurš strādā arī Kalifornijas Tehnoloģijas institūtā (ASV), kopā ar kolēģiem no Harvarda-Smitsona Astrofizikas centra (ASV) G. Torresu (*Guillermo Torres*), D. Saseļovu (*Dimitar Sasselov*) un S. Dža (*Saurabh Jha*). Viena laikus viņi noliedza arī planētas *OGLE-TR-33* pastāvēšanu. Vēlāk, 2004. gada oktobrī, "*The Astrophysical Journal*" 614. sējumā M. Konakis ar kolēģiem detalizēti parādīja, ka pēdējā gadījumā ir novērota nevis planētas pāriešana, bet gan aptumsuma dubultzvaigznes spožuma minimums. Šī dubultzvaigzne, kurā K7-M0 spektra klases punduris riņķo ap F4 spektra klases zvaigzni, pie debess saplūst ar spožāko F6 spektra klases zvaigzni, kas tika uzskatīta par šķietamās planētas saimniekzvaigzni. Dubultzvaigznes aptumsumi radīja šī trīskāršā spidekļa spožuma pavājināšanos, ko kļūdaini saistīja ar varbūtējās planētas pāriešanu spožākās zvaigznes diskam.

Nemot vērā netiešo metožu lietošanas sarežģījumus, kļūst saprotams, cik vilinoša astronomiem liekas jebkura cerība saskatīt, ieraudzīt, aplūkot citplanētu. Tomēr nav domājams, ka drīzā nākotnē izdosies aplūkot netiešā ceļā atklātas planētas. Tās visas atrodas tik tuvu saimniekzvaigznēm (līdz četrām astronomiskajām vienībām no tām), ka zvaigžņu spožums pārmāc planētu vājo gaismu. Vairāk cerību ir saskatīt no saimniekzvaigznēm tālas

planētas. Iespējams, ka 2004. gadā šāda cerība pirmo reizi ir istenojusies.

Par to liecina 2004. gada septembrī izplatītais Eiropas Dienvidu observatorijas (EDO) paziņojums preseī, ar kuru klajā nāca šīs observatorijas astronoma G. Šovēna (*Gal-el Chauvin*) vadītā septiņu cilvēku grupa no Čīles, Francijas un ASV: A. Lagranža (*Anne-Marie Lagrange*), K. Dimā (*Christophe Dumas*) u. c. Viņi iesniedza detalizētu atklājuma izklāstu žurnālā "*Astronomy & Astrophysics*". Šī pētnieku grupa uzskata, ka patiešām ir ieguvusi pie brūnā pundura *2MASS WJ 1207334-393254* esošās planētas attēlu. Punduris, ko šeit saīsināti sauksim par *2M1207*, atrodas debess dienvidu puslodē Hidras zvaigznāja jauno zvaigžņu asociācijā.

Šis atklājums nav uzskatāms par nejaušu. Pie tā novedis astronomu mērķtiecīgs un neatlaidīgs darbs, kas saistīts ar nemitīgi pieaugošu interesi par ļoti mazas masas objektiem: citplanētām (masa mazāka par 13 Jupitera masām) un brūnajiem punduriem (masa starp 13 un 75 Jupitera masām), kas nespēj kļūt par istām zvaigznēm (par brūnajiem punduriem vairāk sk. *Z. Alksne, A. Alksnis. "Galēji aukstie punduri" – ZvD, 2003./2004. g. ziema, 14.–22. lpp.*). Šo interesi kāpina pēdējo gadu atklājumi, kas liecina par mazas masas debess ķermeņu plašu izplatību vismaz mums tuvākā Galaktikas telpā. Mazas masas objekti ir auksti, tumši, grūti saskatāmi. Pastāv lielākas izredzes saskatīt jaunus, nesen tapušos mazas masas objektus, jo tie ir kaut nedaudz spožāki par vecajiem. Kamēr planēta top, vielai sablīvējoties, izdalās neliels daudzums enerģijas, kas planētu tās tapšanas laikā padara spožāku nekā pēc tam, kad tā tikai atstaro saimniekzvaigznes gaismu. Vēl jo vairāk izpaužas atšķirības starp gluži jaunu un jau padzīvojušu brūno punduru starojumu. Veca brūnā pundura spožums var būt desmitiem reižu vājāks nekā jaunam brūnajam pundurim. Ir novērtēts, ka brūnajam pundurim, kura masa ir 50 Jupitera masas, 100 miljonus gadu spožums 2,2 μm staros var kris-

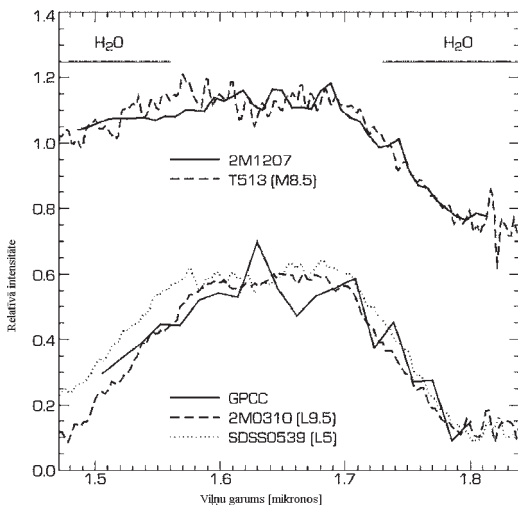
ties par trim zvaigžņlielumiem. Te piebilstams, ka tik zemas temperatūras objekti kā planētas un brūnie punduri vizuālajā spektra daļā praktiski nemaz nestaro. Tos galvenokārt novēro tuvajās infrasarkanā starojuma joslās J (1,2 μm), H (1,6 μm), K (2,2 μm) un L (3,8 μm).

Kur meklējami jaunie mazas masas objekti? Protams, turpat, kur veidojas lielākas masas objekti jeb jaunās zvaigznes – starpzvaigžņu gāzes un putekļu mākoņos. Šādu mākoņu retinātā viela ar laiku savācas atsevišķos sabiezinājumos, no kuriem rodas gan dažādas masas istenas zvaigznes, gan gaužām sīki veidojumi – "vanckarzvaigznes" jeb brūnie punduri. Ap jauntapušajām zvaigznēm un brūnajiem punduriem kādu laiku pastāv pārpalikušās vielas diski, kuros savukārt veidojas planētas. Tātad jaunās planētas jāmeklē zvaigžņu veidošanās apgabalos, kas vairākumā gadījumu tomēr atrodas pārāk tālu no Saules, lai varētu šīs planētas saskatīt. Viens no retiem izņēmumiem ir zvaigžņu veidošanās apgabals Hidras zvaigznājā, kas guvis nosaukumu Hidras TW asociācija (*TWA*). Pēc jaunākajiem datiem, *TWA* atrodas 230 gaismas gadu (g. g.) attālumā no Saules un ir tikai 8–10 miljonus gadu veca. Sava tuvuma un jaunuma dēļ šī asociācija jau ilgāku laiku ir piesaistījusi mazas masas objektu pētnieku uzmanību. Tāpēc nav brīnums, ka tieši šeit jau divreiz ir saskatīts objekts, kas varētu būt planēta. Pirmoreiz 2000. gadā par iespējamās planētas attēla iegūšanu 2,5" attālumā no asociācijas locekles – zvaigznes *TWA-7A* – ziņoja vācu astronomu grupa R. Nohhoizera (*Ralph Neuhauser*) vadībā. Taču pēc objekta spektra iegūšanas viņiem nācās atzīt, ka saskatīta nevis *TWA-7A* piederoša planēta, bet gan ļoti tālas aizmugures K spektra klases zvaigzne (sk. *Z. Alksne, A. Alksnis. "Jauni brūnie punduri un planētas riņķo ap jaunām zvaigznēm" – ZvD, 2000./2001. g. ziema, 14.–17. lpp.; atvairināšanas, ka 15. lpp. Hidras TW asociācija kļūdaini nosaukta par Vērša TW asociāciju*).

Šķiet, ka 2004. gadā G. Šovēna grupas izziņotais varbūtējais planētas atklājums pie Hid-

ras *TW* asociācijas brūnā pundura *2M1207* ir daudz cerīgāks. Pašu brūno punduri 2001. gadā atklājis ASV astronoms Dž. Giziss (*John Gizis*), analizējot infrasarkanā debess apskata *2MASS* (*Two Micron All Sky Survey*) datus par zvaigznēm Hidras *TW* asociācijas virzienā. Viņš novērtējis, ka šī brūnā pundura masa ir ap 0,025 Saules masas jeb 25 Jupitera masas. *2MASS* apskata attēlu izšķirtspēja ir pārāk maza, lai brūnā pundura ciešā tuvumā varētu saskatīt vēl kādu sīku objektu.

Kad pie *TWA* mazas masas objektu novērošanas ķērās G. Šovēna grupa, viņi izmantoja EDO Ļoti lielā teleskopa ceturto 8,2 metru teleskopu "*Yepun*", kuram ir pievienots adaptīvās optikas korektors, kas samazina Zemes atmosfēras drebēšanas ietekmi uz attēla izšķirtspēju, kā arī īpaša kamera un spektrogrāfs darbam spektra infrasarkanajā daļā. Tieši šo



1. att. Brūnā pundura *2M1207* un vājā objekta, ko tā pētnieki dēvē par pavadoni – milzu planētas kandidātu (*Giant Planet Candidate Companion – GPC*), zemas dispersijas spektri. Salīdzināšanai attēlā parādīti arī M un L spektra klašu paraugi. Platie kritumi abos vājā objekta spektra galos skaidri norāda uz ūdens klātbūtni tā atmosfērā.

ESO PR attēls

iekārtu lietošana palīdzēja iegūt teicamus, lieliskas izšķirtspējas attēlus. Pateicoties 2004. gada aprīlī iegūtā attēla izcilam asumam, tikai 0,78" attālumā no brūnā pundura *2M1207* attēla grupas locekļi papildus pamanīja kādu ļoti sīku un izteikti sarkanu attēlu, kas vairāk atgādināja vāju gaismas traipu (*sk. att. 49. lpp.*). Sīkais attēls izrādījās simtreiz vājāks par paša brūnā pundura attēlu, bet tā ārkārtīgi sarkanā krāsa liecināja par objekta zemo temperatūru. Pēc fotometrisko mērījumu veikšanas pētniekiem tūlīt radās doma par abu objektu iespējamu saistību vienotā sistēmā, kurā vājais objekts varētu būt planēta, kas riņķo ap brūno punduri. Šāda doma pirmajā brīdī likās pārdroša, taču tā mudināja turpināt pētījumus.

Lai labāk izprastu vājā, sarkanā objekta dabu un pārbaudītu izteikto hipotēzi par tā piederību pie planētam, 2004. gada jūnijā pētniekiem izdevās iegūt brūnā pundura un varbūtējās planētas zemas dispersijas spektrus (*sk. 1. att.*). Spektru salīdzinājums ar M un L klases punduru spektriem apstiprināja jau agrāk zināmo brūnā pundura M8,5 spektra klasi un parādīja vājā objekta spektra piederību pie galēji aukstām L5–L9,5 spektra klasēm.

Vai vājais objekts būtu galēji auksts L spektra klases punduris, nevis planēta? Meklējot atbildi, pētnieku grupas dalībnieki balstījās uz statistiskiem datiem par L klases punduru izplatību un aplēsa, ka ir ļoti niecīga varbūtība brūnā pundura *2M1207* tiešā tuvumā projicēties kādam priekšplāna vai fona galēji aukstam pundurim. Tāpēc tika secināts, ka vājais objekts visdrīzāk nav brūnā pundura nejaušs kaimiņš, un varēja ķerties pie objekta masas noteikšanas. Zinot vājā objekta spožumu, vecumu, attālumu (abi pēdējie lielumi tādi paši kā visiem *TWA* locekļiem) un izmantojot teorētiskus modeļus mazas masas objektu attīstībai, minētie pētnieki noteica, ka tā masa ir vienlīdzīga piecām Jupitera masām. Tā nu ir tipiska citplanētas masa, nevis pundura masa! Arī vājā objekta temperatūra izrādījās tikai 1250 K. Visbeidzot, objekta piederību pie planētām apstiprināja arī tā atmosfērā spek-

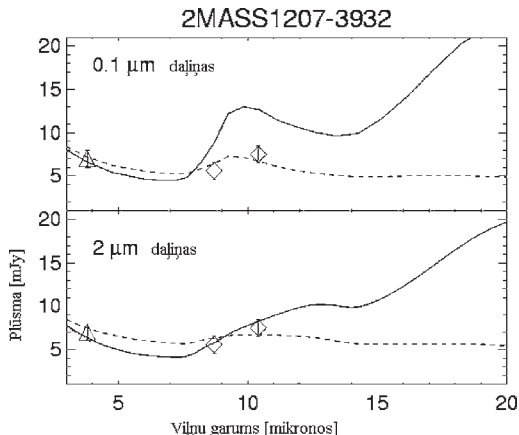
troskopiski atrastās ūdens tvaiku radītās absorbcijas joslas (*sk. 1. att.*). Tātad bija pavisam nopietns pamats secināt, ka 55 astronomisko vienību (a. v.) jeb 8250 miljonu km attālumā no brūnā pundura *2M1207* atrodas istena planēta, kuru ir izdevies saskatīt no Zemes. Tāpēc G. Šovēna grupa steigda publicēt priekša vēsti par pirmo saskatīto citplanētu.

Saskatītā planēta tomēr atrodas aptuveni divreiz tālāk no savas sistēmas centrālā ķermeņa, nekā Neptūns no Saules, un tātad tālāk arī par Plutonu. Vai tas nav pārāk tālu? Vismaz, salīdzinot ar vienīgo mums labi pazīstamo planētu sistēmu – Saules sistēmu –, tā neliekas. Saules sistēmā tālu aiz Plutona atrodas ne tikai Kuipera un Orta (*Oort*) komētu rezervuāri, bet arī prāvāki ķermeņi. Pirmām kārtām jāmin nesen atklātā Sedna, kuras diametrs ir aptuveni līdzīgs Mēness diametra pusei, un kura virzās pa ļoti izstieptu eliptisku orbītu 75 līdz 985 a. v. attālumā no Saules. Starp citu, A. Morbidelli (*Allesandro Morbidelli*) un H. Levisons (*Harold Levison*) "*The Astronomical Journal*" 2004. gada novembra numurā izsaka visai interesantas hipotēzes par Sednas nonākšanu tik tālā orbītā. Varot būt, ka Saules sistēmas pastāvēšanas pirmajos 100 miljonus gadu uz tālo orbītu Sednu aizrāvis kādas garāmejošas zvaigznes pievilkšanas spēks. Saulei jaunībā esot bijusi pilnīgi iespējama satikšanās ar citu zvaigzni, jo Saule, kā tagad noskaidrots, ir radusies vairāk vai mazāk ciešā zvaigžņu kopā, kas pēc miljardiem gadu ir pilnībā izkldusī. Ne mazāk iespējama esot arī pretēja notikumu gaita. Mūsu Saules pievilkšanas spēks varot būt izrāvis Sednu no diska, kas aptvēris kādu Saulei garāmejošu ļoti mazas masas objektu, visdrīzāk – brūno punduri.

Kāds pamats domāt, ka mazmasīvos brūnos pundurus aptverošajos diskos vispār var rasties un pastāvēt planētveida ķermeņi? Brūno punduru novērojumi tuvajos (ap 2 μm) un vidējos (ap 10 μm) infrasarkanajos staros parāda nozīmīgu starojuma ekscesu, salīdzinot ar to atmosfēras starojumu. Tas ne tikai

apliecina ievērojama putekļu daudzuma klātbūtni pie brūnajiem punduriem, bet arī palīdz modelēt centrālo ķermeni aptverošo disku formu un sastāvu. Līdz šim 15 brūnajiem punduriem vidējos infrasarkanajos staros ir izdarīti novērojumi un to analīze, kas parāda atšķirīgas formas un sastāva disku klātbūtni. Vairākumā gadījumu ap visjaunākajiem brūnajiem punduriem pastāv izplestas formas diski (diska biezums uz āru pieaug). Izplestajos diskos notiek iedarbīga putekļu un gāzes sajaukšanās, tāpēc gāzes turbulenta kustība putekļus paceļ un notur virs diska centrālās plaknes. Taču putekļiem piemīt īpašība salipt un veidot lielākas daļiņas. No starpzvaigžņu videi raksturīgajiem putekļiem (diametrs ap 0,1 μm) diskos veidojas daļiņas ar diametru ap 2,0 μm un lielākas. Daļiņu augšana samazina gāzes un putekļu sasaiti, kas savukārt veicina daļiņu nosēšanos diska centrālās plaknes virzienā. Galu galā diska forma pārveidojas, un tas kļūst plakans. Ap padzīvojušiem punduriem ir atrasti plakanas formas diski, kuros ietilpst lielākas daļiņas. Tomēr nepastāv tik stingra sakarība starp diska formu un tā daļiņu izmēriem un brūno punduru vecumu, kā tas būtu sagaidāms. Varētu būt vainojamas novērojumu un to analīzes, kā arī vecuma noteikšanas kļūdas vai vienkārši statistiskā materiāla nepietiekamība. Tomēr pastāv arī aizdomas, ka šo sakarību kropļo dubultpunduru pastāvēšana. Dubultsistēmas komponentu savstarpējie perturbējošie spēki var aktivizēt daļiņu augšanu un sekojošo nosēšanos, ātri saplacinot gluži jauna pundura disku.

Kopumā ņemot, tomēr ir skaidrs, ka brūnos pundurus aptverošie diski attīstās līdzīgi lielākas masas zvaigžņu diskām. Sākumposmā centrālo ķermeni cieši aptver izpleties diski, kura viela aktīvi nosēžas uz centrālo ķermeni un papildina tā masu (tādu disku dēvē par akrēcijas disku). Pakāpeniski diski pārvēršas plakanā diskā, bet ap centrālo ķermeni rodas tukša atvere – diska iekšējā mala ir atkāpusies. Šādā diskā pārsvaru ņem arvien lielākas daļiņas, tās turpina salipt, līdz



2. att. Brūnā pundura *2M1207* starojuma infrasarkanajā spektrā novērotā enerģija (trīsstūris – 3,8 μm , kvadrāti – 8,7 un 10,4 μm viļņu garuma joslā) salīdzinājumā ar 0,1 μm diametra vai 2 μm diametra silikātu daļiņu izplesta (*nepārtrauktā līkne*) un plakana (*svītrlīniju līkne*) diska modeļiem. Nav iegūts noteikts slēdziens, jo novērojumu dati kļūdu robežās (*vertikālie nogriežņi*) atbilst gan sīko, gan arī rupjāko daļiņu plakanam diskam, gan tikpat labi – rupjāko daļiņu izplestam diskam.

Pēc M. Sterčika u. c. raksta “A&A” 427. sēj.

izveido planētu iedīgļus. Tieši daļiņu augšana un nosēšanās ir tie divi būtiski svarīgie sākumsoļi, kas ved uz planētu veidošanos. Kad vienas diska daļiņas ir papildinājušas centrālo ķermeni, citas izveidojušas planētas vai sīkākus objektus, paliek atlikumu disks, kas pamazām izklīst telpā un beidz pastāvēt. Brūno punduru disku attīstība notiek ļoti strauji. Jau apmēram 10 miljonus gadu tie sasniedz planētu veidošanās stadiju, bet 100 miljonus gadu ir beiguši pastāvēt. Tātad planētas pie brūnajiem punduriem var rasties, bet tam jānotiek īsā laikā

Atbilstoši tikko izklāstītajai brūno punduru disku attīstības gaitai, pie 10 miljonus gadu veca brūnā pundura *2M1207* planēta patiešām varētu būt radusies. Tomēr *2M1207*

līdzšinējie novērojumi sniedz pretrunīgus datus par tā diska attīstības pakāpi.

Savu atzinumu par šā brūnā pundura disku EDO astronoms M. Sterčiks (*M. Sterzik*) kopā ar četriem kolēģiem no Čīles un Vācijas ir publicējis “*Astronomy & Astrophysics*” 427. sējumā 2004. gada pašā nogalē. Novērojumus viņi ir izdarījuši 2004. gada janvārī ar 8,2 metru Dviņu teleskopa dienvidu “brāli”. Salīdzinot iegūtos novērojumu datus ar izplestas un plakanas formas disku modeļiem un analizējot iespējamo dažāda izmēra daļiņu sastāvu (*sk. 2. att.*), minētā pētnieku grupa secina, ka *2M1207* disks visdrīzāk ir plakans, bet tā sastāvā vienādi iespējami var atrasties gan sīkas 0,1 μm daļiņas, gan vidēji lielas (ap 2,0 μm) daļiņas. Viņi uzskata, ka šis secinājums pietiekami labi saskan ar ziņām par *TWA* sastāvā ietilpstošo jauno zvaigžņu diskkiem, kuros ir novērota putekļu attīstība. Piemēram, tajos atrastas 2,0 μm lielas amorfa olivīna daļiņas. M. Sterčika un kolēģu izdarītā novērojumu analīze it kā liecina par *2M1207* diska attīstības stadiju. Taču M. Sterčika grupas dalībnieki atzīmē, ka *2M1207* attēlos, kas arī ir iegūti ar 8,2 metru teleskopu, nekādas planētas pēdas nav saskatāmas. Varētu būt, ka tajā infrasarkanā spektra daļā, kurā viņi ieguva attēlus, iespējamā planēta izstaro pārāk maz.

Neizpratni par *2M1207* diska attīstības pakāpi ienes raksts, ko 2003. gada augustā “*The Astronomical Journal*” 503. sējumā publicējuši trīs ASV un Spānijā strādājoši astronomi S. Mohanti (*Subhanjoy Mohanti*) u. c. Viņi vēstījuši, ka *2M1207* piemīt emisija udeņraža Balmera sērijas un neitrālā hēlija līnijas. Tas nozīmē, ka no *2M1207* diska vēl arvien notiek kaut vāja vielas akrēcija uz pašu punduri un atvere diska iekšējā malā, jādodomā, nav izveidojusies vai ir vāji izteikta. Tāda parādība citiem līdzīga vecuma brūnajiem punduriem nav novērota. Jāatzīst, ka nav skaidrs, vai planētas šādā diskā var veidoties.

Skaidrību varētu dot iespējamās citplanētas un brūnā pundura *2M1207* savstarpējās kustības pētījumi. 🐦

ATTĀLUMS LĪDZ PLEJĀDĒM UN PROBLĒMAS AR "HIPPARCOS"

Attālumu līdz zvaigznēm, galaktikām un citiem objektiem ārpus Saules sistēmas nosaka ar dažādām metodēm, kas viena otru papildina un ir lietojamas atšķirīgos attāluma diapazonos. Līdz vistuvākajām zvaigznēm attālumu parasti nosaka tiešā ģeometriskā ceļā, novērojot zvaigznes paralaktisko nobīdi – šķietamo pārvietošanos pa elipsi uz tālāko zvaigžņu fona, ko rada Zemes orbitālā kustība ap Sauli gada laikā. Sadzīvē šo pašu efektu novēro jebkurš cilvēks: pārvietojoties mums šķiet, ka tuvākie priekšmeti pārvietojas uz tālāko priekšmetu fona. Zvaigznes paralaktiskās kustības elipses lielo pusasi π (mērītu leņķa sekundēs) sauc par zvaigznes gada paralaksi. Zeme riņķo ap Sauli pa elipsi ar lielo pusasi 1 a. v. (astronomiskā vienība) un mazo pusasi 0,99986 a. v.; no zvaigžņu paralaksēs novērojumu viedokļa, tā praktiski ir riņķa līnija. Attālums līdz zvaigznei (parsekos) ir $d = \frac{1}{\pi}$, turklāt 1 pc = 3,26 gaismas gadi = $3,086 \cdot 10^{13}$ km.

Lielajam vairumam zvaigžņu (un, protams, visām galaktikām) paralakse ir tik maza, ka to nav iespējams tieši izmērīt ar mūsdienās eksistējošo novērojumu aparatūru un metodēm. Tādēļ attālumu noteikšanai izmanto dažādas netiešas metodes (pie kopām piederošo zvaigžņu krāsas – starjaudas sakarība; cefeīdu perioda – starjaudas sakarība; spilgtāko zvaigžņu patiesie spožumi zvaigžņu kopās; pārnovu spožumi citās galaktikās u. c.). Tuvākiem objektiem var būt izmantojamas vienlaikus divas vai vairākas attāluma noteikšanas metodes, un tā iespējams vienu pēc otras graduēt dažādas netiešas metodes, kā arī vismaz aptuveni novērtēt konkrētās metodes mērījumu kļūdu.

Visas zvaigžņu un galaktiku attāluma noteikšanas metožu hierarhijas pamats tradīci-

onāli un gluži dabiski ir bijuši tiešie gada paralaksēs mērījumi, ar kuru palīdzību graduē citas – netiešās metodes. Pagājušā gadsimta beigās tika palaists speciāls mākslīgais Zemes pavadoņs "Hipparcos", kura instrumentu augstā precizitāte ļāva izmērīt ļoti daudzu tālu objektu paralaksēs, kam to nevarēja izdarīt ar teleskopiem no Zemes. Starp citu, pirmo reizi tika tieši noteikta paralakse vaļējai kopai – Plejādēm, un izmērītais attālums bija $118,3 \pm 3,5$ pc (*F. van Leeuwen*; 1999. g.).

Šāda attāluma vērtība tūlīt kļuva par diskusijas cēloni, jo būtiski atšķīrās no agrāk noteiktās vērtības, ko ieguva ar zvaigžņu kopu galveno secību salāgošanas metodi (132 ± 4 pc; *G. Meynet, J.-C. Mermilliod & A. Maeder*; 1993. g.). Tika pieļauta iespējamība, ka galveno secību salāgošanas metode šajā gadījumā dod kļūdainus rezultātus, jo Plejādēs varētu būt paaugstināts hēlija saturs (*J.-C. Mermilliod* u. c.; 1997. g.) vai arī pazemināts smago ķīmisko elementu saturs (*M. Grenon*; 2000. g.). Tika apšaubīti arī "Hipparcos" dati (*V. Makarov*; 2002. g.). Pēc elementāras loģikas spriežot, tiešai paralaksēs mērīšanai no Zemes mākslīgā pavadoņa būtu bijis jādod vispareizākais rezultāts. Interesanti, ka vaļējo kopu datu bāzē (<http://obswww.unige.ch/webda>), ko uztur jau minētais *J.-C. Mermilliod*, joprojām figurē 150 pc attālums līdz Plejādēm, taču bez atsaucēs uz oriģinālo pētījumu, no kā ņemts šāds divains un neizprotams skaitlis, kas ir lielāks pat par *O. Eggen* 1950. gadā iegūto vērtību (141 pc).

2004. gads izrādījies izšķirošais attāluma līdz Plejādēm noteikšanā. Vispirms *X. Pan* ar līdzstrādniekiem interferometriski novēroja pie šīs zvaigžņu kopas piederošu dubultzvaigzni Atlasu, noteica tās orbītu elementus un secināja, ka attālums ir 135 ± 2 pc. Tomēr šis rezultāts ir atkarīgs no zvaigžņu masas – starjaudas sakarības, kas savukārt ir atkarīga no

zvaigznes ķīmiskā sastāva, tādēļ pats par sevi nav uzskatāms par pilnīgi drošu, un tam vajadzīgs neatkarīgs apstiprinājums ar citām metodēm.

U. Munari ar kolēģiem novēroja vienlaikus aptumsuma un spektrālo dubultzvaigzni *HD 23642*, kas arī pieder pie Plejādēm. Veicot gan zvaigznes spožuma mērījumus, gan spektroskopiski nosakot dubultzvaigznes komponentu radiālos ātrumus, viņiem izdevies aprēķināt dubultzvaigznes orbītas parametrus un vienlaikus arī attālumu līdz dubultzvaigznei. Iegūtā vērtība ir 132 ± 2 pc. Viņi paziņoja, ka līdz ar to jautājums atrisināts galīgi un "*Hipparcos*" rezultāti ir kļūdaini.

Visbeidzot, oktobrī žurnālā "*Astronomy and Astrophysics*" parādījās *N. Zwablen*, *P. North*, *Y. Debernardi* u. c. raksts, kurā norādīts, ka U. Munari u. c. iegūtais rezultāts ir gandrīz bez pieņēmumiem, bet tomēr ne pilnīgi. Tas ir atkarīgs no dubultzvaigznes komponentu efektīvās temperatūras, kura tika noteikta, salīdzinot novēroto spektru ar teorētiski aprēķināto. Zvaigžņu spektru teorētiska modelēšana ir ļoti sarežģīta, un šeit

vienmēr iespējamas kļūdas. *N. Zwablen* ar kolēģiem veica jaunus Atlasas interferometriskus novērojumus un apvienoja tos ar agrāk iegūtajiem *X. Pan* u. c. datiem, kā arī veica šīs dubultzvaigznes komponentu spektroskopiskus radiālo ātrumu mērījumus. Tika izmantoti teleskopi, kas uzstādīti Vilsona kalna observatorijā (ASV) un ASV Jūras kara flotes observatorijā, Augšprovansas observatorijā (Francijā) un Eiropas Dienvidu observatorijā (Čīlē). Novērojumu dati ļāva bez patvaļīgiem pieņēmumiem noteikt visus dubultzvaigznes komponentu orbītas elementus (lielā pusas $1,73 \pm 0,04$ a. v., ekscentricitāte $0,2385 \pm 0,0063$, periods $290,984 \pm 0,079$ diennaktis utt.), abu komponentu masas (attiecīgi $4,74 \pm 0,25$ un $3,42 \pm 0,25$ Saules masas) un attālumu līdz dubultzvaigznei, kas izrādījās esam 132 ± 4 pc. Līdz ar to novērojumu kļūdu robežas ir pilnīgi apstiprināti agrākie *G. Meynet* u. c. (1993. g.), *X. Pan* u. c. (2004. g.) un *U. Munari* u. c. (2004. g.) rezultāti, bet pavadoņa "*Hipparcos*" datus pārliciecināši konstatēta ievērojama sistēmātiska kļūda, kuras cēlonis pagaidām nav zināms. 🐦

ARTURS BALKLAVS

VAI "ČANDRA" TĀLĀ GALAKTIKĀ SASKATĪJUSI MELNOS CAURUMUS?

Šobrīd jaudīgākā kosmiskajā telpā ap Zemi orbitējošā rentgenstaru jeb *x*-staru observatorija ir "*Chandra*" ("*Čandra*")¹⁾ (*sk. 1. att. 49. lpp.*). Piecos darba gados, kopš šī observatorija darbojas, astronomiem ir izdevies izdarīt daudzus ievērojamus atklājumus augsto enerģiju astrofizikā. Un viens no tādiem nepāšaubāmi ir par Riteņa galaktiku²⁾ nosauktās zvaigžņu sistēmas novērojumi (*sk. 2. att. 49. lpp.*), kas ir viens no krāšņākajiem galaktiku saimes objektiem, kurā ļoti intensīvi notiek jaunu zvaigžņu veidošanās jeb tā sauktais zvaigžņu dzimšanas uzliesmojums.

Domājams, ka Riteņa galaktikā vērojamo zvaigžņu dzimšanas uzliesmojumu ir izraisījusi kāda no tās tuvumā redzamajām pundurgalaktikām, kas fiksētas ar HKT iegūtajā uzņēmumā. Viena no tām pirms kāda laika ir gandrīz frontāli sadūries ar Riteņa galaktiku³⁾ un ar savu gravitācijas lauku izraisījusi tās starpzvaigžņu matērijas sablīvēšanās uzviļņojumu, kas ir līdzīgs viļņojumam, kādu rada ūdenī iemests akmens. Šīs retinātās starpzvaigžņu matērijas sablīvēšanās koncentriskajā viļņa frontē, kura izplatās ar apmēram 90 km/s lielu ātrumu, ir stimulējusi intensīvu

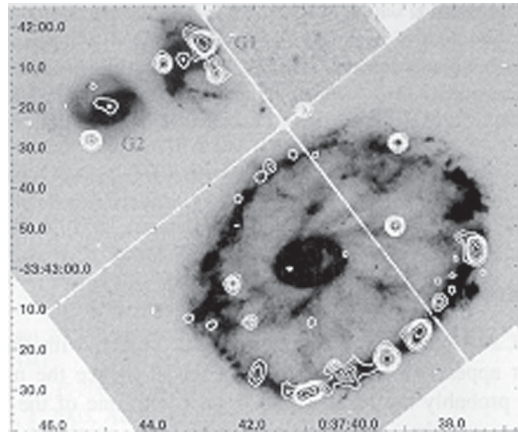
un aplveidā strukturētu zvaigžņu veidošanos.

2001. gada 26.–27. maijā šo galaktiku novēroja “*Čandra*”. 3. att. parādītas Riteņa galaktikā fiksēto x -staru avotu kontūras, kas savietotas ar šīs galaktikas optisko attēlu. Visā redzes laukā atklāti 72 x -starus ģenerējoši objekti, no kuriem apmēram 25 ir saistāmi ar Riteņa galaktiku. Tajā visai skaidri izēzīmējas divi zvaigžņuzliesmojumu riņķi. Lielākais riņķis, kura diametrs ir ap 100 kps, ir vispār lielākā starp šobrīd apzinātajām galaktikām ar riņķveida struktūru. Iekšējais riņķis ar labi redzamām kosmisko putekļu joslām, kas to šķērso, faktiski ir eliptisks un tuvs galaktikas kodolu ietverošajai serdei.

Detektētie atsevišķie x -staru avoti atbilst punktveida avotu kritērijiem, taču jāņem vērā, ka ar “*Čandras*” rentgenstaru teleskopu Riteņa galaktikas attālumā var atšķirt tikai apmēram kps izmēra objektus.

Visi “*Čandras*” detektētie x -staru avoti ir ar ļoti lielu rentgenstarojuma spožumu L_x ($\geq 10^{30}$ ergi/s), kas ierindo tos ultraspožo rentgenstarojuma avotu grupā. Spožākais no tiem ar $L_x \sim 10^{41}$ ergi/s iespējams ir vispār visspožākais nekodola (*non-nuclear*) enerģijas avots, kāds līdz šim novērots. Šis secinājums gan ir spēkā tikai tad, ja x -staru emisija notiek izotropi. Ja šis starojums ir kaut kādā veidā koncentrēts un virzīts, tad avotu spožumi varētu būt mazāki.

Aprēķini u. c. pētījumi rāda, ka “*Čandras*” novērojumu datu (x -staru intensitāte, spektrs u. c.) interpretācijai vispiemērotākie ir akrečojošu dubultzvaigžņu sistēmu modeļi, kuros sistēmas komponentes ir lielas masas zvaigznes, kas radušās intensīvā jaunu zvaigžņu dzimšanas apgabalā ar zvaigžņu veidošanās ātrumu ap 20 Saules masas/gadā. Tā kā x -staru avotu spožums ir tik liels, ka krietni pārsniedz Edingtona robežu⁴⁾ neitronu zvaigznēm, ir ļoti iespējams, ka “*Čandras*” detektētie objekti ir dubultsistēmas ar melnajiem caurumiem (m. c.) kā vienu no dubultsistēmas komponentēm, t. i., iespējams, ka “*Čandra*” tālajā Riteņa galaktikā ir atklājusi



3. att. Riteņa galaktikas un tās tuvāko kaimiņu rentģenuzņēmums, kas savietots ar tās optisko attēlu. Rentģenuzņēmumā (ar kontūrlinijām) identificēti 72 kompakti liela rentģenspožuma objekti, iespējams – dubultzvaigžņu sistēmas ar m. c. kā vienu no sistēmas komponentēm.

Attēls no A. Voltera un G. Trinčieri publikācijas žurnālā “A&A”

ievērojamu skaitu m. c., paplašinot ceļu to veidošanās pētījumiem⁵⁾.

Beidzot šo ieskatu par jaunām m. c. detektēšanas iespējām, ko pavēris “*Čandras*” x -staru teleskops, dažos vārdos pieskarsimies arī tām perspektīvajām astrofizikāli ļoti aktuālajām m. c. “medību” programmām, kādas paredzēts izstrādāt ar citos spektrālajos diapazonos strādājošu astronomisko instrumentu līdzdalību. Runa pirmām kārtām ir par mēģinājumiem detektēt masīvu m. c. dubultsistēmas, kas, saduroties un saplūstot divām galaktikām, varētu būt izveidojušās un pastāvētu galaktiku un īpaši – aktīvo galaktiku kodolos. Šādu galaktiku sadursmju gadījumā, kā viegli saprast, reti var notikt galaktiku kodolu frontāla satriekšanās. Daudz varbūtīgāka ir abu kodolu satuvošanās un gravitatīva saistīšanās kopējā sistēmā, t. i., dubultsistēmas izveidošanās, kurā abi kodoli sāk riņķot viens ap otru pa Keplera orbitām. Ja galaktiku kodoli jau pirms sadursmes ir bijuši m. c., turklāt

supermasīvi m. c., tad pēc sadursmes izveidojusies dubultsistēma, kā rāda pētījumi⁶⁾, var būt ar visai raksturīgām īpašībām, ko var mēģināt novērot un noteikt, ja ne tūlīt, tad tuvākā nākotnē.

No šā viedokļa, piemēram, ļoti perspektīvi ir novērojumi ar globālās radiointerferometriskās sistēmas jeb *VLBI*⁷⁾ palīdzību, kas ļauj veikt ļoti precīzus starojošo avotu pozīcijas jeb koordinātu, kā arī to mainīguma, kāds būtu konstatējams, m. c. orbitējot vienam ap otru, mērījumus. Aprēķini rāda, ka tehniskās problēmas šajā gadījumā ir ļoti ievērojamas, jo tipisks m. c. attālums šādā dubultsistēmā varētu būt $\sim 10^{16}$ – 10^{17} cm. Galaktikai atrodoties ap 100 Mps attālumā, būtu nepieciešams, lai instruments spētu nodrošināt leņķisko izšķirtspēju ap 10–100 μ arcsec (loka mikrosekundes!).

Tā ir prasība pēc ļoti augstas izšķirtspējas, taču jaunākās tehniskās iespējas, kas realizētas *VLBI* sistēmā, jau ļauj tādai izšķirtspējai tuvuoties un to sasniegt. Liecība tam ir ar *VLBI* veiktie radiogalakaktikas *3C 66B* novērojumi (*sk. 4. att. 49. lpp.*), kas konstatēja tās centrālajā daļā labi detektējamu eliptisku kustību ar periodu $1,05 \pm 0,03$ gadi un jau ar lielu varbūtību argumentē supermasīvu m. c. dubultsistēmas eksistenci šīs galaktikas kodolā. *5. att. 49. lpp.* parādīti *3C 66B* novērojumu rezultāti rentgenstaros, kas savietoti ar *3C 66B* radiokontūrām.

Līdzīgu ieguldījumu šādu supermasīvu m. c. atklāšanā galaktiku kodolos varētu dot arī novērojumi x - un γ -staru diapazonā, ja šajos objektos izdotos atklāt starojuma periodisku mainīgumu, kas varētu liecināt par m. c. orbitālām kustībām. 🐦

¹⁾ “*Čandra*” ir ASV izveidota un kosmiskajā telpā pacelta x -staru observatorija, kas stājas savu laiku nokalpojušās “*Eiņšteinā*” x -staru observatorijas vietā. Projekta sākumā šī observatorija bija pazīstama ar nosaukumu “*Moderna x-staru astrofizikas iekārta*” jeb saīsināti *AXAF (Advanced X-ray Astrophysics Facility)*, taču 1998. gada decembrī *NASA* pieņēma lēmumu pārdēvēt to par “*Čandru*” (angl. “*Chandra*”), godinot pazīstamo astrofizikā S. Čandrasedaru (*Subrahmanyam Chandrasekhar*).

“*Čandras*” tehniskie parametri ir šādi: garums – 14,0 m, diametrs – 4,2 m, svārs – 4,5 t, Saules bateriju atvērums – 19,5 m. Observatorija paredzēta novērojumiem ar lielu spektrālo izšķirtspēju x -staru enerģiju diapazonā 0,1–10 keV.

“*Čandra*” ir apgādāta ar augstas leņķiskas izšķirtspējas x -starus reflektējošu spoguļi, faktiski – spoguļu sistēmu 1,2 m diametrā, kas sastāv no četriem pāriem gandrīz tangenciāli atstarojošām cilindriskas formas ar iridiju pārklātām virsmām, diviem attēlu detektoriem, datu pārraides u. c. aparatūru. Salīdzinājumam – “*Eiņšteinā*” x -staru observatorijas spoguļa diametrs bija 58 cm.

“*Čandra*” orbitā tika pacelta 1999. gada 23. jūlijā. Orbita ir izteikti elipsveidīga. Tās parametri:

apogeja augstums – 140 000 km, perigeja augstums – 10 000 km.

²⁾ Riteņa galaktika atrodas Tēlnieka (*Sculptor*) zvaigznājā ap 122 Mps jeb 400 miljonu g. g. attālumā no Zemes.

³⁾ Galaktikām frontāli saduroties, to zvaigžņu komponentes izslid viena otrai cauri bez vai ar ļoti retām tiešām sadursmēm un turpina savu ceļu. Turpretī starpzvaigžņu matērija tiek ievērojami perturbēta, un lielākā, masīvākā galaktika ar savu spēcīgāko gravitācijas lauku var krietni “papluināt” mazāko, atņemot lielu daļu no tai piederīgās starpzvaigžņu vielas.

Ar Habla teleskopu iegūtais attēls tomēr nedod iespēju atbildēt uz jautājumu, kura tieši no abām tuvumā redzamajām pundurgalakaktikām ir tā, kas sadūrusies ar Riteņa galaktiku. Apakšējai, zilajai galaktikai ir neregulāra it kā saplosīta forma, un tajā aridzan rit straujš jaunu zvaigžņu veidošanās process, kas var kalpot kā arguments, ka sadursmi ir izraisījusi tieši šī galaktika. Taču augšējai galaktikai savukārt ir ļoti maz starpzvaigžņu gāzuputekļu matērijas, kas saskan ar iespēju, ka šo matēriju sadursmes gaitā varētu būt “piesavinājusies” daudz masīvākā Riteņa galaktika.

Riteņa galaktika pirms sadursmes acimredzot ir bijusi normāla spirāliska galaktika. Uz to norāda vājās spirāļu zaru iezīmes, kas pamazām atjaunojas pēc sadursmes un redzamas starp lielo, spožo, vēša acij līdzīgo kodolu un zvaigžņuzliesmojuma riņķi.

Riņķis satur vairākus miljardus jaunu zvaigžņu, starp tām ir daudzas pārnovas, kas nevarētu normāli rasties tik īsā laika sprīdī, un ir tik liels – ap 300 000 g. g. šķērsgriezumā, ka mūsu, t. i., Putnu Ceļa galaktika, kuras šķērsizmēri kopā ar retināto zvaigžņu koronu ir tikai aptuveni 130 000 g. g., varētu brīvi izvietoties tā iekšpusē.

⁴⁾ Edingtona robeža jeb Edingtona spožums L_E ir maksimālais spožums, ko var sasniegt zvaigzne vai kāds cits kosmisks objekts (baltais punduris, neitronu zvaigzne, melnais caurums u. c.), ja tā starojumu ģenerē iekšēji enerģijas avoti. Ja $L < L_E$, gravitācijas spēks ir lielāks par starojuma spiedienu un ir iespējama vielas akrecija uz kompakto objektu; ja $L > L_E$, dominē starojuma spiediens, akrecija nav iespējama un plazma aizplūst no starojuma avota, respektīvi, starojuma avots sāk pats sevi iznīcināt, pārtraucot jauna degmateriāla pieplūdi. Izejot no šiem apsvērumiem, var aprēķināt, ka $L_E = 10^{38} M/M_\odot$ (ergi/s), kur M ir starojuma avota, bet M_\odot – Saules masa. Ši izteiksme, ja par starojošā objekta masu M nav pieejama tieša informācija, ļauj novērtēt tā minimālo masu M_{min} , zinot vai no-

sakot L , jo, ja $L < L_E$, tad $M_{min}/M_\odot > L/10^{38}$ (ergi/s). Tas tiek bieži izmantots, novērtējot tādu objektu kā kvazāru un galaktiku kodolu masas.

Jāievēro gan, ka iepriekšējie aprēķini ir izdarīti sfēriski simetriska izstarojuma gadījumam. Ja tas nav spēkā un starojums ir koncentrēts un virzīts vairāk vai mazāk platā kūlī, akrecējošā objekta spožums var pārsniegt L_E .

⁵⁾ Sikāku informāciju var smelties A. Voltera un G. Trinčieri publikācijā žurnālā “*Astronomy and Astrophysics*” (sk. A. Wolter, G. Trinchieri. “*A thorough study of the intriguing x-ray emission from the Cartubeel ring*” (“*Riteņa (galaktikas) riņķa intriģējošās x-staru emisijas pamatīgi pētījumi*”) – *A&A*, v. 426, No. 3, November II 2004, p. 787–796).

⁶⁾ Par supermasīvu m. c. novērošanas perspektīvām var lasīt, piemēram, itāļu astrofizikū F. De Paolisa, G. Ingrassio un A. Nukitas rakstā: “*Supermasīva melnā cauruma dubultsistēma 3C 66B: novērošanas perspektīvas nākotnē*”, kas publicēta žurnālā “*A&A*” (sk. F. De Paolis, G. Ingrassio and A. A. Nucita. “*A super massive black hole binary in 3C 66B: future observational perspectives*” – *A&A*, v. 426, No. 2, November I 2004, p. 379–385).

⁷⁾ VLBI ir saīsinājums angļu valodā nosaukumam **V**ery **L**ong **B**ase **I**nterferometry – ļoti garas bāzes interferometrija, faktiski, radiointerferometrija.

ARTURS BALKLAVS

MASĪVI MELNIE CAURUMI – PIRMO ZVAIGŽŅU EVOLŪCIJAS PALIEKAS

Visuma, precīzāk – Metagalaktikas, tālā pagātne, kas agrā bērnība ir viens no jautājumiem, kas izsenis un joprojām ir astronomu pastiprinātas intereses lokā, jo atbilde uz to spēlē ļoti būtisku, var teikt, atslēgas lomu mūsu izpratnes veidošanā par materiālās pasaules rašanos. To apliecina arī arvien augošais publikāciju skaits, kas veltītas šīs problēmas izpētei. Pēdējo nosaka gan pakāpenis-

kais zināšanu pieaugums par fizikālajiem apstākļiem Metagalaktikas aizsākuma laikā, t. i., tūlīt vai īsi pēc Lielā Sprādziena, gan fizikālās modeļēšanas attīstība, balstoties uz moderno skaitļošanas tehnoloģiju un metožu izmantošanu, gan iespējas salīdzināt šādu aprēķinu rezultātus ar novērojumu datiem, kas iegūti, izmantojot ekspluatācijā nodotos arvien jaudīgākos dažādos kosmiskā elektromagnētiskā

starojuma spektra diapazonos strādājošos astronomiskos instrumentus. Tas viss ļauj arvien tālāk iespieties Visuma dziļēs un pāriet no vairāk vai mazāk spekulatīvas uz novērojuma balstītu pētniecību, atsijājot un koriģējot izstrādātos teorētiskos modeļus.

Viens šāds pētījums nesēn izklāstīts žurnālā “*MNRAS*”, kas jau daudzkārt ir kalpojis kā interesantas astronomiskas informācijas pamats mūsu izdevumā publicētajiem rakstiem. Pētījuma¹⁾ autori Lielā Sprārdziena kosmoloģiskās koncepcijas ietvaros ir analizējuši iespējamo situāciju, kāda varētu būt pastāvējusi ļoti agrīnā Visuma evolūcijas stadijā, t. i., stadijā, kurai atbilstošā sarkanā nobīde $z > 20$. Visuma aizņemtais telpas apjoms tad, kā viegli saprast, bija daudzkārt mazāks, tātad vielas blīvums – liels un līdz ar to šādos apstākļos varēja veidoties ļoti lielas masas zvaigznes.

Izdarot aplēses, tika ņemts vērā, ka pirmatnējā pirmszvaigžņu matērija sastāvēja gandrīz tikai no ūdeņraža un hēlija, t. i., bez kaut cik vērā ņemamiem metālu piejaukumiem. Šie piemaisījumi, kā zināms, ir galvenais faktors, kas veicina efektīvu gāzes mākoņu atdzišanu. Tas nozīmē, ka pirmatnējo gāzu sablīvējumu, no kuriem veidojas pašas pirmās zvaigžņu paaudzes, atdzišana notiek ievērojami lēnāk, nekā to ar metāliem jau piesārņoto molekulāro mākoņu atdzišana, no kā dzimst mūsdienu zvaigznes. Šāda palēnināta atdzišana savukārt nosaka to, ka protozvaigžņu mākoņu kontrakcija, t. i., pašsaspiešanās un sablīvēšanās, notiek gludi, bez fragmentācijas. Tādējādi šo mākoņu serdeņi veidojas daudz masīvāki, nekā to vērojām šimbrīdim tuvākajos zvaigžņveidošanās apgabalos. Šādu masīvu serdeņu kodoli ļoti efektīvi akrcē apkārtējo vielu. Aprēķini rāda, ka pirmās paaudzes protozvaigžņu masas var sasniegt pat $10^3 M_{\odot}$ lielas vērtības.

Tik lielas masas zvaigžņu evolūcija, kā liecina attiecīgi modeļaprēķini, notiek ļoti strauji un bez ievērojamiem masas zudumiem, kurus kavē zvaigznes spēcīgais gravitācijas lauks. Tas nozīmē, ka šādas zvaigznes ātri

sasniedz pārnovas stadiju un uzliesmo, taču arī šie uzliesmojumi notiek bez vērā ņemamiem masas zudumiem tā paša, t. i., jau iepriekš minētā iemesla dēļ. Tādējādi lielai daļai no Visuma pirmās paaudzes zvaigznēm savas ļoti īsās dzīves beigās ir visas iespējas kolapsēt masīvos melnajos caurumos (m. c.).

Tā kā šādu masīvu pirmatnējo m. c. koncentrācija var izrādīties visai liela, jo īsajā laika sprīdī, kurā notiek pirmo zvaigžņu evolūcija, Visums nevarēja paspēt ievērojami izplesties, tad intensīva var būt arī šo m. c. savstarpējā mijiedarbība un saplūšana. Tās gaitā var izveidoties supermasīvi m. c., kādi, pēc visa spriežot, pastāv mūsdienu galaktiku, kas, domājams, ir veidojušās, saplūstot pirmatnējam mazākas masas un atšķirīgas morfoloģijas galaktikām, kodolos²⁾.

Jau visai kvalitatīva analīze vedina uz domām, ka šādai no masīviem m. c. sastāvošu kodolu saplūšanai vajadzētu būt astrofizikāli ārkārtīgi spilgtam, var pat teikt – “acis kritošam” notikumam, jo tā gaitā, m. c. nonākot pēdējā stabilā savstarpējās apriņķošanas orbitā, t. i., pirms galīgas saplūšanas, būtu jānotiek ļoti spēcīgu gan gamma (γ), gan gravitācijas starojuma impulsu ģenerēšanai. Šiem impulsiem jābūt pamanāmiem un detektējamiem, neskatoties uz milzīgajiem attālumiem, kādi šiem impulsiem ir jāpārvar, lai nonāktu līdz mūsdienām, t. i., līdz mums. Aprēķini, kas, protams, balstīti uz priekšstatiem par tālajos Visuma pagātnes laikos valdošajiem fizikālajiem apstākļiem, liecina, ka pirmatnējo m. c. apvienošanās gaitā apmēram 10^4 – 10^5 saplūšanas notikumu/gadā varētu būt tādi, kas ģenerējuši gravitācijas impulsus ar intensitātēm, kas ir pietiekami lielas, lai šos impulsus varētu detektēt ar iecerētās kosmiskās lāzerinterferometrijas iekārtas *LISA (Laser Interferometer Space Antenna)*³⁾ palīdzību.

Līdzīgus rezultātus dod arī aprēķini par iespējamo kosmoloģisko γ -starojuma uzliesmojumu biežumu. Proti, tie rāda, ka arī šajā gadījumā apmēram 10^5 – 10^6 γ -starojuma uzliesmojumi/gadā, kas ģenerējušies šādos pir-

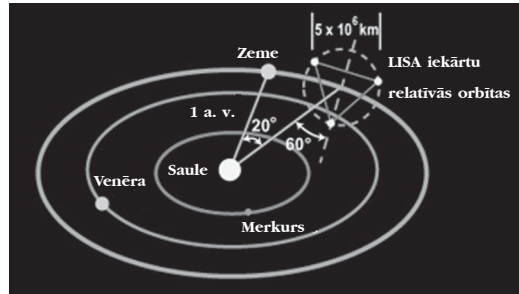
matnējo m. c. saplūšanas gadījumos, varētu būt tik intensīvi, lai tos varētu reģistrēt ar ielānotajām kosmiskajām γ -staru observatorijām, kuru sekmīgu darbību apliecināja *CGRO*⁴⁾.

Tātad, veicot analīzes un aprēķinus, ir iegūti visai noteikti skaitļi⁵⁾, kas izsaka to mūsdienās reģistrēt iespējamo gravitācijas un γ -starojuma uzliesmojumu biežumu, kāds sagaidāms, saplūstot kosmoloģiski pirmo masīvo zvaigžņu evolūcijas gaitu noslēdzošajiem m. c. Uzliesmojumu biežumu (t. i., šos skaitļus) var izmantot, lai pārbaudītu, respektīvi, lai apstiprinātu vai noraidītu uz izklāstītā m. c. saplūšanas scenārija balstīto priekšstatu atbilstību jeb piemērotību Visuma evolūcijas ļoti agras epohas, t. i., pie $z > 20$, fizikālās realitātes izpratnei un aprakstam. 🐦

¹⁾ Šajā apskatā iekļauts galvenokārt R. Islāma, Dž. Teilora un Dž. Silka (*R. R. Islam, J. E. Taylor and J. Silk*) raksts: “*Massive black hole remnants of the first stars – III. Observational signatures from the past*” (“*Masīvu melno caurumu paliekas no pirmajām zvaigznēm – III. Novērojumu signatūras (paraksti) no pagātnes*”), kas publicēts žurnālā “*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*”, vol. 354, No. 3, 2004, p. 629–640.

²⁾ Sk., piemēram, autora rakstus “*Interesanti kosmisko objektu uzņēmumi – 3*” un “*Interesanti kosmisko objektu uzņēmumi – 4*”, kas publicēti atbilstīgi *ZvD*, 2004./05. g. ziema, nr. 186, 21.–25. lpp. un 2005. g. pavasaris, nr. 187, 24.–27. lpp.

³⁾ *LISA* būs kosmiska, t. i., kosmiskajā orbitā ap Zemi ievadīta, satelītu sistēma, kas sastāvēs no trim savstarpēji nesaistītiem ar speciālu lāzinterferometrijas iekārtu apgādātiem un apmēram 5 miljonus kilometru attālumā viens no otra vienādmalu trijstūra konfigurācijā izvietotiem kosmiskiem lid-



Att. *LISA* kosmiskās orbītas shematisks attēls, kas ņemts no internetā pieejamās *LISA* mājaslapas.

aparātiem, kas ļaus konstatēt un izmērīt ārkārtīgi niecīgas šo lidaparātu savstarpējā izvietojuma izmaiņas, kuru cēlonis būtu to nonākšana gravitācijas viļņojuma vai starojuma impulsa ietekmē. *LISA* masas centrs pārvietosies pa Zemes orbitu apmēram 50 miljonus km attālumā no Zemes (*sk. attēlu*).

LISA ir daļa no *ESA* un *NASA* kopējo kosmisko misiju programmas. *LISA* pacelšana orbitā ir plānota 2011. gadā, un paredzēts, ka tā darbosies vismaz piecus gadus.

⁴⁾ *CGRO* bija *NASA* kosmiskā γ -starojuma observatorija (*Compton Gamma Ray Observatory* – Komptona γ -staru observatorija), kas tika noņemta no orbītas 2000. gada 4. jūnijā pēc deviņu gadu ilga ļoti sekmīga darba, kura laikā uz borta esošā γ -starojumu uztverošā aparātūra *BATSE* (**B**urst **A**nd **T**ransient **S**ource **E**xperiment – uzliesmojumu un tranzientu (islaicīgu, pārejošu) avotu eksperiments) reģistrēja 8021 kosmiskas izcelsmes γ -uzliesmojumu.

⁵⁾ Jāievēro, ka veiktie γ -starojuma uzliesmojumu gadījumu skaita aprēķini ir balstīti uz pieņēmuma, ka šā starojuma ģenerācija notiek izotropi. Ja γ -starojuma uzliesmojumi, kā tas bieži novērojams, ir virzīti jeb kolimēti, t. i., koncentrēti vairāk vai mazāk šauros kūļos, tad šie skaitļi var būt lielāki, jo varēs reģistrēt arī mazākas jaudas uzliesmojumus.

INTERESANTI KOSMISKO OBJEKTU UZŅĒMUMI – 4

Šoreiz atkal (*sk. autora rakstu "Interesanti kosmisko objektu uzņēmumi – 3" – "ZvD", 2004./05. g. ziema, nr. 186, 21.–25. lpp.*) pievērsīsim uzmanību planetārajiem miglājiem (p. m.), kuri kā atvadu sveicienam līdzīgi krāšņi ziedi debesjumā uzplaukst zvaigznes aktīvās dzīves beigu posmā, t. i., kad kāda pēc masas mūsu Saulei līdzīga zvaigzne, nonākusi sarkanā milža stadijā un izsmēlusi savus kodoldegvielas resursus, noiet ārējo apvalku un pārvēršas par balto punduri (b. p.). No zvaigžņu evolūcijas teorijas izstrādāšanas viedokļa šis posms ir ne tikai ļoti interesants, bet arī būtiski nozīmīgs. Taču, lai arī vispārējais ir izprasts, dažādo izmaiņu procesu vadošo mehānismu darbības teorijas izstrāde, ar kuras palīdzību varētu konstruēt detalizētus fizikālos modeļus, vēl ir tālu no pilnības un ir aktuāls astrofizikas uzdevums. Tādēļ katrs jauns p. m. uzlabots, ar lielāku izšķirtspēju, spektrāls utt. uzņēmums un īpaši jau tie, kas iegūti ar Habla kosmisko teleskopu (turpmāk – *HST*), tiek rūpīgi analizēti un pētīti, lai mēģinātu noskaidrot tos cēloņus, kas izraisa novērojumos iegūto uzkrītoši lielo p. m. formu daudzveidību. Ar šo daudzveidību centīsimies iepazīstināt arī "*Zvaigžņotās Debess*" lasītājus, ieskatoties bagātīgajā *HST* p. m. uzņēmumu arhīvā.

Planetārais miglājs NGC 7027. Uzņēmums no *HST* p. m. astrofoto kolekcijas ir iegūts ar šī instrumenta palīdzību realizētās p. m. pētījumu programmas ietvaros un piesaista uzmanību ar ievērojamo atšķirību vairākās detaļās, salīdzinot ar citiem p. m. astroattēliem (*sk. 1. att. 50. lpp.*).

Vispirms gan atgādināsim, ka šis uzņēmums, līdzīgi kā lielākais vairums citu *HST* krāsaino uzņēmumu, ir sintētisks, t. i., veidots no diviem vai vairākiem melnbaltiem uzņēmumiem, kas iegūti, izmantojot gaismas

filtrus, kuri ir caurlaidīgi dažādiem elektromagnētiskā starojuma spektra apgabalu (zilā, zaļā, dzeltenā u. c.) noteiktiem viļņu garumiem. Šādi iegūti uzņēmumi tiek iekrāsoti tiem atbilstošajās krāsās un tad savietoti vienā. Šādi sintezētais uzņēmums dod astronomiskā objekta attēlu, kādu mēs to ieraudzītu, ja mūsu acis būtu tikpat lielas un spēcīgas kā *HST*. P. m. *NGC 7027* krāsainais attēls ir iegūts no diviem uzņēmumiem, kas izdarīti redzamajā un infrasarkanajā gaismā.

Attēlā labi izdalās blāvi zilais gandrīz sfēriskais ārējais apvalks un gaiši dzeltenā ar oranžiem putekļu sabiezējumiem vai mākoņiem pieblīvētā krasi asimetriskā centrālā daļa, kuras augšējā kreisajā pusē caur putekļu slāņiem jau saskatāms topošais un karstais b. p.

Ārējais apvalks ir nomests, zvaigznei esot sarkanā milža stadijā. Šis process ir bijis lēns, simetrisks un vairākkārtīgs, uz ko norāda koncentriskie apli – apvalka blīvuma sabiezējumi –, kuri aptver centrālo daļu. Domājams, ka tas noticis, zvaigznei nonākot pulsācijas režīmā, t. i., zvaigznes kodolam uzblīstot un tad strauji saraujoties. Pēdējais izraisījis krasu zvaigznes temperatūras un starojuma intensitātes, respektīvi, gaismas spiediena pieaugumu, kas veicinājis apvalka ārējo slāņu aizpūšanu. Šim neilgajam pulsāciju periodam sekojusi spēcīgi eruptīva zvaigznes atlikušo ārējo slāņu nomešana, kas savukārt ir bijusi izteikti konvulsīva un nesimetriska. Interesanti arī tas, ka pati zvaigzne – b. p. – neatrodas attēla centrā, kā tas parasti vērojams p. m. uzņēmumos.

Apvalka nomešanas process, kurā izveidojas p. m., ir bijis relatīvi ļoti ātrs – tikai daži tūkstoši gadu, kas ir visai niecīgs laika sprādis, salīdzinot ar zvaigznes mūžu – dažiem miljardiem gadu, kamēr tā nonāk sarkanā milža stadijā.

NGC 7027 atrodas ap 3000 g. g. attālumā no Zemes Gulbja (*Cygnus*) zvaigznājā.

Planetārais vai protoplanetārais miglājs CRL 2688. Šis planetārais miglājs, kurā astronomi ir saskatījuši līdzību ar eksplodējošu spridzekli (*sk. 2. att.*), iegūvis tam atbilstošu nosaukumu no militārās leksikas – Granātas miglājs (*Egg Nebula*). Uzņēmums labajā pusē ir iegūts (*sk. 3. att. 50. lpp.*), izmantojot *HST* plašā redzes lauka planetāro kameru *WFPC-2*, un dod objekta attēlu, kāds tas izskatītos redzamajā gaismā. Kreisās puses attēls ir iegūts, izmantojot tuvā infrasarkanā diapazona kameru un daudzobjektu spektrometru *NICMOS*, un parāda objekta starojumu infrasarkanajā gaismā, ko cilvēka acs nespēj uztvert. Kreisās puses attēlā ar zilu ir iekrāsoti centrālo zvaigzni aptverošie un tās gaismu reflektējošie putekļu daļiņu apgabali, kas bagāti ar dzīvībai nepieciešamajiem elementiem oglekli un slāpekli, ar sarkanu – sakarsēta molekularā ūdeņraža siltumstarojums.

Labās puses attēlā redzamā aina liecina par visai komplicētu zvaigznes agonijas dinamiku. Koncentrisko riņķu struktūra, kas atgādina sīpolu un aptver centrālo zvaigzni, norāda uz tās vairākkārtīgām tikai dažus simtus gadus ilgstošajām pulsācijām, kurās tiek nomesta kārtējā apvalka vielas porcija, bet šauri kolimētie džeti – uz spēcīgiem vielas

erupcijas procesiem, kas pavada šīs pulsācijas. Džetu struktūra ar spožajiem triecienviļņu fronšu mezgliem papildus reljefi iezīmē vietas, kur uzliesmojumos izmestā ātrā vielas plūsma saduras ar lēni kustošo pulsācijās atbrīvoto apvalka materiālu. Pašu zvaigzni aizsedz blīva putekļu josla, kas, pēc dažu pētnieku domām, var slēpt arī tuvu zvaigzni-pavadoni, t. i., iespējams, ka *CRL 2688* ir cieša dubultsistēma.

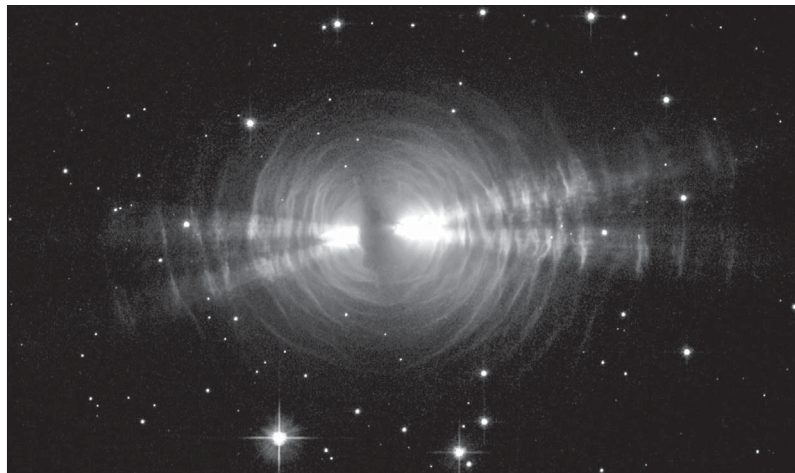
Objekts *CRL 2688* ir ļoti reta astronomiska parādība (attēlā fiksētā evolūcijas fāze ilgst tikai apmēram 1–2 tūkstošus gadu).

CRL 2688 atrodas Gulbja (*Cygnus*) zvaigznājā apmēram 3000 g. g. attālumā no Zemes. Labās puses attēls ir iegūts 2002. gada 27. septembrī. Ekspozīcijas laiks – 1,5 stundas.

Planetārais miglājs NGC 6543. Šajā planetārā miglāja, ko jau 1786. gada 15. februārī ir atklājis V. Heršels, attēlā daži astronomi savukārt ir saskatījuši līdzību ar kaķa aci (*sk. 4a. un 4b. att. 50. lpp.*), un tādejā tas arī ir pazīstams ar atbilstošu nosaukumu – Kaķa acs miglājs (*Cat's Eye Nebula*), lai gan tam lielāka līdzība ar kādu eksotisku ziedu. *NGC 6543* ir pirmais planetārais miglājs, kas novērots spektroskopiski, atklājot tā tipisko un pekulāro līniju spektru. Astronoma V. Hagginsa (*W. Huggins*) publikācija par šo novērojumu ir ievietota žurnālā “*Philosophical*

Transactions of the Royal Society” (*London, 1864, vol. 145, p. 437*).

Uzņēmumā atkal redzama sarežģīta un



2. att. Granātas miglājs – planetārais vai protoplanetārais miglājs *CRL 2688*.

NASA attēls

intrīģejoša gan nomesto apvalku koncentriskā, gan triecienviļņu ierosinātu gāzu mezglu struktūra šo apvalku frontēs, ko varētu būt veidojuši liela ātruma gāzu strūklu šāvieņi. Spožo iezalģano daivu cēlonis ir procesa sākotnējā fāzē no zvaigznes izmestu gāzu plūsmu ierosināti triecienviļņi, kas rodas, ja ātrāka gāzes plūsma saduras ar iepriekš nomestu un lēni kustošu gāzu čaulu.

Arī šajā gadījumā nomesto gāzu un putekļu dinamikas, kas producējusi šo sarežģīto un atraktīvo ainu, izskaidrošanā, pēc astrofiziku domām, lielu palīdzību varētu sniegt, ja turpmākajos novērojumos izdotos atklāt, ka miglāja centrālais spideklis faktiski ir cieša dubultzvaigzne.

NGC 6543, kuras redzamais lielums ir $8^m,1$, atrodas ap 3600 g. g. attālumā no Zemes Pūķa (*Draco*) zvaigznājā Polārās zvaigznes tuvumā.

Uzņēmums izdarīts 1994. gada 18. septembrī, izmantojot *WFPC-2* un kombinējot trīs astrofoto, kas iegūti, lietojot filtrus ar viļņu garumiem: $\lambda = 6563 \text{ \AA}$ (neitrālā ūdeņraža (^1H) Balmera sērijas oranžā līnija H_α), $\lambda = 6300 \text{ \AA}$ (neitrālā skābekļa (^{16}O) zilā līnija) un $\lambda = 6584 \text{ \AA}$ (vienreiz jonizēta slāpekļa (^{14}N) zaļā līnija).

Taču vēl interesantākas Kaķa acs detaļas ir izdevies atklāt, izdarot šā objekta astrozņēmumus 2002. gada 4. maijā ar citu filtru kombināciju, kuru caurlaidība ir apmēram šādiem viļņu garumiem: $\lambda = 5020 \text{ \AA}$ un $\lambda = 5050 \text{ \AA}$ (divreiz jonizēta skābekļa (^{16}O) līnijas) un $\lambda = 6580 \text{ \AA}$ (vienreiz jonizēta slāpekļa (^{14}N) un H_α – neitrālā ūdeņraža (^1H) Balmera sērijas oranžā līnija), kurā visai reljefi izdalās gan apvalka vielas koncentriskās un gandrīz ideāli sfēriskās (ap 11), gan sarežģītos aktivitāšu procesos izveidotā serdeņa struktūras, gan abi pretējos virzienos vērstie (bipolārie) džeti.

Kā rāda pētījumi, sfērisko struktūru veidošanos var izskaidrot divējādi. Pirmais – tās veidojušās no periodiskās pulsācijas nomestām apvalka vielas porcijām, ko vienu no otras atdala apmēram 1500 gadu ilgi intervāli. Otrais – tās radušās iepriekš, vienmērīgi izplū-

dušā apvalka vielā izplatoties kaut kādam viļņveida procesam, kas izraisījis šīs vielas sabiezīnājumus un retinājumus ar jau minēto apmēram 1500 gadu periodiskumu.

Gaišākās, centram tuvākās struktūras ir veidojušās pavisam nesen – tikai pirms apmēram 1300 gadiem.

Attēla iegūšanai patērētas 1,2 stundas dārgā *HST* novērošanas laika.

Planetārais miglājs *NGC 6720 = M57*.

Kā pēdējo no p. m. aplūkosim *NGC 6720 = M57* attēlu (*sk. 5. att. vāku 1. lpp.*), kam izskata dēļ astronomi ir devuši nosaukumu jeb iesauku Riņķa miglājs (*Ring Nebula*), un ko parasti min kā klasisku p. m. piemēru vai paraugu, t. i., kā šo objektu prototipu. Kā redzams no šā objekta iekļāvuma astronomiskajos katalogos, tas bijis pazīstams jau vienam no pirmajiem šādu katalogu sastādītājiem Čarlam Mesjē (*C. Messier*). Pirmatklājēja gods gan pienākas citam franču astronomam – A. Darkuē de Pellepo (*Antoine Darquier de Pellepoix*) –, kurš to atklāja 1779. gada janvārī, bet tā paša gada 31. janvārī to neatkarīgi no viņa atklāja Č. Mesjē un reģistrēja savā katalogā. Riņķa miglājs ir otrais atklātais un katalogā iekļautais p. m. Pirmais bija 15 gadus pirms tam atklātais tā sauktais *Hanteles miglājs* (*Dumbbell Nebula, M27 = NGC 6853*), ko jau apskatījām vienā no iepriekšējiem mūsu žurnāla numuriem (*sk. ZvD, 2004. g. rudens, nr. 185, 16. lpp.*).

Centrā redzama p. m. producējušā zvaigzne – b. p., ko 1800. gadā atklājis vācu astronoms F. fon Hāns (*Friedrich von Hahn*). B. p. temperatūra ir ap 100 000–120 000 K, kas nozīmē, ka zvaigzne staro galvenokārt ultravioletajā diapazonā, tādēļ attēla centrālie apgabali izskatās tumši, jo uz šo starojumu ne mūsu acis, ne *HST* lietotā gaismas uztvērēja matrica nav spējīga reaģēt.

Attēls iegūts ar *HST WFPC-2* 1998. gada oktobrī un ir trīs melnbaltu uzņēmumu sintēze. Uzņēmumi izdarīti, lietojot filtrus, kuru maksimālā caurlaidība ir šādiem viļņu garumiem: $\lambda = 4686 \text{ \AA}$ (vienreiz jonizēta hēlija

(⁴HeII) linija, kas iekrāsota zilā krāsā un ko izstaro centrālajai zvaigznei tuvie apvalka gāzes apgabali), $\lambda = 5000 \text{ \AA}$ (slavenā, kādreiz elementam nebūlijam piedēvētā divreiz jonizēta skābekļa (¹⁶OIII) linija, kas iekrāsota zaļā krāsā un ko izstaro jau vairāk no zvaigznes attālināti apvalka slāņi ar zemāku temperatūru) un $\lambda = 6584 \text{ \AA}$ (vienreiz jonizēta slāpekļa (¹⁴NII) linija, kas iekrāsota sarkanā krāsā un ko izstaro vistālākie un visvēsākie apvalka apgabali).

Ar *HST* iegūtais izcili asais *NGC 6720* attēls ir ļāvis saskatīt lielu daudzumu neliela izmēra tumšu globulu, kas pietiekami labi izdalās uz spoži spīdošo gāzu masu fona. Globulu sadalījums vedina uz domām, ka tas ir drīzāk toroidāls vai cilindrisks, nekā sfērisks, kādam tam vajadzētu būt apvalka sfēriski simetriskas nomešanas gadījumā, un līdz ar to izraisī diskusiju arī par paša apvalka patieso formu.

Kā rāda novērojumi un mērījumi, apvalks izplešas ar ātrumu ap 1"/gadsimtā vai 20–30 km/s un, pieņemot, ka ar šādu ātrumu izplešanās ir notikusi visu laiku, apvalka vecumu vai izplešanās sākumu var novērtēt kā notikušu pirms 6000–8000 gadiem. Kā rāda spektroskopiski novērojumi, uz mums vērstās apvalka daļas tuvojas ar ātrumu 21 km/s.

Nomestā apvalka masa ir apmēram 0,2 Saules masas liela, bet tā blīvums ir ap 10 000 jonu/cm³.

Visai precīzi ir noteikts miglāja ķīmiskais sastāvs: uz katru fluora (¹⁹F) atomu šajā miglājā ir saskaitīti 4,25·10⁶ ¹H, 337 500 ⁴He, 2500 ¹⁶O, 1250 ¹⁴N, 375 ²⁰Ne, 225 ³²S, 30 ⁴⁰Ar un 9 ³⁵Cl atomu.

Rinķa miglājs atrodas Liras (*Lyr*) zvaigznājā un tā attālumu pēc visjaunākajiem datiem vērtē ap 2300 g. g., bet lineāros izmērus – ap 1 g. g.

Vistālākā Metagalaktikā saskatītā galaktika. Kā pēdējo apskatīsim attēlu, kas iegūts 1996. gada 13. janvārī, izmantojot *WFPC–2*. Attēls ir sintētisks, veidots no diviem attēliem, kas iegūti, novērojot caur filtriem sarkanajā ($\lambda \approx 6060 \text{ \AA}$) un tuvējā infra-

sarkanajā ($\lambda \approx 8140 \text{ \AA}$) spektra daļā (*sk. 6. att. 50. lpp.*).

Šajā uzņēmumā (*attēls pa kreisi*), kurā fiksēts debess sfēras apgabals ar galaktiku kopu *CL1358+62*, ir samanāms gravitācijas lēcšanās izraisīts efekts – pusmēnesim līdzīgs oranžs loks pie vienas no kopas spožajām galaktikām nedaudz pa labi un uz leju no attēla centra (*sk. labējo augšējo attēlu, kurā dots šīs detaļas palielinājums*). Šī detaļa, kā rāda pētījumi, ir ļoti tālas galaktikas attēls, ko padarījis spožāku un izkropļojis klastera *CL1358+62* gravitācijas lauks, kas darbojas kā milzīga lēca jeb palielināmais stikls, un tā ir vistālākā šobrīd novērojamā galaktika Metagalaktikā.

Šis secinājums seko no šā objekta precīziem spektroskopiskiem novērojumiem, kas veikti ar Keka observatorijas 10 m teleskopu un devuši iespēju novērtēt, ka šī galaktika atrodas attālumā, kas atbilst tikai 7% no Metagalaktikas pašreizējā vecuma (apmēram 14·10⁹ gadu). Tātad uzņēmumā fiksētā galaktika ir izveidojusies mazāk nekā miljards gadu pēc Lielā Sprādziena. Galaktiku klastera *CL1358+62* attālums ir apmēram 5·10⁹ g. g. *Labējā augšējā attēlā* fiksēto spožo plankumiņu virkne liecina par šajā galaktikā tobrīd ļoti intensīvi ritošu zvaigžņu rašanās procesu – zvaigžņu dzimšanas uzliesmojumu.

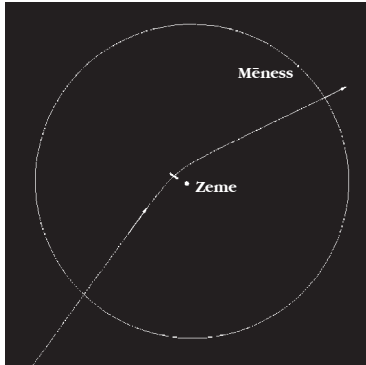
Labējā kreisajā attēlā ir dota tālas galaktikas patiesā izskata rekonstrukcija, aprēķinu ceļā novēršot klastera *CL1358+62* gravitācijas lauka radītos attēla izkropļojumus. Šādi koriģētais attēls atsedz 5–10 reizes sikākas detaļas nekā *HST*. Zvaigžņu dzimšanas uzliesmojumu apgabalu izmēri ir tikai ap 700 g. g. lieli, un to spožums norāda, ka zvaigžņu veidošanās ātrums šajā laikā un telpā tālajā galaktikā ir norisis daudz ātrākā tempā, nekā tas novērojams pašreiz, t. i., laikā un telpā tuvīnajās galaktikās.

Rakstā izmantota *NASA STScI (Space Telescope Science Institute – Kosmiskā teleskopa zinātniskā institūta)* internetā ievietotā informācija. 🐼

SADURSME VAI UNIKĀLS PĀRLIDOJUMS?

Visas pasaules uzmanību piesaistījusi 2004. gada 26. decembra cunami katastrofa aizēnoja astronomu izplatīto ziņu, kas parādījās Ziemassvētku priekšvakarā 23. decembrī. Tās saturs vēstīja par šausminošas katastrofas iespējamību, kas ar varbūtību 1 pret 60 var notikt 2029. gada 13. aprīlī – Zemē var ietriekties asteroīds *2004 MN4*. Pārējie iespējamie scenāriji nozīmē, ka tas palidotu mums stipri tuvu garām. Šāds novērtējums to padarīja par bīstamāko līdz šim zināmo asteroīdu.

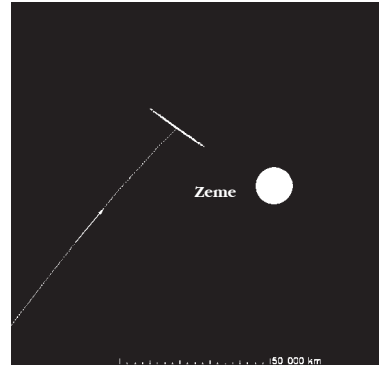
MN4 radara novērojumi, kas atkārtoti apstiprināja – sadursmes ar Zemi tiešām nebūs, tomēr tas pārlidos Zemi ļoti nelielā attālumā – Zemes ģeostacionāro pavadoņu orbītas augstumā. Šībrīža aprēķini liecina, ka Mēness netiks skarts. Iepriekšminēto informāciju izplatīja *NASA Near Earth Object Program* (Zemei tuvo objektu programma) birojs, kas uztur informāciju par Zemi apdraudošiem kosmiskajiem objektiem. Timekļa adrese ar detalizētu informāciju – neo.jpl.nasa.gov.



← Datorsimulācija asteroīda *2004 MN4* Zemes pārlidojumam Mēness orbītas kontekstā.

→ Asteroīda pārlidojums palielinātā mērogā. Gaišais asteroīda orbītai perpendikulārais nogrieznis parāda koridora platumu, caur kuru var iet orbīta (aprēķinu precizitātes līmenis).

NASA NEOP attēli



2004. gada 19. jūnijā asteroīdu *2004 MN4* atklāja *NASA* finansētā Havaju Universitātes Asteroīdu pētījumu grupa *UHAS*. Pēc pusgada – 18. decembrī – to atkārtoti novēroja Austrālijā, bet nākamajās dienās – observatorijās arī citās pasaules vietās. Novērojumi ļāva precizēt asteroīda orbītas parametrus.

Tomēr jau 27. decembrī parādījās precizēta informācija, ka Zemei ar asteroīdu *2004 MN4* sadursmes tomēr nebūs. Vairākās pasaules observatorijās tika veikti aprēķini, kas ņēma vērā papildus veiktos novērojumus, kā rezultātā apdraudējuma līmenis tika pazemināts. 2005. gada 27., 29. un 30. janvārī ar *Aresibo* radioteleskopu tika veikti asteroīda *2004*

Lai arī sadursmes iespējamība šobrīd tiek noliegta, jāņem vērā, ka tuvākajā nākotnē tiks rūpīgi veikti papildus novērojumi – katrs orbītas parametru precizējums ļauj precīzāk veikt novērtējumu tam, kā tieši notiks Zemes un asteroīda satikšanās 2029. gada 13. aprīlī.

Šobrīd par asteroīdu *2004 MN4* ir zināms tas, ka tas apriņķo Sauli 323 dienās, tā orbītas perihēlijs ir Venēras orbītas attālumā, tā diametrs ir aptuveni 320 metri. Ja minētajā dienā pēc 24 gadiem notiks pārlidojums 36 000 km augstumā, tad tas pārvietosies debesis ar ātrumu līdz pat 42 grādi/stundā un būs ar spožumu 3,3^m.

JĀNIS JAUNBERGS

JO VULKĀNISKAIS SAFARI

Astronomijas apgūšanu, iespējams, vajadzētu sākt ar reklāmas videoklipa veidošanu iedomātam starpzvaigžņu tūristam, kurš apsver iespēju apciemot Saules sistēmu. Mūsu planētu sistēmā ir ne mazums dabisku atrakciju, kas sajūsminātu jebkuru saprātīgu, fizikālajā realitātē ieinteresētu būtni.

Protams, starpzvaigžņu tūristam var būt specifiskas intereses – sarežģīta ķīmija jāmeklē uz Zemes un Titāna, bet orbitālās rezonances visskaistāk izpaužas Saturna gredzenos. Vulkanoloģiski orientētu saprātu noteikti piesaistīs Jo – Jupiteram tuvākais no četriem lielajiem, 1610. gadā Galileo Galileja un Simona Mariusa neatkarīgi atklātajiem pavadoņiem (Jo, Eiropa, Ganimēds un Kallisto).

Zemes iedzīvotāji par Jo neko īpašu nenojauta līdz pat 1979. gadam, lai gan ar Jo saistījās daži divaini sikumi. Jo dzeltenā krāsa un ledus infrasarkanā absorbcijas līniju pilnīgais trūkums to izceļ starp pārējiem Jupitera

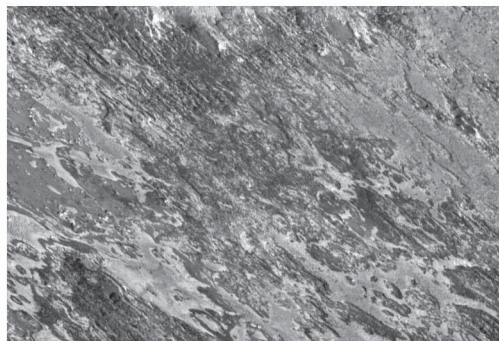
pavadoņiem. Tālā infrasarkanā spektra mērījumi deva pretrunīgus datus par Jo temperatūru.

Mūsdienu astronomiskās infrasarkanās fotokameras caur lielajiem Zemes teleskopiem tieši spēj novērot Jo vulkānu izvirdumus, bet 1979. gadā tādu iespēju nebija. Nedēļu pirms “*Voyager 1*” viesošanās Jupitera pavadoņu sistēmā Stantons Pils, Patriks Kassens un Rejs Reinolds žurnālā “*Science*” publicēja teorētisku modeli, kurā viņi ņēma vērā Jupitera paisuma spēku ietekmi uz Jo garozu. Prognozētais rezultāts bija intensīvs vulkānisms. Tieši to arī atklāja “*Voyager 1*”, 1979. gada 5. martā pārlidojot Jo 20 570 km attālumā.

Paisuma spēku enerģijas plūsma nav vienkārša, tās mehānismi pirmajā brīdī nav acimredzami. Jo riņķo ap Jupiteru jau 4,5 miljardus gadu, un Jo orbita nesarūk. Ja vulkānismu uzturētu Jo orbitālā enerģija, Jo būtu jau sen “apvienojies” ar Jupiteru. Ir vērts pacensties saprast, no kurienes Jo vulkāni smeļas savu enerģiju, tāpēc ka Jupitera un tā lielo pavadoņu “gravitācijas deļa” ir vēl iespaidīgāka par skaistajiem, bet enerģētiski nabadzīgajiem Saturna gredzeniem.

Jo kopš saviem pirmsākumiem rotē sinhroni. Gluži tāpat kā mūsu pašu Mēness, visi Galileja pavadoņi Jupiteram rāda tikai vienu puslodi. Jupitera spēcīgais gravitācijas gradients uz Jo paceļ 10 kilometrus augstu paisumu – tāda paisuma berze ātri sinhronizētu pat pilnībā izkusuša Jo rotāciju ar tā orbitālo periodu.

Jo masa ir pārāk maza, lai līdzīgi apturētu masīvā Jupitera ātro griešanos, – Jo gravitācijas radītie paisuma viļņi uz Jupitera ir salīdzinoši nelieli. Jupitera rotācija Jo radīto paisu-



1 km

Sacietējusi Jo silikātu lava tuvplānā.

NASA/JPL/“Galileo” attēls

mu aiznes par dažiem grādiem uz austrumiem no tā Jupitera punkta, virs kura Jo ir zenītā, jo Jupiters rotē 4,3 reizes ātrāk, nekā ap to riņķo Jo. Gravitācijas pievilksnās starp Jo un tā radīto paisuma vilni uz Jupitera tiecas bremsēt paisuma vilni, lai tas paliktu tieši zem Jo, un paātrināt Jo orbitālo kustību, lai Jo atrastos virs paisuma. Mijiedarbības rezultāts ir Jupitera rotācijas momenta pārnese uz Jo: Jupitera griešanās ap savu asi nemanāmi bremzējas, bet Jo orbitālā enerģija pieaug, tāpēc Jo orbīta lēnām attālinās no Jupitera.

Jau senatnē Jo orbīta ir augusi, līdz tā sasniedza rezonansi ar nākamā lielā pavadoņa – Eiropas – orbītu. Pēc tam Jo un Eiropas orbītas ir evolucionējušas kopā, sasniedzot pašreiz novērojamo rezonansi ar Ganimēdu. Rezonanse ar Kallisto vēl nav sasniegta. Tagadējā rezonanse nozīmē, ka attiecība starp Jo, Eiropas un Ganimēda orbitālajiem periodiem ir 4:2:1 – tātad 7,15 dienās, kamēr Ganimēds veic vienu apriņķojumu, Eiropa apriņķo Jupiteru divas reizes, bet Jo – četras reizes.

Kopš Jo nokļuva 2:1 orbitālajā rezonansē ar Eiropu, to orbītas savstarpēji vairs netuvojas, bet gan aug kopā. Brīdī, kad Jo pa "iekšējo celiņu" apdzien Eiropu, to savstarpējā pievilksnās mazliet pavelk uz priekšu Eiropu, bet bremzē Jo kustību. Ja šādas satikšanās (konjunkcijas) brīdī Jo tuvojas savas orbītas zemākajam punktam (perijovei), tad konjunkcijā Jo sasniegs perijovi nedaudz ātrāk. Tādējādi Jo perijoves, tāpat kā Eiropas apojoves, nobidās (precesē), līdz sakrīt ar Jo/Eiropas satikšanās punktu to orbītās.

Jo/Eiropas mijiedarbība tātad ne tikai novada Jupitera rotācijas enerģiju caur Jo orbitālo kustību uz Eiropas un tālāk Ganimēda kustību, bet arī uztur Jo, Eiropas un Ganimēda orbītu nelielo ekscentricitāti. Orbītu ekscentricitāte ir centrālais mehānisms šajā debesu mehānikas "motorā", kas Jupitera rotācijas enerģijas plūsmā ļauj uzkurināt Jo, Eiropas un, iespējams, arī Ganimēda dziļu aktivitāti.

Tikai daļa no visas enerģijas plūsmas caur Jo/Eiropas/Ganimēda rezonansi kalpo orbītu



Prometheus tumšās lavas straumes un SO₂ ledāju saskares vieta.

NASA/JPL/"Galileo" attēls

ekscentricitātes uzturēšanai, un šā "motora" jaudu regulējošie mehānismi ir aptuveni nojaušami. Ja, piemēram, Jo būtu šķidrās magmas okeāns, tā orbītas ekscentricitāte nezustu cietās garozas paisuma berzē, "motors" darbotos "tukšgaitā" un Jo saņemtu ļoti maz papildu enerģijas. Ja Jo garoza ir bieza, ekscentricitātes "motors" darbojas ar pilnu jaudu, un virsmu drīz vien izraibina vulkāni. Jo termiskās jaudas novērojumi tomēr vairākkārt pārsniedz aplēses no Jo orbītas parametru evolūcijas, balstoties uz vēsturiskiem novērojumu datiem. Nav skaidrs, vai Jo termiskā jauda ir stabila, vai arī tā fluktuē ar simtiem tūkstošu vai miljonu gadu periodu.

Ja pašlaik Jo piedzīvo simtiem tūkstošu gadu ilgu ekstrēmu, netipisku vulkānisma fāzi, mums tiešām ir paveicies kļūt par grandiozas izrādes skatītājiem. Jo masa ir pusotrs pro-

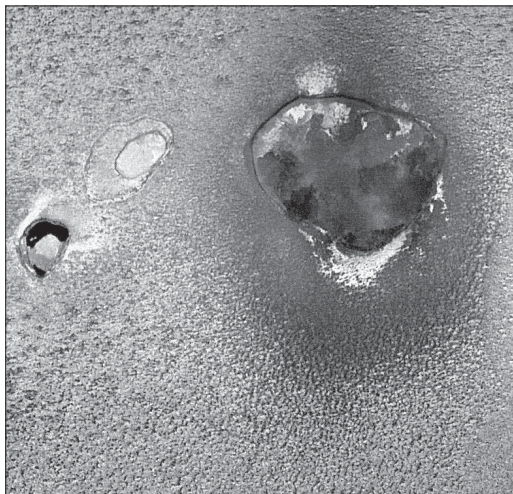
cents no Zemes masas, taču tā izkļiedētā termiskā jauda ir par 40% lielāka, nekā Zemes atdotais siltums. Zināmi vismaz 100 aktīvi Jo vulkāni, reģistrēta lavas temperatūra 1825 K, kāda uz Zemes nav bijusi kopš agrīnajām mūsu planētas attīstības stadijām. No vulkanologa viedokļa Jo ir kā brīnišķīgs savvaļas parks, kura iemītnieki ir tik pārsteidzoši un dažādi, ka nepakļaujas vieglai klasifikācijai. Sāksim Jo vulkānu apskatu ar orientēšanos izvirdumu ķīmiskajā sastāvā.

Sēra dioksīds ir dominējošā vulkāniskā gāze uz Jo. Lielākā Jo virsmas daļa ir auksta, saulē sasilst maksimāli līdz 128 K un naktī atdziest līdz 90–95 K. Vulkānu izmestais sēra dioksīds šādos apstākļos ātri sasilst caurspīdīgā sarmā, kas klāj praktiski visu Jo, izņemot silto lavu. Sēra dioksīda atmosfēra ir atkarīga no vulkānu izvirdumiem, tā ir īslaicīga un mainīga, un spiediens nepārsniedz $2 \cdot 10^{-4}$ Pa jeb 20 miligramus uz kvadrātmetru.

Vietās, kur ilgi nav krituši sēra un vulkānisko pelnu nokrišņi, SO_2 sarmas slānis uzkrājas un veido baltus ledājus. Saskaroties ar karstas lavas plūsmām, sasalušais SO_2 veido milzīgas gāzu strūklas, kas sasniedz pat simt kilometru augstumu, līdz gāze atkal sastopas ar auksto Jo virsmu un sasilst. Sēra dioksīda ledāji parasti tomēr tiek aprakti zem citiem izvirdumu produktiem un tādejādi atgriežas Jo garozā, lai gāzes izvirdumu cikls varētu turpināties.

Sērs ir tas pigments, kas dod Jo caurmēra dzelteno krāsu. Dzeltenais sērs uz Jo virsmas ir stabils sēra paveids (alotropi), kas ir vismaz gadu vecs. Jo vulkāni ir tik karsti, ka to izpūstie sēra tvaiki sastāv no divatomu gāzes S_2 , tā kondensējas par sarkano S_4 alotropu, kurš izrotā Jo virsmu ap aktīvajiem vulkāniskajiem centriem ar koši sarkanām S_4 nosēdumu aurām. Lēnām dimerizējoties, S_4 pāriet stabilās gredzenveida S_8 molekulās, kas kristalizējas par stabilo, dzelteno sēra alotropu.

Vulkāniskajās gāzēs sērs nonāk galvenokārt no dziļās mantijas, bet gadās arī, ka lavas plūsmas izvaicē sēra nogulumus uz Jo



Camaxtli kaldera ar vulkānisko gāzu nosēdumiem ap to.

NASA/JPL/“Galileo” attēls

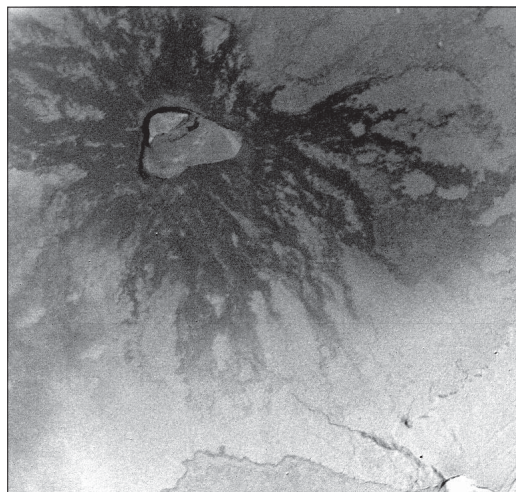
virsmas. Neparasta aina vērojama pie *Emakong* vulkāna, kur no kalderas izplūst nevis parastā, melnā silikātu lava, bet gan gaiši dzeltens šķidrums. Varbūt vulkāna dziļēs ir tik daudz vecu sēra nogulumu, ka silikātu lavas vietā līdz virsmai nonāk tikai šķidr, silikātu lavas izkausēts sērs? Izkausēta sēra upes tomēr ir retums pat uz divainā Jo.

Jo ultramafiskās **silikātu lavas** ir bagātas ar magnija un dzelzs oksīdiem, vismaz tā izskaidro to ļoti augsto kušanas temperatūru. Jo lavas ir ne tikai karstas, bet arī pārsteidzoši šķidrās, tās var plūst pa Jo virsmu pat 300 kilometrus, kā tas redzams pie pārplūdušā *Amirani* lavas ezera.

Silikātu lavas ir pamata materiāls, no kā atjaunojas nerimstošā kustībā esošā Jo garoza. Lavai sacietējot uz Jo virsmas, Jo iekšējais siltums tiek izstarots kosmosā, un veidojas jauni ieži, kas pamazām grimst atpakaļ mantijā. Šis mehānisms atjauno Jo virsmu tik ātri, ka uz Jo nav pamanīts neviens meteorītu triecienkrāteris. Meteorītu krāteri tiek pārklāti ar lavu ātrāk, nekā rodas jauni.

No Jo vulkāniem visjaudīgākais ir *Loki*, tā infrasarkanais starojums aiznes līdz 10^{13} W jeb 20% no Jo kopējās siltuma plūsmas. *Loki* izvirdumus infrasarkanajos staros novēro pat no Zemes, taču "*Galileo*" uzņemtajos redzamās gaismas attēlos tas bija negaidīti nemainīgs. *Loki* izvirdumi nedod lavas plūsmas, izkļiedētus vulkāniskos pelnus vai sēra nosēdumus. Attēlos redzamais vulkāns ir milzīgs, 30 000 km² liels atdziestošas lavas ezers, kura tumšā krāsa liecina, ka tas ir pārāk karsts, lai tur kondensētos sērs vai sēra dioksīds. Infrasarkanie mērījumi liecina, ka lavas vidējā temperatūra nepārsniedz 400 K. Kad atdzīsusī, sacietējusi lavas garoza saplaisā un pēkšņi sāk grimt karstajā, mazāk blīvajā lavas ezerā, *Loki* infrasarkanā jauda īslaicīgi desmitkārtšojas. Šāds izvirdumu modelis izskaidro, kāpēc infrasarkanajos staros novērojamie uzliesmojumi "*Galileo*" misijas laikā neatstāja nekādas redzamas pēdas.

Milzīgais 220 km diametra *Loki* ir lielākais, taču ne pats interesantākais no Jo lavas ezeriem. Tas mierīgi dzīst savos krastos, taču ir lavas ezeri, no kuriem tek simtiem kilometru garas lavas straumes. Abi "*Voyager*" aparāti



Lavas plūsmas no kalderas uz Jo.

NASA/JPL/"Voyager" attēls

novēroja 50–150 km augstu gāzes un putekļu strūklu, ko nosauca par *Prometheus*. Šis sēra dioksīda izvirdums nebija aprimis pat 26 gadus pēc "*Voyager*", kad "*Galileo*" pavadoņs uzsāka regulārus Jo novērojumus. Strūklas avots gan bija migrējis 85 km uz rietumiem. Augstākas izšķirtspējas attēli parādīja, ka *Prometheus* izvirdums rodas no lavas straumes, kura no neliela 19 km lavas ezera izplūst uz sēra dioksīda ledāju klātās Jo virsmas.

Kvēlojošo lavu *Prometheus* kalderā un lavas plūsmā fiksēja "*Galileo*" infrasarkanais kartējošais spektrometrs, bet novērojumi redzamajā gaismā parādīja vēl ko interesantāku. No pašas *Prometheus* kalderas izdalās sēra tvaiki, kas atstāj sarkanus S₂ nosēdumus uz austrumiem no lavas ezera. Šie sēra izgarojumi nāk no lavas avota, tādā no Jo dzīlēm, nevis no lavas plūsmām pār sēra klāto Jo virsmu.

Sēra tvaiki no Jo mantijas izpūš grandiozus izvirdumus, kuros gāzes un putekļu strūklas izplūst no krāteriem ar 1 km/s ātrumu un sasniedz 500–800 km augstumu. Sēra tvaiku spiediens, piemēram, no *Pillan* vulkāna "*Galileo*" novērojumu laikā sūknēja 1800 K karstu lavu vairākus mēnešus ar vidējo ātrumu 2000–4000 kubikmetri sekundē.

Sēra tvaiku dzīto izvirdumu "vectētiņš" ir *Pele*, kura 800 km augsto gāzu un putekļu strūklu novēroja jau *Voyager*. Nelielajā, 24 km diametra *Pele* lavas ezerā ir ļoti karsta 1600 K lava, kuru lielā mērā klāj atdzīsušās lavas garoza. Infrasarkanā starojuma jauda no *Pele* lavas var fluktuēt dažu minūšu laikā. Varbūt *Pele* izmet lavu līdzīgi kā *Tvashtar*, kur "*Galileo*" paveicās novērot 1 km augstas lavas strūklas. Tieši šādi, gāzēm bagāti lavas izvirdumi varēja radīt 500 līdz 700 km rādiusa sarkanā sēra (S₂) gredzenus ap *Pele*, *Tvashtar*, *Dazbbog*, *Surt*, *Masubi* un *Aten* vulkāniskajiem centriem.

Eksplozīvā vulkānisma galējais piemērs ir *Ra*, ar ko arī noslēgsim iepazišanos ar Jo vulkānu daudzveidību. Pašā "*Galileo*" misijas sākumā 1996. gadā *Ra* piedzīvoja gāzu izvirduma epizodi, taču infrasarkanajā diapazonā *Ra* starojumu neizdevās reģistrēt nedz

ar “Galileo” infrasarkano kartējošo spektrometru, nedz ar Zemes teleskopiem. Kamēr *Pele* izvirdumi satur tikai 10% sēra tvaiku, *Ra* lava, iespējams, pilnībā palika zem Jo virsmas, un šis vulkāns šoreiz izmeta tikai gāzes, kaut arī pēdējos 20 gados tā apkaimē ir notikuši masīvi lavas plūdi.

Jo vulkānu ietekme plešas tālu aiz Jo reitnātās sēra dioksīda atmosfēras nenoteiktajām robežām. Jo gāzu strūklu ātrums sasniedz 40% no Jo otrā kosmiskā ātruma. Ja vien Jo būtu

nedaudz mazāks, tas jau būtu zaudējis savu sēru, tāpat kā uz tā vairs nav ne miņas no ūdens vai ledus. Sēra dioksīds ir smaga gāze, tāpēc tā zudumi no Jo atmosfēras ir mēreni – tikai ap 1 tonnu sekundē. Tomēr Jo izmestais sēra dioksīds, sērs, sāls un silikātu putekļi bagātina Jupitera magnetosferu un sasniedz citus Jupitera pavadoņus. To, kā Jo materiāli “iekrāso” fascinējošos Jupitera magnetosfēras procesus, apskatīsim kādā no nākamajiem “ZvD” numuriem.

Avoti

Pārskata raksts par “Galileo” pavadoņa novēroto Jo vulkānisko aktivitāti: *Geissler P. E. “Volcanic Activity on Io During the “Galileo” Era” – Annual Reviews of Earth and Planetary Science, 2003, 31:175–211.*

Pārskata raksts par Jo pirms “Galileo” pavadoņa novērojumiem: *Spencer J. R.; Schneider N. M. “Io on the Eve of the “Galileo” Mission” – Annual Reviews of Earth and Planetary Science, 1996, 24:125–190.*

Jo paisuma spēku izraisītās ģeoloģiskās aktivitātes prognoze pirms “Voyager” pārlidojumiem 1979. gadā: *Peale S. J.; Cassen P. and Reynolds R. T. “Melting of Io by tidal dissipation” – Science, 1979, 203, 892–894.*

“Galileo” misijas mājas lapa: <http://www2.jpl.nasa.gov/Galileo/index.html>.

Ievadlecija par Jo vulkāniem: <http://www.es.ucl.ac.uk/research/planetaryweb/undergraduate/grindrod/io/io.htm> 

DAINIS KRIEVIŅŠ

KOSMISKIE TRANSPORTLĪDZEKĻI XXI GADSIMTA SĀKUMĀ. EIROPA, JAPĀNA, ĶĪNA UN CITAS VALSTIS

EIROPA

2003. gadā tika palaista pēdējā “Ariane–4” raķete, kurai bijusi veiksmīga vēsture: no 116 lidojumiem tikai trīs beigušies ar avāriju. Maksimālā krava, ko varēja pacelt šī nesēja jaudīgākā versija, bija 4900 kg, kas bija pietiekama pagājušā gadsimta beigās (pašreiz vērojama tendence palielināt pavadoņu masu). Lai arī “Ariane–5” piedzīvojuši četras avārijas, kompānija “Arianespace” tomēr izšķīrās atstāt tikai šo nesēja raķeti, lai ietaupītu līdzekļus. Bāzes versija “Ariane–5G” (G – Generic – vispārējā) spēj pacelt līdz 6700 kg (*sk. 1. ta-*

bulu), un 90. gados tika pieņemta programma “Ariane–5E” (E – Evolution – attīstība), kuras mērķis ir palielināt tās celtspēju gandrīz divkārt, lai vienā startā varētu palaist divus smagos pavadoņus. Tādēļ tika modernizēts pirmās pakāpes dzinējs – “Vulcain–2”, uzlaboti cietās degvielas starta paātrinātāji. Plāni ietvēra arī otrās pakāpes modernizāciju. Versiju “Ariane–5ESV” (V – Versatile – vispusīgā, mainīgā) paredzēts izmantot specifiskiem kravu palaišanas variantiem (“ATV” palaišanai, pavadoņu ievadīšanai atšķirīgās orbītās, starplanētu staciju pacelšanai pārejas orbītā), un tai tiek modernizēta pakāpe “EPS–V”, kuras

dzinēju varētu iedarbināt līdz piecām reizēm (kas ir ļoti būtiski, jo citiem “Arianespace” konkurentiem ir tāda iespēja). 2005. gada beigās paredzēts pirmais kravas kuģa “ATV” (“Jules Verne”) starts uz Starptautisko kosmisko staciju. Lidojumu specifika – pēc transportkuģa atdalīšanās orbītā nedrīkst atstāt “atkritumus”, kas ir bīstami pilotējamiem lidojumiem. Tādēļ vajadzīga pakāpes “EPS-V” atkārtota iedarbināšana, lai to novadītu no orbītas.

Citā versijā “Ariane-5ES” paredzēts izmantot to pašu “EPS” vienreiz darbināmo dzinēju, bet ar pastiprinātu sprauslu un palielinātām degvielas tvertnēm, lai ģeostacionārajā pārejas orbītā varētu pacelt līdz 8 t kravas. Savukārt “Ariane-5GS” tiks izmantoti modernizētie cietās degvielas starta paātrinātāji, bet pirmā un otrā pakāpe būs tā pati, kas bāzes versijā.

Nesagaidot “Vulcain-2” stāšanos ierindā un saņemot dažus specifisku kravu pasūtījumus, tika izveidota modifikācija “Ariane-5G+”. Tai tika modernizēta otrā pakāpe “EPS+” (uz “EPS-V” iestrādņu pamata) ar papildu iekārtu dzinēja divkārtējai iedarbināšanai, kā arī palielinātu degvielas tvertņu ietilpību. Ar šo versiju bija paredzēts veikt tikai trīs lidojumus, un tie visi notika 2004. gadā. Viens no tiem bija komētas zondes “Rosetta” palašana, otrs – smagākais komerciālais sakaru pavadonis, kāds jebkad palaists – “Anik F2” (5950 kg). Trešajā startā solārsinhronā orbītā tika palaists franču militārais pavadonis un seši mikropavadoņi.

Lielāka modernizācija tika veikta versijā “Ariane-5ECA” (C – cryogenic – kriogēnā) ar

jaunu ūdeņraža augšējo pakāpi “ESC-A” ar dzinēju “HM-7B”, kas agrāk tika izmantots “Ariane-4”. Jaunā pakāpe ir garāka par veco, tāpēc arī visa raķete ir augstāka. Līdz ar to nācās pārbūvēt montāžas korpusu. “Ariane-5ECA” pirmais lidojums 2002. gada 11. decembrī beidzās neveiksmīgi. Avārijas izmeklēšanas komisija nāca pie slēdziena, ka dažas minūtes pēc pacelšanās dzinēja “Vulcain-2” sprauslā dzesēšanas sistēmas bojājumu dēļ izdega caurums. Līdz ar to radās lielas dzinēja svārstības, kā rezultātā tika zaudēta raķetes vadība. Tika konstatēta arī nepietiekami precīza slodžu novērtēšana dzinēja stenda izmēģinājumos. Nākamais “Ariane-5ECA” izmēģinājuma lidojums paredzēts 2005. gada sākumā. 2003. gada 12. janvārī bija jānotiek komētas zondes “Rosetta” startam. Lai gan to bija paredzēts palaist ar “Ariane-5G+”, kurā izmantots “Vulcain-1” dzinējs, tomēr Eiropas Kosmiskā aģentūra nolēma pārcelt tik nozīmīga kosmiskā aparāta startu uz vēlāku laiku, lai veiktu nesēja un dzinēja papildu pārbaudes. “Rosetta” sākotnējā mērķa Virtaneņa komētas vietā tika izraudzīta cita komēta – Čurjumova–Gerasimenko, un zonde veiksmīgi startēja 2004. gadā.

Lai arī “Arianespace” savas tuvākās nākotnes cerības saistīja ar versiju “Ariane-5ECA”, pēc tās pirmās neveiksmīgās debijas klienti pieprasīja tikai bāzes variantu ar “Vulcain-1” dzinēju. Tāpēc kompānija izdarīja korekcijas savos plānos, pasūtot kompānijai “Snecma” papildu “Vulcain-1” dzinējus, kuru ražošana tika pārtraukta pirms pusotra gada.

Ir vēl tālākas “Ariane-5” modernizācijas plāni. Tiek izstrādāta jauna augšējās pakāpes modifikācija “ESC-B” ar jaunu kriogēno dzinēju “Vinci”, kuru būtu iespējams iedarbināt vairākkārt, ļaujot vēl vairāk pa-

1. tabula. “Ariane-5” celbspēja ģeostacionārajā pārejas orbītā (GTO)

Modifikācija	1. pakāpes dzinējs	2. pakāpe	GTO (t)
Ariane-5G	Vulcain	EPS L9.7	6700
Ariane-5G+	Vulcain	EPS+ L10	6950
Ariane-5GS	Vulcain	EPS L10	6800
Ariane-5ES	Vulcain-2	EPS L10	8000
Ariane-5ESV	Vulcain-2	EPS-V L10	8000
Ariane-5ECA	Vulcain-2	ESC-A H14.4/HM-7B	10000
Ariane-5ECB	Vulcain-2	ESC-B/Vinci	12000

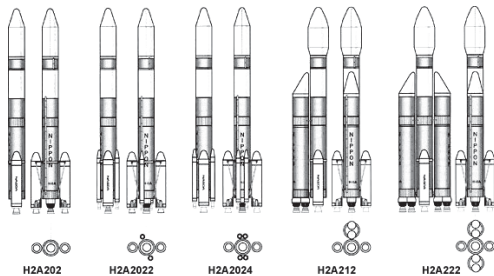
lielināt nesēja celbspēju (lidz pat 12 t ģeostacionārajā pārejas orbitā). Tāpat arī plānots modernizēt pirmās pakāpes dzinēju “*Vulcain-2M*”, kas ļautu pacelt 15 t kravas. Tomēr šie plāni ir iesaldēti grūta finansiālā stāvokļa dēļ. 2002. gada otrajā pusē kompānija “*Arianespace*” atradās bankrota priekšā starptautiskā pavadoņu tirgus pieprasījuma krišanās dēļ, ko vēl vairāk pasliktināja “*Ariane-5ECA*” avārija. Situāciju glāba Eiropas Kosmiskās aģentūras finansiāla palīdzība.

2007. gadā paredzēts krievu nesēja “*Sojuz/STK*” pirmais starts no Kuru kosmodroma. Tas aizņems nišu, kas eiropiešiem palikusi tukša pēc “*Ariane-4*” ekspluatācijas beigām.

Nelielām kravām “*Arianespace*” izstrādā nesējraķeti “*Vega*” ar celbspēju līdz 1500 kg. Pirmās trīs pakāpes tai būs cietās degvielas, kuras dzinējus izstrādā itāļu kompānija “*Avio*”. Augšējā pakāpe būs šķidrās degvielas, kuras dzinējs tiek izstrādāts ukraiņu kompānijā “*Juzhnoje*”.

JAPĀNA

2003. gadā tika izveidota jauna aerokosmiskā aģentūra *JAXA* (*Japan Aerospace Exploration Agency*), apvienojot trīs Japānas organizācijas *ISAS*, *NAL* un *NASDA*. *ISAS* agrāk nodarbojās ar kosmosa un planētu izpēti, *NAL* veica izpēti nākotnes aviācijas un kosmisko lidaparātu izstrādē, *NASDA* sektors bija nesējraķetes, pavadoņi un kosmiskā stacija.



H2A saimes nesējraķetes.

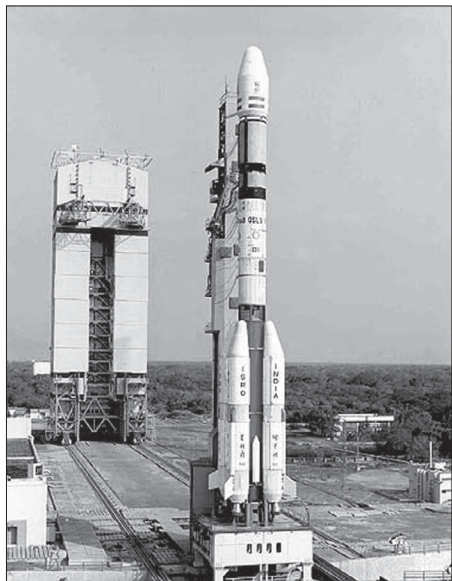
JAXA attēls



“*Ariane-5 ECA*” starta laukumā.

ESA-CNES-Arianespace attēls

Japāna ar savas izstrādes nesējraķeti “*H-2*” (pirms tam tika ražota “*H-1*” pēc amerikāņu nesēja “*Delta*” licences, ar ko nedrīkstēja veikt komerciālos lidojumus) 1990. gadu beigās nonāca situācijā, kad raķete izrādījās pārāk dārga un pēdējos divos lidojumos piedzīvoja neveiksmes. Tika nolemts izstrādāt jaunu modifikāciju “*H-2A*” ar celbspēju uz ģeostacionāro pārejas orbitu 4,1–5 t. Lai paceltu dažādas kravas dažādās orbitās, “*H-2A*” var apgādāt ar vairākiem cietās degvielas paātrinātājiem. Pēc pieciem veiksmīgiem jaunā nesēja startiem 2003. gadā “*H-2A*” piedzīvoja neveiksmi, kad neatdalījās viens cietās degvielas starta paātrinātājs un raķeti nācās uzspriecināt. “*H-2A*” paredzēts privatizēt, un 2005. gadā kontrole pār raķeti pilnībā tiks nodota korporācijai “*Mitsubishi Heavy Indus-*



Indijas nesējraķete “GSLV” starta laukumā.

ISRP attēls

dija izstrādā pati savu ūdeņraža–skābekļa pakāpi “CUSP” (jau veiktas kriogēnā dzinēja testa darbināšanas), bet līdz tam laikam Krievijas puse modernizē “12KRB”, lai derīgās kravas celjspēju no sākotnējiem 1500 kg palielinātu līdz 2200 kg. Tālākā perspektīvā indieši plāno izstrādāt arī pirmo pakāpi ar kriogēno dzinēju, lai varētu konkurēt starptautiskajā pavadoņu palaišanas tirgū.

Indijas kosmiskais centrs Šriharikotas salā 2002. gadā tika nosaukts Satiša Dhavana vārdā par godu Indijas Kosmiskās izpētes organizācijas (ISRO) pirmajam vadītājam. 2004. gada 23. februārī Satiša Dhavana kosmiskajā centrā cietās degvielas komponentu sagatavošanas ēkā notika sprādziens, un ugunsgrēkā gāja bojā seši cilvēki, vairāki guva apdegumus.

IZRAĒLA

Izraēlas trīspakāpju cietās degvielas nesējraķete “Shavit-1” četrās palaišanas reizēs pie-

dzīvojuši divas neveiksmes. Jaunākā “Shavit-1” versija ar koda nosaukumu “LK-A” ir spējīga eliptiskā polārā orbitā pacelt līdz 350 kg derīgās kravas. Tās pirmais starts 2002. gadā bija veiksmīgs, bet avārija notika 2004. gadā, kad trešā pakāpe neatdalījās no otrās pakāpes. Tiek izstrādātas jaunas modifikācijas: “LK-1” ar jaudīgāku pirmo pakāpi un modernizētu trešo pakāpi, kā arī četrpakāpju “LK-2”.

BRAZĪLIJA

Brazīlijas trīspakāpju cietās degvielas nesējraķete “VLS-1” (“Veiculo Lancador de Satélites-1”) piedzīvojuši divus neveiksmīgus startus pagājušā gadsimta beigās sakarā ar kļūmēm dzinējā. Vissmagākais trieciens Brazīlijas kosmiskajai programmai bija 2003. gada 22. augustā, kad, sagatavojot nesēju trešajam lidojumam, nejauši ieslēdzās viens no četriem starta paātrinātājiem, kā rezultātā raķete uzsprāga, sagraujot starta kompleksu. Katastrofā gāja bojā 21 cilvēks, vairāk nekā 20 ievainoti. Tika zaudēti Brazīlijas galvenie raķešu speciālisti, tāpēc avārijas izmeklēšanai un rekomendāciju izstrādei nesēja uzlabošanai tika pieaicināti krievu speciālisti. Tika secināts, ka apkalpojošais personāls nav pienācīgi sekojis raķetes komponentu stāvoklim. Lai arī no Alkantras plānots palaist ukraiņu nesējraķetes “Ciklon-4”, kas ir autonomas projekts, Brazīlija turpinās savu nesēja izstrādi, veicot nepieciešamos uzlabojumus, un 2006. gadā paredzēts nākamais “VLS-1” starts.

KOREJAS PUSSALA

Korejas komunistiskā ziemeļu daļa, kas ir viena no noslēgtākajām un nabadzīgākajām valstīm pasaulē, bruņojumam līdzekļus neželē. Tiek izstrādātas ballistiskās raķetes (modernizētas padomju raķetes, kas agrāk iepirktas Ēģiptē) un kodolprogramma, lai kara gadījumā varētu dot prettriecienu Japānai vai pat ASV. Raķetes “Taepodong-1” izmēģinājuma lidojums notika 1998. gadā, kad tā pārli-

doja Japānas teritoriju. Lai gan Ziemeļkoreja paziņoja, ka tā palaidusi savu pirmo pavadoni, amerikāņu dienests, kas seko visiem objektiem Zemes orbitā, noliedza, ka pēc raķetes starta kāds objekts būtu ievadīts orbitā. Eksperti domā, ka bijusi paredzēta pavadoņa palaišana, bet tas nav atdalījies no pēdējās pakāpes. Tiek izstrādāta arī jaudīgāka ballistiskā raķete “*Taepodong-2*”, kas varētu aizsniegt ASV krastus. Lai gan 2002. gadā eksplozijā tika sagrauts raķešu dzinēju testēšanas stands, to atjaunoja, un 2004. gadā notika jauni dzinēju testi.

Dienvīdkoreja izstrādā savu nesējraķeti nelielu pavadoņu palaišanai. Solis uz šo mērķi

bija šķidrās degvielas trīspakāpju raķetes “*KSR-3*” palaišana 2002. gadā, kad tā sasniedza 42,7 km augstumu. Pirms tam ir notikuši cietās degvielas raķešu “*KSR-1*” un “*KSR-2*” starti. Dienvīdkoreja ir noslēgusi vienošanos ar Krievijas Federālo kosmisko aģentūru par jauna starta laukuma izbūvi nesējraķešu palaišanai. Bez tam korejiešu jaunajam nesējam uzņēmums “*GKNPC Hruņičeva*” Krievijā izgatavos pirmo pakāpi. Gada sākumā oficiāli tika apstiprināts, ka tiek izstrādāta nesējraķete “*KSLV-1*” (“*Korea Space Launch Vehicle*”), kuras pirmajā pakāpē izmantos “*Angara*” dzinēju. Dienvīdkoreja pati savu dzinēju plāno izstrādāt līdz 2010. gadam. 🐦

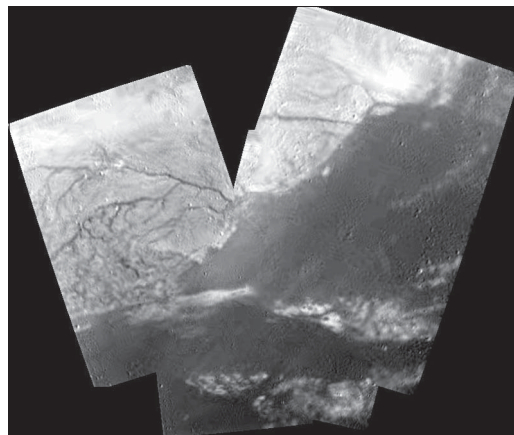
MARTIŅŠ SUDĀRS

“*HUYGENS*” NOSĒŠANĀS UZ TITĀNA

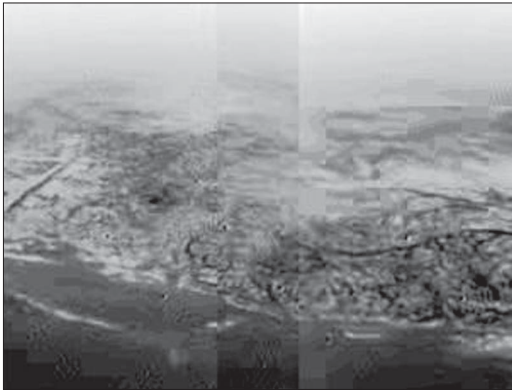
“*Gribējām kā vienmēr, sanāca labāk*” – tā varētu raksturot vienu no veiksmīgākajiem sasniegumiem kosmonautikas vēsturē. Šī gada **14. janvārī** Eiropas Kosmiskās aģentūras (*ESA*) zonde “*Huygens*”, kas līdz Saturnam ceļoja kopā ar “*Cassini*”, veiksmīgi iegāja Saturna pavadoņa Titāna atmosfērā un veica lēnu nosēšanos uz tā virsmas.

Nolaišanās sākās ar ieešanu atmosfērā aptuveni plkst. **12:13** pēc Latvijas laika (šis laiks ir tas, kad notikumu varētu novērot uz Zemes, patiesais notikuma laiks būtu 67 minūtes ātrāks), kad zonde atradās 1270 km augstumā virs Titāna virsmas. Pēc trim minūtēm, kad ātrums bija samazinājies līdz 400 m/s, tika atvērts pirmais jeb vadības izpletnis, kura vienīgā funkcija ir noraut aizmugurējo izotermisko pārsegu un atvērt otro jeb galveno izpletni. Aptuveni 160 km augstumā tiek atdalīts siltuma vairogs, kas sargāja zondi, tai ieejot atmosfērā. No šī mirkļa sāk strādāt mērinstrumenti un raidītājs aktīvajā režīmā. Plkst. **12:32**, kad “*Huygens*” bija aptuveni 125 km augstumā, galvenais 8 m lielais izpletnis tiek

nomests un tā vietā izlaists bremzējošais izpletnis ar 3 m diametru. Operācijas uzdevums ir paātrināt nosēšanos, citādi tā būtu pārāk



Attēls no aptuveni 12 km augstuma. Redzama it kā kāda krasta līnija, kas ir robeža starp augstieni un zemi. Saskatāmi uz Zemes sastopami veidojumi – ielejas, kanjoni, upes, erozijas pēdas. Ļoti iespējams, ka pa redzamajām upēm pirms dažām dienām plūdis šķidrās metāns.



Fotogrāfija no 8 km augstuma ar aptuvenu izšķirtspēju 20 m/pix. Attēlā redzamais arī ļoti atgādina kādas jūras vai ezera krasta līniju, bet tā ir robežlīnija starp augstieni un līdzenumu, kuru, iespējams, reizēm klāj šķidrums metāns.

lēna un baterijas nespētu tik ilgi apgādāt ar enerģiju zondes apakšsistēmas.

Plkst. **12:49**, kad zonde sasniedusi 60 km augstumu, tā tiek pārslēgta no pulksteņa režīma uz augstuma režīmu, kurā visas mērinstrumentu darbības ir pakārtotas noteiktam augstumam, jo, sākot ar 60 km augstumu, uz zondes esošais radioaltimetrs pats spēj noteikt augstumu virs debess ķermeņa virsmas.

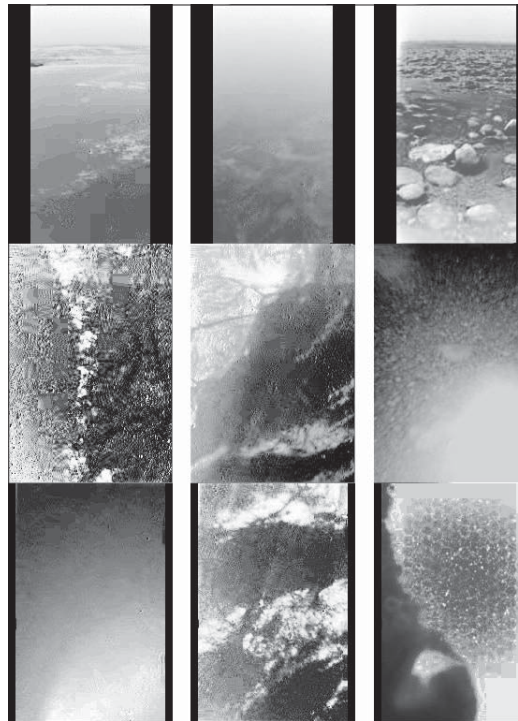
Nolaižoties caur dūmakai, 25 km augstumā nolaišanās bija ļoti turbulenta, zonde tika svaidīta un sasnieda līdz pat 20° attiecībā pret nolaišanās trajektoriju. Tas saistīts ar mainīgu virziena vējiem šajā augstumā.

Nolaišanās laikā nepārtrauktā režīmā darbojās arī visas kameras (*sk. attēlus 51. lpp*). Virsmu var sākt ieraudzīt tikai no 20 km augstuma, kad zonde iznirst no dūmakas, lai gan tika prognozēts, ka tas varētu notikt 50–70 km augstumā. Neilgi pirms nolaišanās 700 m augstumā ieslēdzas arī lampa, kas apgaismoja ne vien nolaišanās virsmu, bet arī darbojās kā daļa no spektrālā radiometra, lai noteiktu virsmas sastāvu.

Plkst. **14:34** notiek paredzētā nosēšanās uz Titāna virsmas ar ātrumu aptuveni 5–6 m/s.

Iepriekš nebija zināms, vai tā nosēdīsies uz cietas virsmas, vai iekritīs metāna ezerā. Analizējot saņemtos datus, noskaidroja, ka trieciens ir bijis mīksts un zonde ir iegrimusi apmēram 15 cm virsmā, kas ļauj domāt, ka virsmai ir bijusi dubļiem līdzīga konsistence. Temperatūra aptuveni $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Lai gan tika prognozēts, ka pēc nosēšanās uz virsmas zonde darbosies aptuveni trīs minūtes līdz tās enerģijas krājumu izsīkšanai, patiesībā tā darbojās vēl stundu – gan fotokameras, gan ieslēgtā lampa. Un varbūt pat vēl ilgāk kā stundu, bet, tā kā “*Cassini*” vairs nebija uzveršanas zonā, nav datu par patieso zondes funkcionēšanas laiku.



Šajā attēlā parādītas 3 RAW attēlu strēmeles – tie ir neapstrādātie attēli, kādus tos saņēma tieši no “*Huygens*”. Kvalitatīvākus, panorāmas un krāsainus attēlus bija iespējams iegūt tikai pēc atsevišķo RAW attēlu kombinēšanas, summēšanas un trokšņa reducēšanas.

Plkst. **16:14**, kad “*Huygens*”, skatoties no “*Cassini*”, ir jau zem horizonta, “*Cassini*” pārtrauc signāla klausīšanos un pagriež lieljaudas antenu uz Zemi, lai pārraidītu visus no “*Huygens*” saņemtos datus. Vēl tikai 67 minūtes un “*Huygens*” veikums būs pieejams arī uz Zemes palikušajiem.

Lai gan viss it kā norisinājās perfekti, gluži bez problēmām jau neiztika. Pirms nolaišanās tika sabojāts viens no sakaru kanāliem, līdz ar to pa atlikušo vienīgo kanālu nebija iespē-

jams pārraidīt tik daudz fotoattēlu, cik bija plānots, lai gan atmiņas ietilpība (500 MB) un patiesais darbības laiks to ļautu.

Savas misijas laikā “*Huygens*” spēja pārraidīt 367 RAW attēlus, kuri sastāv no vairākiem ar dažādām kamerām laikā kopš iziešanas no dūmakas līdz pat virsmas sasniegšanai uzņemtiem attēliem.

Jaunākie attēli un iegūtā informācija regulāri tiek publicēta saitēs <http://saturn.jpl.nasa.gov>; <http://www.esa.int>. 🐦

NO LASĪTĀJU VĒSTULĒM 🐦 NO LASĪTĀJU VĒSTULĒM 🐦 NO LASĪTĀJU VĒSTULĒM

Godātā redakcija! Esmu Jūsu žurnāla pastāvīgs lasītājs un gadu mijā līdz ar Jaungada sveicieniem sūtu redakcijas darbiniekiem un mums visiem šādus novēlējumus.

Lai nākamajā gadā, pārskatot jaunās grāmatas, avīzes un žurnālus, vai ieslēdzot televizoru, brīžam nerastos iespaids, ka apgaismības gadsimti nav bijuši un mēs joprojām dzīvojam vai nu viduslaikos, vai mītiskajā pasaulē, kurā valda noslēpumainas ceļoņsakarības, mistisku spēku lauki, neizprotamas enerģijas – labas un sliktas, kur “viss atkarīgs no visa” un kur bez zilētāju, gaišreģu, riebēju, “jaunas acs” noņēmēju, ekstrasensu, astrologu un citu “speciālistu” palīdzības esam pazuduši.

Lai mūsu valdība nākamajā gadā naudu piešķirtu ne tikai baznīcu remontiem un “sagrālā tūrisma” vietu aprikošanai, bet rastu iespēju atbalstīt arī populārzinātnisku žurnālu izdošanu vai esošo paplašināšanu, lai tie iznāktu biežāk un tos varētu atrast visās skolu bibliotēkās un, līdzīgi kā “*Privāto dzīvi*”, arī pilsētu un lauku bibliotēkās.

Lai nākamajā gadā klajā nāktu vismaz viena laba grāmata par zinātņi, par zinātņi vakar, šodien un rīt, kura vēlreiz atgādinātu, ka viss ap mums, viss, ko mēs kā pašu par sevi saprotamu diendienā lietojam, ir radīts ar mūsu zināšanām un ka to, kāda pasaule izskatīsies pēc 100 vai 1000 gadiem, nenosaka aurojošie pūļi stadionos, ne arī paši slavenākie futbolbumbas dzenātāji, kuru vārdi ir avižu pirmajās lapās, bet zinātnieki, kuri šodien klusu un nepamanīti strādā savās laboratorijās. (..)

*Novēlot visu labāko Jaunajā gadā, Kārlis Raševics, pensionārs
Snēpelē, 2004. gada 30. decembrī.*

P. S. Pirms gadiem desmit izlasīju Adriana Berrija grāmatu “*Die grosse Vision. Von der Menschheit in Universum*”. (Orīģinālā: *Adrian Berry. “The Next Ten Thousand Years” – Jonatan Cape, London, 1975.*) Lasīju to kā atklāsmi, un mana pirmā doma bija – šī grāmata noteikti tiks pārtulkota! Bet nekas nenotika, nezīnu pat, vai vēl kāds Akadēmiskās bibliotēkas lasītājs to izlasīja, bet vajadzība pēc šādas grāmatas latviešu valodā kļūst arvien aktuālāka. Protams, šī pirms 30 gadiem izdotā grāmata varbūt ir nedaudz novecojusi, bet pie mūsu šāda satura literatūras akūtā trūkuma arī tā būtu liels ieguvums. Tāpat ļoti gribētos ieraudzīt grāmatveikalu plauktos Imanta Vilka pieminētās V. Stengersa grāmatas “Vai zinātne ir atradusi Dievu” tulkojumu. Nosaukums arī ir pietiekami intriģejošs, lai to pirktu dažādi domājoši lasītāji. Bet visvairāk gaidīta, protams, ir Imanta Vilka grāmata par jau publicētajos rakstos skarstajiem jautājumiem vai vismaz šo rakstu apkopojums grāmata!

K. R.

VISA ZINĀTNE IR VIENOTA

(Profesora A. Andžāna intervijas nobeigums ar profesoru R. Freivaldu)

Otrs piemērs. 2003. gadā Nobela prēmijas analogu, Tjūringa prēmiju, piešķīra par RSA kriptosistēmas izstrādi (tās šifrēšanas algoritms tiek visur plaši publicēts). Un tomēr, ja jūs gribat kaut ko slepenu rakstīt, teiksim, Freivaldam, tad jums jāraksta tā un tā, un neviens, izņemot jūs un saņēmēju, nevarēs to saprast. Šis algoritms patiesībā ir samērā vienkāršs, tas izmanto interesantas idejas no tās pašas, kā es saku, ļoti abstraktās skaitļu teorijas. Kredītkartes numura pārsūtīšanai caur internetu, kā arī ļoti daudz kur citur izmanto RSA kriptosistēmu. Šeit atklājās principiāli jaunas iespējas. Izrādās, ka var izveidot, teiksim, digitālu cilvēka parakstu, kas ir pilnīgi drošs. Ja es, piemēram, vienkārši uzsitīšu uz datora klaviatūras taustiņus f, r, e, i, v, a, l, d, s – “Freivalds”, tad, atvainojiet, tas nav paraksts. Tas izskatās pēc paraksta, bet tas nav paraksts, jo tam ir būtisks trūkums. To var uzstīt jebkurš cits, un, ja tā būs parādzīme “es esmu tādām un tādām parādā Ls 1000”, tad tas nav nekāds pierādījums. Lūk, var izveidot drošus digitālus parakstus. Tātad datorus var lietot tādās jomās, kur agrāk to principiāli nevarēja. Milzīgs sasniegums, varbūt tas nav cilvēku dzīvības vērtē, bet tas ir milzīgs sasniegums. Vēl viens piemērs, kas mani studentiem, protams, neliekas pats svarīgākais kriptogrāfijas lietojums, bet droši vien ir vispārsteidzošākais, vismaz spriežot pēc studentu reakcijas. Es viņiem stāstu – lūk, jūs gribat spēlēt kārtis pa telefonu. Protams, varētu darīt tā – jūs noligstat kādu trešo (vai piekto) cilvēku, kurš nodarbojas tikai ar kāršu sadalīšanu un kuram jūs visi uzticiaties, ka viņš nedos priekšrocības vienam no spēlētā-

jiem. Bet ja nu tādu piekto cilvēku neizmanīto? Ar modernās kriptogrāfijas palīdzību to ir iespējams izdarīt. Salīdzinot ar Pastēru, cilvēku dzīvības tas noteikti neglāb, vismaz ne tas lietojums, kur spēlē kārtis. Bet droši vien to pašu ideju var izmantot vēl kaut kam citam. Es esmu pārliecināts, ka students, kurš ir redzējis šādu pārsteidzošu lietojumu, pēc tam savā firmā jaunā situācijā sāks domāt – pag, pag, bet vai nevar kaut ko tādu pašu kā tā kāršu spēlēšana pa telefonu? Droši vien tā varētu būt kaut kāda informācijas apmaiņa, kaut kāds interaktīvs process, par ko agrāk teiktu: nē, tas nu principā nav iespējams!

A. A.: – *Matemātikas kredo daudzus gadus ir bijis veidot matemātiskus modeļus visām lietām pasaulē, kuras mēs redzam. Pieņemsim, ka mēs veidotu šādus modeļus, atbalstot tos ar visām datorzinātnes iespējām. Vai tie modeļi var būt, lietosim tādu jēdzienu, cik patīk tuvi īstenībai, ja mēs zinātu, kas ir īstenība? Vai arī ir kaut kāda principiāla robeža, kas nav pārkāpjama matemātikas līdzekļiem?*

R. F.: – Tas ir jautājums, uz kuru man nav gatavas atbildes. Mēģināsim ģenerēt.

Jā, es saprotu. Tas ir atkarīgs no tā, ko mēs gribam. Ir tādi problēmu apgabali, kurus pašlaik ļoti slikti saprotam. Man šķiet: viens no pašiem mazāk saprastajiem apgabaliem, kur cilvēce vēl nav gatava tādai matemātiskai modelēšanai, ir paša cilvēka organisma darbošanās un uzbūve. Par ģenētiskas informācijas nodošanu no vienas paaudzes otrai mēs kaut ko zinām, un cilvēku ģenoma atšifrēšanu es uzskatu par ļoti milzīgu soli. Bet pat tur ir jāsaprot, ko nozīmē cilvē-

ka genoma atšifrēšana. DNS molekula patiesībā ir tik sarežģīta! Tos atsevišķos, kaut kādā nozīmē viendabīgos posmus sauc par gēniem. Par daudziem gēniem cilvēki ir izpētījuši – šis gēns ir atbildīgs par to un to. Bet ir ļoti daudz tādu, es teiktu, atomu konfigurāciju DNS molekulā, par kurām zinātnieki pašlaik saka – tas ir kaut kāds troksnis, paliekas no kaut kā, kam nav nekādas ģenētiskas vērtības. Bet mēs nezinām, vai tas tā ir, vai nav! Vēl vairāk – pašu gēnu ir tik daudz, ka genoma atšifrēšanu paši pētnieki sauc piesardzīgākā vārdā – par genoma kartēšanu. Iedomāsimies Latvijas karti. Gandrīz katrs var ar roku uzvilkt kaut ko, kur var samānīt Rīgas līci, apmēram pareizas kontūras tajā nozīmē, ka Latvija ir drusku platāka austrumurietumu virzienā un mazāka ziemeļu–dienvidu virzienā, un tas arī viss. Tādā kartē atzīmētas piecas, sešas pilsētas un Daugava, Gauja, Venta. Un ir sikākas kartes, un ir pavisam sikas kartes, piemēram, armijas ģenerālštābā. Kartēšana ir pakāpeniska tuvošanās patiesībai, bet DNS molekulā atsevišķo atomu ir tik daudz, ka nepietiek cilvēka mūža, lai paskatītos uz katru no tiem. Un tad gribas teikt – vai var uzskatīt, ka es kaut ko pazīstu, ja es neesmu pat paskatījies uz katru sastāvdaļu atsevišķi? Lūk, tāpēc pat šis vienas molekulas matemātisks modelis ir neiz-

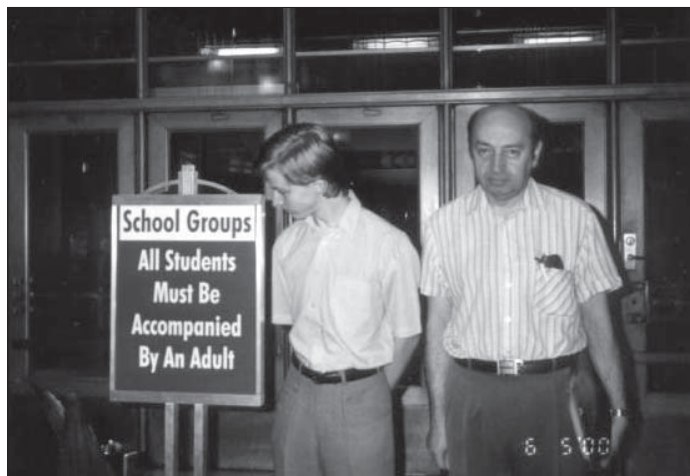
bēgami nepilnīgs. Bet tā ir tikai viena molekula. Cilvēka organisms sastāv no daudz, daudz kā vairāk. Kā notiek cilvēka smadzeņu darbība – es esmu diezgan pārliecināts, ka manas dzīves laikā par matemātiska modeļa uzbūvēšanu vispār nenāksies runāt.

Ekonomika arī ir viena no tādām jomām, kur matemātiskā modelēšana sper tikai pirmos, nedrošos soļus. Man gribas atsaukties uz Imanuelu Kantu, par kuru gan universitātē mācījās tikai marksistiskās filozofijas kursā, kur kaut ko vajadzēja kritizēt, tai skaitā to, ka Kants uzskatīja: ir tādas “*lietas sevi*”, kas ir principiāli neizzināmas. Ko viņš saprata ar vārdiem “*principiāli neizzināmas*”, laikam nekad precīzi neuzzināsim, mēs redzam tikai vēlāku filozofu interpretācijas.

Vai mēs cilvēka genomu varam uzskatīt par “*lietu sevi*”? Mēs kaut ko jau par to zinām. No otras puses, mūsu mūža nepietiks, lai paskatītos uz visām tā sastāvdaļām. Nākamā paaudze jau zinās būtiski vairāk. Vai tas ir modelis? Kurā brīdī mēs varam runāt par modeli? Kaut kādi ļoti tuvināti modeļi jau ir, nākamajai paaudzei būs labāki tuvinājumi, un tā uz priekšu. Tā būtu mana atbilde.

A. A.: – *Jūs atceraties ceļu no skolēna līdz akadēmiķim un pasaules mēroga zinātniekam. Kas ir būtiskākie etapi un cilvēki, kuri palīdzējuši šo ceļu iestaigāt?*

R. F.: – Pirmais un ļoti būtiskais pagrieziena moments bija, kad vecāki mani pārcēla no toreizējās Rīgas 24. vidusskolas uz Rīgas 3. vidusskolu un es nonācu skolotājas Ellas Detlovas klasē. Ne tikai viņa bija izcila skolotāja, bet arī ļoti daudzi citi. Man gandrīz katrā



R. Freivalds un viņa audzēknis Renārs Gailis, profesora D. Gaiļa mazdēls, konferencē Cincinātī Universitātē ASV.

priekšmetā pirmajā ceturksnī atzīme pazeminājās no 5 uz 4 – toreiz bija piecu ballu sistēma. Es nevarēju saprast, kas notiek. Bet bija rasēšanas stunda, un tur noskaidrojās, ka skolotājs, runājot ar skolēniem, lieto tādus vārdus (un viņu saprot), kādus es nekad nebiju dzirdējis. Likās jocīgi – visiem taču vienāda programma, bet skolas tomēr atšķiras. Tas bija viens pagrieziena punkts. Tālāk Latvijas Universitāte. Bija paredzēts, ka mums ceturtā kursa vidū būs gadu ilga tā saucamā ražošanas prakse. Un, pateicoties tagad manam kolēģim, bet toreiz jaunam cilvēkam Jānim Bārdiņam, trim studentiem tika piedāvāts aizbraukt praksē uz Novosibirsku, uz PSRS Zinātņu akadēmijas Sibīrijas nodaļu. Tur es pirmo reizi saskāros ar īsto zinātni. Sapratu, kā viss notiek, ka ir svarīgi ne tikai pierādīt teorēmu, bet arī to nopublicēt, lai to izlasa citi cilvēki. Es teiktu, ka manā mūžā droši vienas bija pats izšķirošākais brīdis. Mans zinātniskais vadītājs tur bija profesors Boriss Trahtenbrots. Viņš 1980. gadā aizbrauca no Padomju Savienības uz Izraēlu, tagad viņš ir Telavivas Universitātes emeritēts profesors un praktiski katru vasaru pavada šeit. Es pat nevaru pateikt, kuras teorēmas, ko viņš man iemācīja, bija būtiskas, bet pati tā atmosfēra, ko nozīmē pareizi darboties zinātnē, lūk, bija tas īstais.

Vēl es esmu ļoti apmierināts, ka jau toreiz, acimredzot kolēģu ietekmē, es izvēljos klausīties lekcijas arī tādos virzienos, kuros es negatavojos strādāt, piemēram, grupu teorijā, diskrētajā matemātikā – vispārējas izglītības dēļ. Diskrēto matemātiku es apguvu diezgan dziļi, un nevaru teikt, ka tas ir pavisam kaut kas svešs.

Un tad, kad jau biju aspirantūrā, ko tagad sauc par doktorantūru, izdomāju pēdējā Novosibirskas gadā vēlreiz noklausīties profesora Trahtenbrota lekcijas iesācējiem automātu teorijā. Viņš pat brīnījās – nu kādēļ tas jums vajadzīgs, jūs taču to visu zināt! “Jā,” es viņam teicu, “bet toreiz es klausījos satura pēc, bet tagad es gribu dzirdēt, kā jūs to stās-

tāt!” Jo profesora Trahtenbrota lekcijas bija izcilas no visiem viedokļiem. Kā vajag lasīt lekcijas, es lielā mērā iemācījos tieši no viņa. Tiktāl par Novosibirsku.

Gribu teikt: mūsu seminārā, kas nodarbojas ar ļoti modernām lietām, nav nekāds brīnums, ka ir diezgan daudz interesantu cilvēku, interesantu studentu. Jā, starp citu, daudzus gadus profesors Agnis Andžāns pie manis aiz rociņas atvedis studentus un rekomendējis: lūk, tas ir izcils students. Viens no tādiem bija Andris Ambainis. Tagad, raugoties pagātnē, cenšos saprast, ko īsti iemācīju Ambainim? Jāteic, mans nopelns bija iemācīt “atmosfēru”. Ka vajag nodarboties ar grūtiem uzdevumiem, vajag domāt, kur un kā es publicēšos, vajag skatīties uz visu plašo pasauli, ka ir citas zinātnieku sabiedrības un citas problēmas, par ko domāt. Konkrētās teorēmas? Droši vien, ka viņš arī kaut ko konkrētu nosauktu, bet tas nebija izšķirošais. Viņš ļoti daudz lasīja, dažreiz es viņam kaut ko ieteicu, dažreiz viņš to atrada pats. Tāpat kā Trahtenbrots pret mani, tā es centos izturēties pret viņu un arī pret citiem studentiem. Es domāju, ka šie paņēmieni, nostāja, ko uzskatīt par galveno, ko es iemācījos Novosibirskā, Ambaiņa gadījumā bija tieši tas, kas vajadzīgs. Nu, protams, arī citiem studentiem.

A. A.: – *Kādi būtu ieteikumi, ja kāds skolēns jūt: viņam pēc vannas sestdienas vakarā gribas gultā palasīt kaut ko par matemātiku vai kaut ko līdzīgu. Kas viņam jau skolas gados būtu jādara?*

R. F.: – Es saprotu jautājumu! Bet lāga nezinu atbildi! Man pat gribas teikt, ka ir vairākas lietas, kas vajadzīgas. Ko dažādi cilvēki ir atbildējuši uz jautājumu: vai ir kāda grāmata, kas jūsu dzīvē izdarīja lielu pagriezienu? Būtu interesanti dzirdēt šīs atbildes. Tās grāmatas, kas pārveidojušas toreizējā skolēna dzīvi, nemaz obligāti nav saistītas ar zinātnes virzienu, kurā pēc tam viņš strādājis, bet parasti tās ir bijušas ļoti spilgtas. Un šo grāmatu skaits patiesībā nav nemaz tik liels. Man laiku pa laikam ir bijusi vēlēšanās sastādīt tā-

du grāmatu sarakstu, bet tā nekad nav materializējusies. Viena no grāmatām, kuru ļoti daudzi min, ir *“Mikrobu mednieki”*. Piemēram, ir tāds cilvēks, kuram, šķiet, tā nu nepavisam nepiestāv! Maikls Rabins, Tjuringa prēmijas laureāts datorikā, vairāk matemātiķis nekā datorīķis, bet arī ļoti slavens datorīķis, ilgus gadus bijis Jeruzalemes Universitātes rektors, bet ne profesionāls administrators. Pasarg Dievs! Nē, vairāk zinātnieks. Viņš min tieši šo grāmatu. Man šķiet, tas ir tādēļ, ka šajā grāmatā ļoti spilgti parādās zinātnes gars, tāds nesavtīgu pētījumu gars. Vēl pirms gadiem trīsdesmit Padomju Savienībā krievu valodā iznāca tāda grāmata... tā latviešu valodā arī ir tulkota, bet daudzus gadus vēlāk. Īstais iespaids man ir no pirmizdevuma, un tāpēc es baidos pat teikt, kā to sauc. Pēc tam, kad biju lasījis šo grāmatu, man bija vieglāk klausīties kvantu mehānikas kursu augstsko-



Kopā ar Tjuringa prēmijas laureātu A. Karpu.

lā. Kad atkal pēc daudziem daudziem gadiem man kvantu algoritmu dēļ kvantu mehāniku nācās studēt vēlreiz un turklāt pašam no grāmatām, tad izrādījās, ka es vairāk atceros no tās grāmatas, kura tomēr nekad nepretendēja būt mācību grāmata, bet bija populārzinātniska literatūra plašā nozīmē. Skolēnam es vispirms noteikti ieteiktu tāda tipa grāmatu.

A. A.: – *Ko no tā, ko jūs līdz šim brīdim esat izdarījis, lielos vilcienos uzskatāt par savu vislabāko darbu?*

R. F.: – Sāksim ar matemātiku. Man bija liels pārsteigums, ka mans populārākais darbs Padomju Savienībā nesakrīt ar manu populārāko darbu Rietumos. Padomju Savienībā neapšaubāmi mani visvairāk pazina tāpēc, ka 1975. gadā man izdevās parādīt: ir iespējami varbūtiski algoritmi, kuri rēķina kādu uzdevumu ātrāk nekā klasiski determinēti algoritmi. Konkrētais gadījums bija vārda simetrijas pazišana, bet tikpat labi tas varēja būt kaut kas cits. Svarīgi, ka uzdevumā pašā nav nekāda mājiena uz kādām varbūtībām, tīri determinēts uzdevums. Izrādās: ja risināšanas procesā drīkst brīžiem uzņemt monētu un ar varbūtību $1/2$ uzkrīt ģerbonis, bet ar varbūtību $1/2$ cipars, tad kaut ko var izrēķināt būtiski ātrāk. Tas bija rezultāts, ar kuru mani pazina Padomju Savienībā. Savukārt ap 1980. gadu, es vairs neatceros precīzi, bija tāds gadījums, kad es biju mazliet saslīmis. Manus kolēģus visus aizsūtīja rudenī uz kolhozu, bet mani atstāja Rīgā. Jutu – tagad nekas cits nenotiek, es varu mierīgi strādāt. Un man izdevās pierādīt tādu lietu: ja mēs gribam pārbaudīt, vai divi polinomi ir pareizi sareizināti – vai naturāli skaitļi, vai matricas – šo pārbaudīšanu varbūtiski var izdarīt principiāli ātrāk nekā determinēti. Izrādījās, ka tādi algoritmi ir un ka šie algoritmi strādā ātrāk nekā pasaulē tik pazīstamie algoritmi, kas reizinājumu izrēķina. Tas ir tas, par ko mani visvairāk citē Rietumos.

Un jau pēdējā desmitgadē ir viens rezultāts, kas tehniski nav sevišķi sarežģīts – tāds olimpiādes tipa uzdevums – un ko es uzskā-

tu par būtiski svarīgu. Sakarā ar to pašu minēto Rimaņa hipotēzi es pētīju dažādus tās ekvivalentus formulējumus, atklāju un pierādīju: ir neatrisināts uzdevums no algoritmu sarežģītības teorijas – tipisks datorikas uzdevums, nekā kopīga ar klasisko matemātiku – un neatrisināts skaitļu teorijas uzdevums, ko pazina jau 20. gadsimta četrdesmito gadu beigās, kas ir savā starpā pierādāmi ekvivalenti. Ja vienu var atrisināt, tad var atrisināt arī otru, un otrādi. Tātad pietiek atrisināt vienu no tiem, un otra atrisinājumu iegūst automātiski. Man šis rezultāts liekas principiāli svarīgs tādēļ, ka tas nozīmē: tās grūtības, kas ir, risinot datorikas uzdevumu, var būt precīzi tās pašas grūtības, kas ir klasiskajā skaitļu teorijā, un otrādi. Mums tikai izskatās, ka vienā gadījumā tas ir skaitļu teorijas uzdevums, otrā gadījumā – datorikas.

A. A.: – *Ko jūs vēl gribētu pateikt, it sevišķi skolas auditorijai, kas sastāv gan no skolēniem, gan skolotājiem?*

R. F.: – Matemātiķa darbu cilvēki joprojām iztēlojas kā dziļi individuālu. Tas, kā cilvēki iedomājas matemātiķa darba ideālus apstākļus, ir dzīve ziloņkaula tornī, izolēti no visām mūsu pasaules likstām un nedienām. Bet patiesībā tas laiks jau sen beidzies. Būtiski, ka ne skolēniem, ne studentiem neviens nemāca, kā sadarboties vienam ar otru, kā rēķināt kopā. Datorzinātnē ir virziens “paralēlie algoritmi”, ko cilvēki neizprot, jo mēs esam pieraduši pie tā, ka strādājam vieni paši. Tipisks paralēls algoritms ir tas, ko tu dari ar kaut kādu lielu komandu. Lūk, divīzijas komandieris saka: *“Pirmais pulks ies pa labi, otrais ies taisni, trešais ies pa kreisi. Viņi sadarbosies tādā un tādā veidā. Ja notiek tas, tad pirmais pulks darīs to. Otrais pulks atkal sadalīsies divās apakšvienībās, kuras veidos tas bataljons sadarbībā ar tādu bataljonu.”* Tas ir tipisks paralēls algoritms. Bet mēs esam pieraduši pie tā, ka strādājam vieni – es esmu darba ņēmējs, man nosaka, ko darīt. Man

algoritms ir kaut kas tāds: ir aktīvs rēķināšanas punkts, ap to kaut kas notiek; es varu pierakstīt daudzas papīra lapiņas, bet es vienā laikā nodarbojos tikai ar vienu jautājumu. Mēs neprotam konstruēt paralēlus algoritmus. Tādu divīzijas komandieru dzīvē patiesībā vienmēr ir maz. Vai tās ir īpašas spējas, vai vienkārši mums gandrīz visiem tās ir neizkoptas, nezinu. Bet, nodarbojoties ar zinātni, pašlaik notiek kaut kas līdzīgs. Es esmu ļoti priecīgs, ka mūsu pulcīnā vai, ja gribat, sauciet to par semināru, ļoti bieži tiek izstrādāti daudzu autoru darbi. Piemēram, pagājušo gadu es Amerikā konferencē stāstīju par deviņu cilvēku darbu, kur lielākā daļa autoru bija Latvijas Universitātes 1. kursa studenti. Tas patiešām bija tā, nevis studenti tika pierakstīti pēmijas pēc; mēs visi smagi un izmisīgi strādājām. Un galvenās grūtības tomēr bija saprasties. Vienam ir viena doma, otram otra, kā to visu apvienot? Es uzskatu, ka tā ir lieta, ko skolēniem un studentiem māca nepietiekami. Es nezinu, kā to izdarīt. Bet tas ir kaut kas tāds, kā mums ļoti ļoti trūkst.

Man joprojām ir žēl, ka mēs esam stipri norobežojušies no humanitārām lietām. Kad es redzu savus skolotājus, kuri vēl tagad vai nu ir kolēģi, vai tūlīt vairs nebūs kolēģi, aizies pensijā, kā, piemēram, docents Vilnis Detlovs... Viņa klātbūtnē par mūziku nekad nerunāšu, jo par mūziku viņš zina nesalīdzināmi vairāk nekā es. Viņš to jūt vairāk. Viņš ir daudz domājis un rakstījis par mūzikas matemātisko teoriju. Es tur esmu melns un mazīnš. Bet Čikāgā vienā augsta līmeņa konferencē par kvantu skaitļošanu organizatori bija dabūjuši lielu skaitu biļešu uz slavenā Čikāgas simfoniskā orķestra koncertu. Un izrādījās, ka ļoti daudziem to nevajadzēja! Es jau nesaku, ka visiem vajag ar mākslām, ar humanitārām lietām nodarboties tik daudz, cik to dara Vilnis Detlovs, bet tomēr... Mēs paši padarām savu dzīvi nabadzīgāku. 🐼

IMANTS VILKS

INFORMĀCIJAS VEIDOŠANĀS UN JAUNRADE UNIVERSĀ

Mums skaidri jānoformulē savas vērtības, un es domāju, ka tās ir: zinātne, saprāts, skaidra un brīva domāšana, skepticisms, laba māksla, laba mūzika, laba literatūra un patiesības meklēšana. Pasauls zinātniekiem vajadzētu būt vadošajiem šajā laukā, bet es baidos, ka tas tā nebūs tikmēr, kamēr viņi nepazaudēs savu pašreizējo atalgojumu.

Viktors Stengers

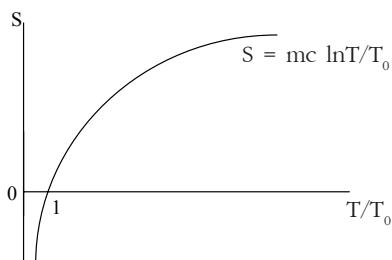
IEVADS

Globāla entropijas palielināšanās Universā ir vispārzināms fakts, bet tikpat globāla sakārtotības veidošanās pēc Lielā Sprādziena un, iespējams, ne lokāla (t. i., ne tikai uz Zemes) informācijas jaunrade mūsdienu literatūrā tiek pieminēta reti. Kaut arī informācijas jaunradi jau esam aplūkojuši [1], tagad šos nozīmīgos procesus – globāla sakārtotības veidošanās un informācijas jaunrade – aplūkosim kā kopēju procesu, kura pirmā daļa rada otrās pastāvēšanas noteikumus.

Lai izveidotu plašāku skatījumu, lietosim no konvencionālās atšķirīgu informācijas definīciju: *Informācija ir fizikālas vides makroparametrs, kas viennozīmīgi nosaka tās iespējamo stāvokļu telpu, bet gadījuma notikumu izpildījumā – kas tajā notiek.* Visus informācijas rašanās procesus varam iedalīt divās grupās.

1. Globāla neatgriezeniska sakārtotības veidošanās Universa atdzišanas dēļ. Jebkuras gāzveida, šķidrās vai cietas vielas ar masu m un siltuma kapacitāti c atdzišana saistīta ar tās entropijas jeb nesakārtotības samazināšanos saskaņā ar formulu $dS = dQ/T$, kur dQ – vielas atdotais siltuma daudzums, T – vielas absolūtā temperatūra. Ja viela siltumu atdod, to apzīmē $dQ < 0$, un līdz ar to arī $dS < 0$, t. i., vielas entropija samazinās un sakārtotība – palielinās. Izmantojot no vidusskolas fizikas kursa zināmo saņemtā vai atdotā siltuma daudzumu

ma formulu $dQ = mcdT$, iegūstam entropijas atkarību no temperatūras $S = m \int cdT/T$. Ja siltuma kapacitāte c ir konstanta, tad $S = mc \ln T [2]$. Šī logaritmiskā sakarība attēlota zīmējumā.



Tā ir globāla sakarība, kas raksturo Universa redzamās vielas entropijas samazināšanos jeb ierobežotu (tādā nozīmē, ka tā veido ap 1,5% no kopējās Universa masas) sakārtotības veidošanos pēc Lielā Sprādziena¹⁾.

¹⁾ Šajā grafikā absolūtās temperatūras vietā izmantota attiecība T/T_0 . Temperatūrai pazeminoties, vielas molekulu enerģiju varbūtību sadalījuma dispersija samazinās (likne kļūst aizvien šaurāka, [2]), un līdz ar to samazinās arī entropija. Pie $T = T_0$ visu molekulu enerģijām ir viena vērtība, kuras iestāšanās varbūtība vienāda ar 1 un entropija saskaņā ar formulu vienāda ar nulli. Absolūtās temperatūras nulli sasniegt nav iespējams, tai var tikai tuvojties.

Temperatūrai pazeminoties, samazinās arī vielas siltuma kapacitāte, tas entropijas samazināšanos padara vēl straujāku. Uzskatāmības labad šeit attēlota vienkāršota sakarība. Turklāt visām vielām temperatūras samazināšanās saistīta ar to agregātvokļu maiņu (fāzes pārejas), kas veido lēcienveida entropijas samazinājumus. Piemēram, ūdens tvaikiem kondensējoties vai ūdenim sasalstot, notiek molekulu sakārtošanās un atbilstoša entropijas samazināšanās. Mēs zinām globālas fāzes pārejas, kuras notika Visumā pēc Lielā Sprādziena. Piemēram, atomu sintēze no elementārdaļiņām. Hēlija atomu sintēze Saules (un citu zvaigžņu) dzīlēs rada to entropijas samazinājumu $dS = dQ/T$, kur dQ ir zvaigznes izstarotais siltums, bet T – zvaigznes temperatūra. Protams, kopējā Universa entropijas palielināšanās paliek spēkā. Piemēram, ja Saules temperatūra ir 6000 K, tā atdod siltumu dQ apkārtējai videi, kuras temperatūra ir 2,7 K, kopējais sistēmas Saule–Universs entropijas pieaugums ir $dQ(1/2,7 - 1/6000)$. Līdzīgu entropijas palielinājumu dod visi procesi, kuros viena vide siltumu atdod citai.

Aprakstītā redzamās matērijas entropijas samazināšanās jeb sakārtotības veidošanās ir globāls vienvirziena process, ko var tikai lokāli reversēt, piemēram, cietu vielu izkausējot, molekulas sadalot atomos un atomus sadalot elementārdaļiņās. Varam sacīt, ka šī globālā sakārtotības veidošanās notiek, angļu ķīmiķa P. Etkinsa (*Peter Atkins*) vārdiem runājot, pilnīgā saskaņā ar matērijas īpašībām un dabas likumiem, “lielajai atsperei attīnities” (*by unwinding of the great spring*) [3].

Zinātnieki uzskata, ka pēc Lielā Sprādziena Universa entropija bija maksimāla. Otrais termodinamikas likums saka, ka slēgtas sistēmas pilnā entropija nevar samazināties, bet var tikai palielināties. Kā var palielināties tas, kas jau ir maksimāls? V. Stengers to skaidro ar Universa izplešanos ([4], 150. lpp.): “*Universam izplešoties, maksimāli iespējamā entropija palielinās proporcionāli tā rādiusa kvadrātam.*” Bet kā iespējama globāla re-

dzamās matērijas entropijas samazināšanās? Universs tiek uzskatīts par slēgtu sistēmu (tam nav “apkārtējās vides”, kam atdot siltumu). No iepriekšējā redzam, ka sakārtotības veidošanās notiek, pateicoties globālam temperatūras samazinājumam. Atvērta sistēmā to var panākt, siltuma enerģiju atdodot apkārtējai videi, bet slēgtā sistēmā – ja tā izplešas. Tātad, lai Universā varētu notikt globāla (matērijas redzamās daļas) sakārtotības veidošanās, tam jāizplešas!

Izteiktās domas ir šķietamā pretrunā ar pazīstamo Visuma “siltuma nāves” scenāriju, saskaņā ar ko Visums turpina neierobežoti izplesties un atdzist, līdz visi iespējamie fizikālie un ķīmiskie procesi ir notikuši, temperatūras nehomogenitātes ir izlīdzinājušās, un Visuma viela sastingst. Par šo stāvokli saka, ka tā entropija ir maksimāla. Tā tas arī ir, bet – ar piebildi, ka matērijas atomu un molekulu veidošanā ieguldītā informācija šajā stāvoklī tomēr tiek saglabāta.

Mēs dzīvojam 270–300 K temperatūras diapazonā un varam sacīt, ka lieli procesi mūs novietojuši temperatūras skalas apakšējā daļā, kur temperatūras pazemināšanās un daudzās fāzes pārejas ir izveidojušas komplicētību (un arī mūs). Novērotajiem procesiem mēs pie-saistām laika virzienu: redzam mazu lokālu komplicētības palielināšanos (sevi un savus ražojumus) un globālāku nesakārtotības jeb entropijas palielināšanos. Esam pieraduši domāt, ka laiks “rit” kopā ar mūsu attīstību.

2. Informācijas jaunrade ar gadījuma notikumu un dabiskās izlases palīdzību. Šī sakārtotības veidošanās notiek dažādos kosmoloģiskos procesos (galaktiku, zvaigžņu un planētu veidošanās), dažādās fizikālās un ķīmiskās reakcijās un, visbeidzot, dzīvības būtņēs. Kvantu nenoteiktība, termiskās fluktuācijas un citi gadījuma notikumi rada fizikālās vides gadījuma stāvokļus, un dabiskā izlase (plašā nozīmē) “novāc”, nesaglabā tālākai eksistencei nepiemērotus stāvokļus un procesus. Šie divi procesi maina aplūkojamās fizikālās vides iespējamo stāvokļu varbūtību sadalījumu. Jo nelidzenāks, nevienmērīgāks

ir varbūtību sadalījums pēc izlases, jo lielāka ir jaunradītā informācija.

Augi un dzīvnieki izmanto iepriekš aprakstīto atomu un molekulu veidošanā ieguldīto informāciju. Tālākā informācijas jaunrade notiek uz šīs bāzes, mainot dažādu fizikālu vidu varbūtību sadalījumus, piemēram, tās elementu morfoloģiskās formas (vai cilvēka apziņā – vērtību sakārtojumus), izmantojot apkārtējā vidē un pašā mainīgajā matērijā agrāk ieguldīto informāciju. Apkārtējās vides ieguldījumu informācijas jaunrades procesā var aprēķināt, novērojot un reģistrējot tās iedarbju un dabisko izlasi izpildošo īpašību (reālos) varbūtību sadalījumus. Piemēram, informācijas daudzums, kuru mūsu apziņa saņem no apkārtējās vides un izmanto savā jaunradē, skaitliski vienāds ar starpību, ko iegūst, no vienmērīgas iedarbes varbūtību sadalījuma entropijas atņemot reālā varbūtību sadalījuma entropiju.

Cilvēka apziņa ir visaktīvākais mums zināmais informācijas jaunradītājs. Nepārtraukti mainīgā apkārtējā vide prasa jaunu izturēšanos. Lai izdzīvotu, katrs ir spiests izveidot jaunas atziņas, izpratnes un darbību. Gadījuma fluktuācijas smadzenēs rada lielu iespējamo stāvokļu (izpratņu un rīcības) telpu, prāts (kopā ar jūtām!) izanalizē un novērtē dažādas rīcības iespējas un pieņem lēmumus (kas neti balstās uz informāciju, kura pati ir raksturojama ar kaut kādu varbūtību sadalījumu).

Šī informācijas jaunrade būtiski atšķiras no pirmajā punktā aprakstītās:

- informācijas jaunrade nenotiek, "lielajai spirālei attīnīties", bet to ierosina no apkārtējās vides (vai organisma iekšējās vides) saņemtie signāli;
- informācijas jaunrades rezultātu nav iespējams paredzēt;

- jaunradīto informāciju pēc tās iznīcināšanas vai bojāejas nav iespējams atjaunot. Ja informācija gājusi bojā, sistēmai jāsāk jauni gadījuma meklējumi, kas pēc tam jāpakļauj apkārtējās vides apstākļu izlasei. Parasti jaunā meklēšanas procesā iegūtā informācija atšķiras no iepriekšējās;
- jaunradītās informācijas saglabāšana notiek ar dažādu automatiskās regulēšanas sistēmu palīdzību.

Mēs esam kā liela datora mazas programmas, kuru galvenais uzdevums ir nezināmas komplikētības veidošana un informācijas jaunrade. Šo procesu priekšnoteikumi ir ielikti, "iebūvēti" matērijas īpašībās un dabas likumos. Dabiskā izlase ir šo procesu neatņemama sastāvdaļa. Attiecībā uz sevi esam pietuvojušies šī likuma pakāpeniskai atmešanai: *"pirmo reizi cilvēces vēsturē...mēs esam sākuši veidot zināšanas, institūcijas un politiku, lai savu attīstību pārņemtu paši savā kontrolē."* ([5], 150. lpp.).

Aplūkotais ļauj izveidot precīzāku dzīvības definīciju²⁾: dzīva būtne ir tālu no termodinamiskā līdzsvara esoša pašorganizējoša struktūra, kas ģenerē izdzīvošanai derīgu informāciju, izmantojot agrāk uzkrāto un no apkārtējās vides saņemto informāciju.

FILOSOFISKIE SECINĀJUMI

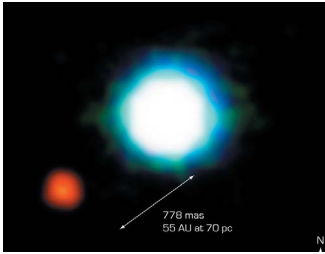
No uzrakstītā varam iegūt secinājumu par cilvēka vietu un nozīmīgumu: mēs esam vien-

²⁾ Roberts Eiress dod šādu dzīvības definīciju: dzīva būtne ir tālu no termodinamiskā līdzsvara esoša pašorganizējoša struktūra, kas tālākai izdzīvošanai uztver un uzkrāj informāciju no apkārtējās vides ([6], 109. lpp.).

no 49. lpp. → pretējos virzienos vērstie džeti, kas 3C 66B gadījumā ir nesimetriski. Galaktikas centrālajā daļā novērojumos ar VLBI sistēmu izdevies atklāt periodisku eliptisku kustību, ko var interpretēt kā dubultsistēmā saistītu supermasīvu melno caurumu orbītešanu. Attālumu līdz 3C 66B vērtē ap 71 Mps.

5. att. Radiogalaktikas 3C 66B rentgenuzņēmums, kas savietots ar tās radioattēlu (kontūrkarti). Gaišais objekts augšējā labajā stūrī ir BL LAC objekts 3C 66A, taču tas, tāpat kā apakšējā kreisajā stūrī redzamais klāsters, nav cēloņsakarīgi saistīts ar radiogalaktiku 3C 66B. ESA attēls

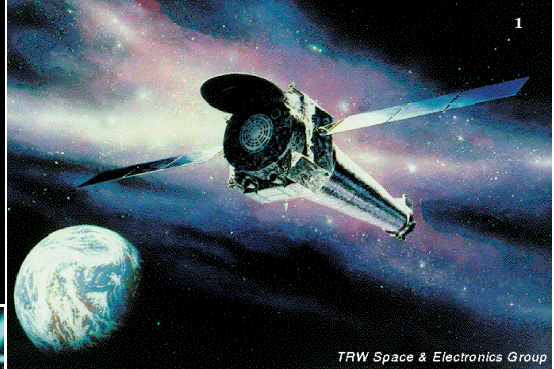
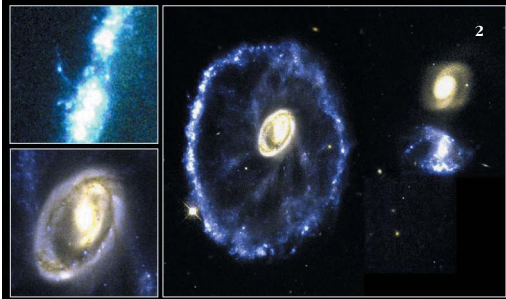
Sk. A. Balklava rakstu "Vai "Čandra" tālā galaktikā saskatījusi melnos caurumus?"



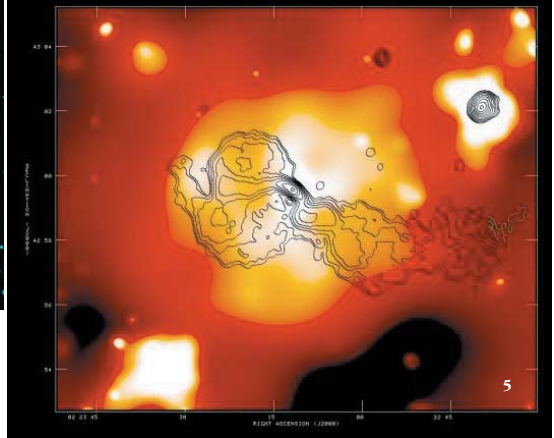
Brūnais punduris *2M1207 (centrā)* un iespējamā planēta $0,78''$ attālumā no tā. Attēls veidots no trim ekspozīcijām tuvajos infra-sarkanajos (viļņu garums $1,6 \mu\text{m}$, $2,2 \mu\text{m}$ un $3,8 \mu\text{m}$) staros. Ja turpmākie pētījumi, it sevišķi mazākā objekta relatīvās kustības noskaidrošana pret *2M1207*, apstiprinās to saistību, tad šis būs pats pirmais citplanētas attēls.

ESO PR photo

Sk. Z. Alksnes, A. Alkšņa rakstu "Vai citplanēta beidzot ir ieraudzīta?"



TRW Space & Electronics Group

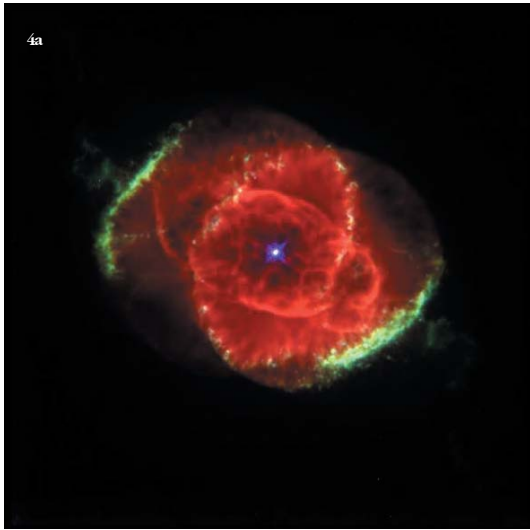
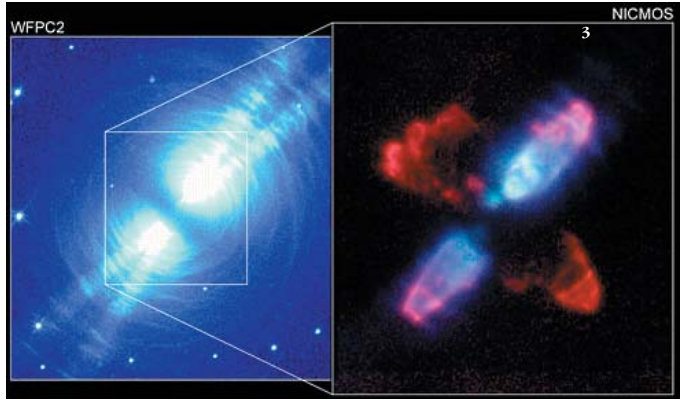
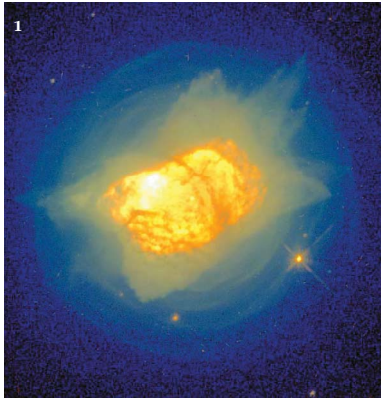


1. att. Rentgenstaru observatorija "Čandra".

2. att. Riteņa galaktika. Tā ir viena no galaktikām, kurās rit ļoti intensīvs jaunu un masīvu zvaigžņu veidošanās process, ko dēvē arī par zvaigžņu dzimšanas uzliesmojumu. Attēla *kreisajā pusē* redzami palielināti abu Riteņa galaktikas tuvumā fiksēto galaktiku uzņēmumi. Vienai no šīm galaktikām, iespējams, neregulārajai, nesenā pagātnē bijusi frontāla sadursme ar Riteņa galaktiku. Sadursmes rezultātā notikusi starpzvaigžņu materiijas gandrīz apļveida sablīvēšanās, kas izraisījusi novērojamo zvaigžņu dzimšanas uzliesmojumu. Attālums starp Riteņa galaktiku un abām pundurgalaktikām ir ap $0,3 \text{ Mps}$, t. i., nepārsniedz vienu miljonu g. g.

NASA/HST attēls

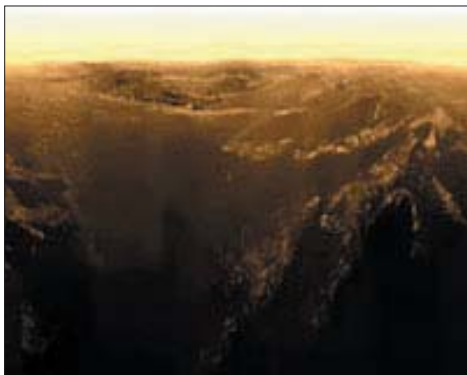
4. att. Radiogalaktikas *3C66B=B0220+427* optiskā un radioattēla superpozīcija. Optiskais attēls (*iekrāsots zilā krāsā*) ņemts no *Palomaras otrā digitalizētā debess apskata (Digitized Second Palomar Sky Survey)*, bet radioattēlu (*iekrāsots sarkanā krāsā*) 1996. gadā 1425 MHz frekvencē ($\lambda = 21 \text{ cm}$) ieguvusi M. Hārdkāsls (*M. J. Hardcastle*) ar kolēģiem. Redzami daudzām radiogalaktikām raksturīgie → 48. lpp.



1. att. Planetārais miglājs NGC 7027.
 3. att. Granātas miglājs CRL 2688 dažādās krāsās.
 4. att. a) un b) Kaķa acs miglāja izskats atkarībā no attēla iegūšanā izmantotajiem gaismas filtriem.
 6. att. Gravitācijas lēca ļauj saskatīt vienu no pirmajām Visuma galaktikām.

NASA/HST attēli

Sk. A. Balklava rakstu "Jauni interesanti kosmisko objektu uzņēmumi – 4".



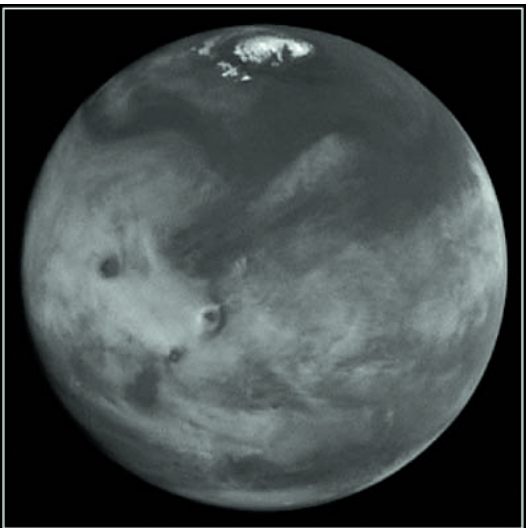
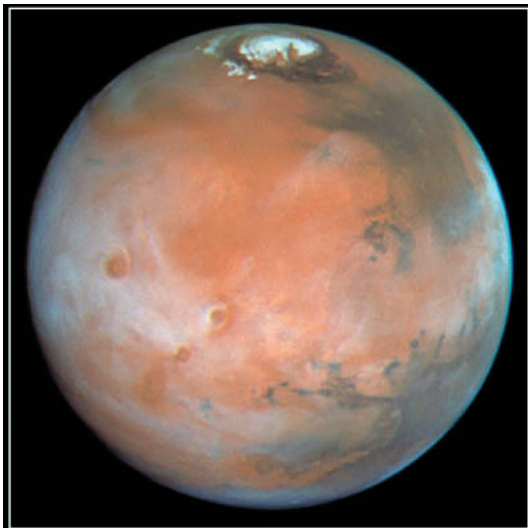
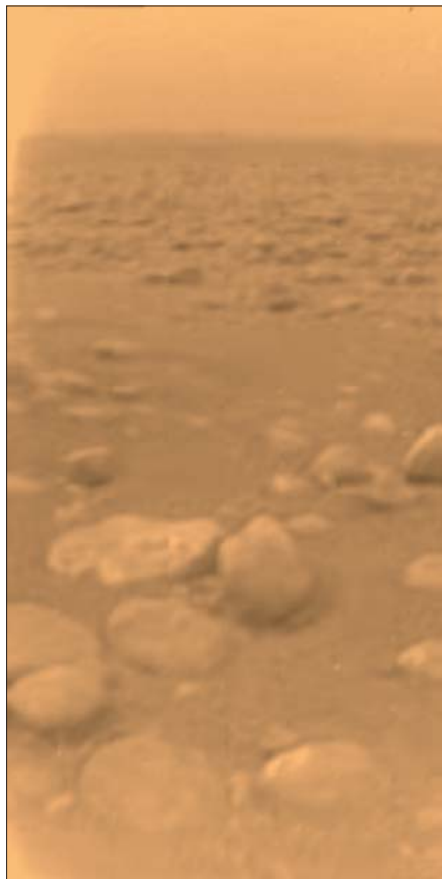
↑ Panorāmas attēls no aptuveni 8 km augstuma. Šajā mirklī vējš ar ātrumu apmēram 6–7 km/h zondi nesā pāri attēlā redzamajam līdzenumam.

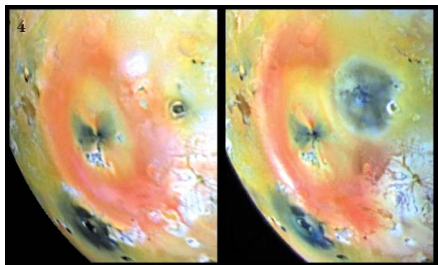
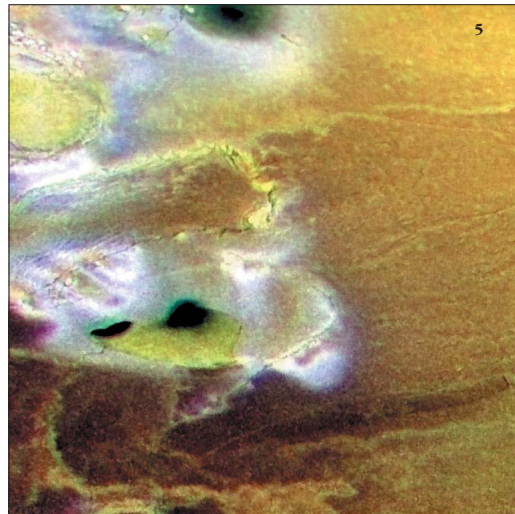
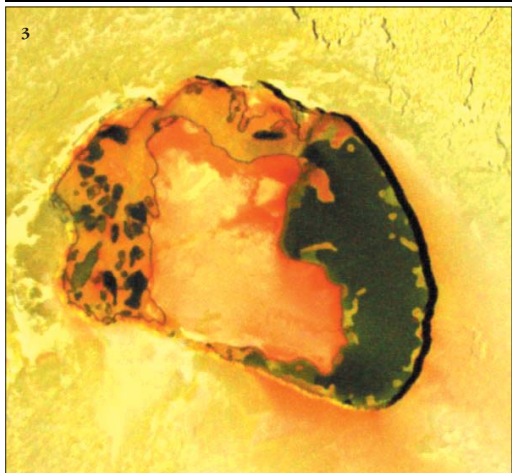
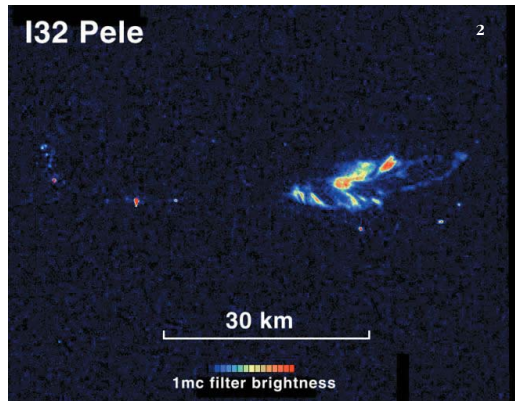
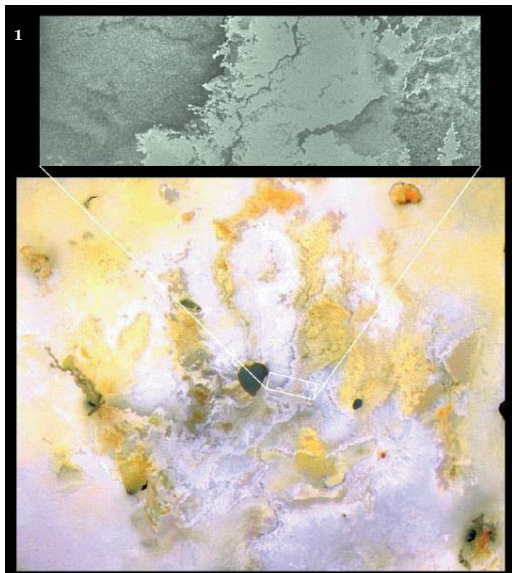
→ Titāna virsmas ainava, kādu to nofotografēja “*Huygens*” pēc nosēšanās. Attēlus uz citām pusēm diemžēl nebija iespējams iegūt, jo aparāta kameras nebija grozāmas. Nolaišanās gaitā pati zonde griezās ap savu asi, tādēļ panorāmas attēlus bija iespējams iegūt tikai no augšas. Priekšplānā esošie akmeņi ir aptuveni 10–15 cm lieli.
Sk. M. Sudāra rakstu ““Huygens” nosēšanās uz Titāna”.

↓ Marsa afēlija mākoņi no 100 miljonu kilometru attāluma, kādus tos novēroja ar Habla kosmisko teleskopu 1997. gada opozīcijas laikā.

NASA/HST attēls

Sk. J. Jaunberga rakstu “Marsa ledus mākoņi”.





1. *Emakong* vulkāna lava ir neparasti gaiša un, iespējams, sastāv no šķidra sēra.

2. *Pele* lavas ezera infrasarkanais uzņēmums naktī.

3. *Tuṭan* kalderu grezno sarkanais (S_4) un dzeltenais (S_8) sērs. Melnie rajoni šajā 900 metrus dziļajā un 75 km platajā kalderā ir karsta silikātu lava, kur sērs nevar kondensēties. *Pa labi* – *Galileo* infrasarkanais attēls.

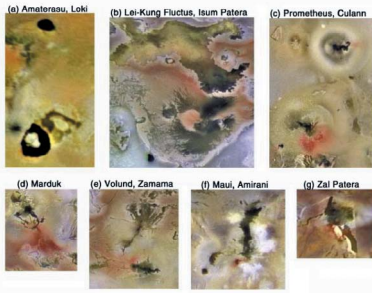
4. *Pillan* izmestie pelni pārklāj daļu no *Pele* sarkanā sēra riņķa. *Kreisais attēls* – 1997. gada 4. aprīli, *labais attēls* – 1997. gada 19. septembrī.

5. Jo Dienvidpola rajons. Redzama tumša, karsta silikātu lava, dzeltenī sēra nosēdumi un balti sēra dioksīda ledāji.

Sk. J. Jaunberga rakstu "Jo vulkāniskais safari".

NASA/JPL attēli

1

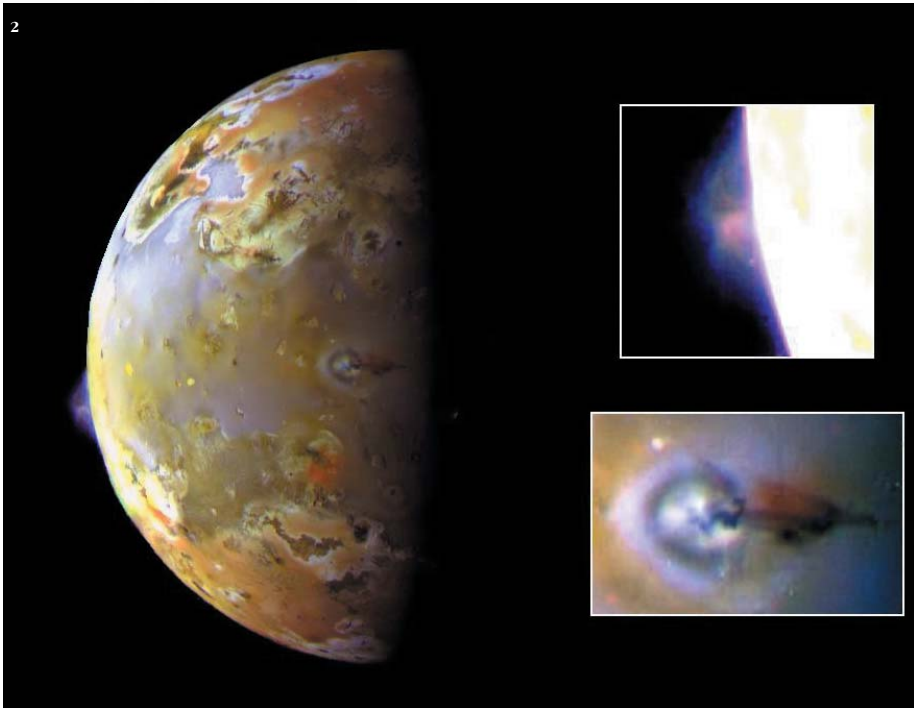


1. Jo galvenie vulkāniskie centri.
2. Gāzu un putekļu strūkļas no Jo vulkāniem.
3. Infrasarkanais Jo.

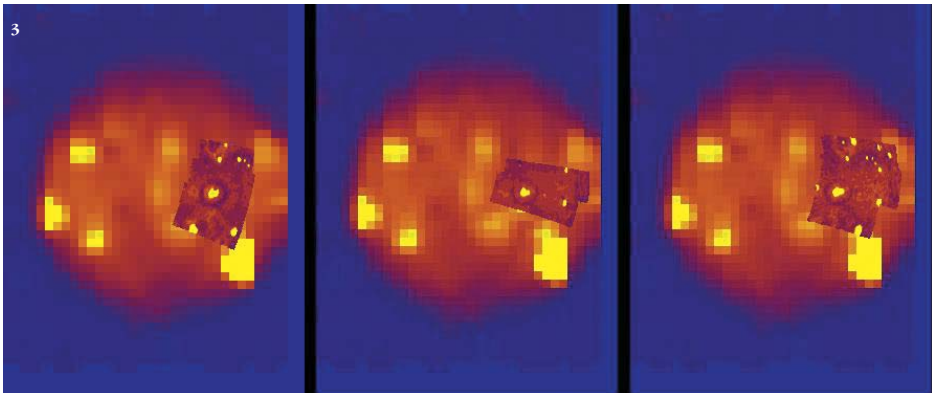
NASA/JPL/Galileo attēli

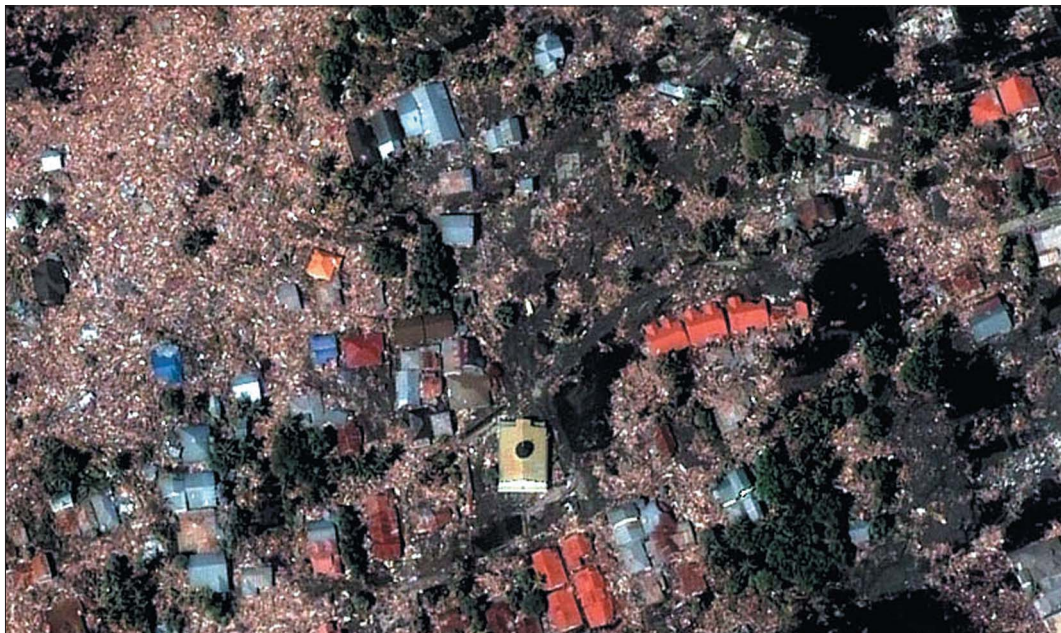
Sk. J. Jaunberga rakstu "Jo vulkāniskais safari".

2



3





Indonēzijas pilsētas Banda Ačehas (*Aceb*) neliela daļa – pusgadu pirms cunami 2004. gada 23. jūnijā (*apakšējais attēls*) un divas dienas pēc cunami 2004. gada 28. decembri (*augšējais attēls*).

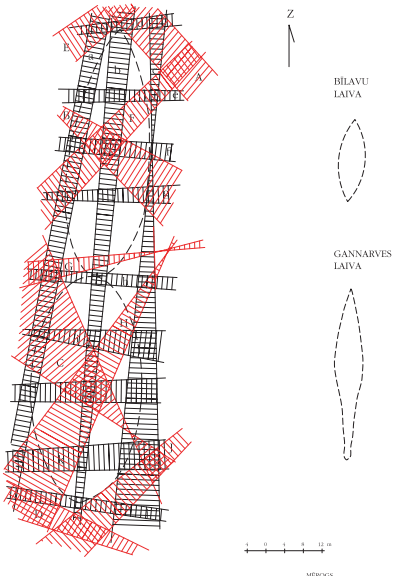
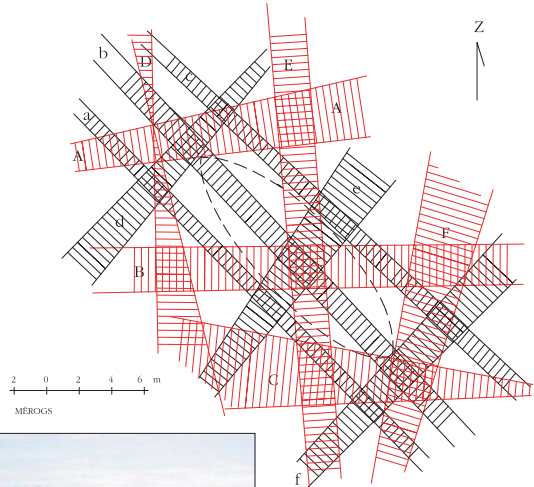
ZMP “QuickBird” iegūtie attēli

Sk. M. Gilla, D. Krieviņa sagatavoto materiālu “Cunami no kosmosa”.





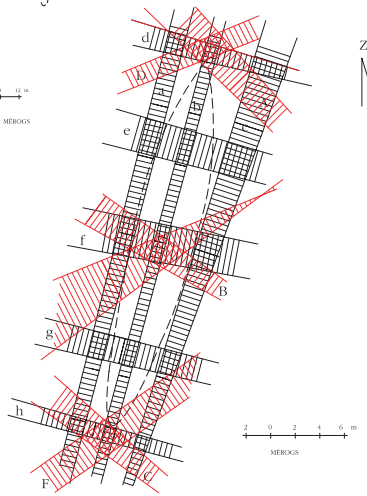
Bilavu "velna laiva" Ziemeļkurzemē.



← Akmens laivas Anundshogas senkapu laukā Zviedrijā.

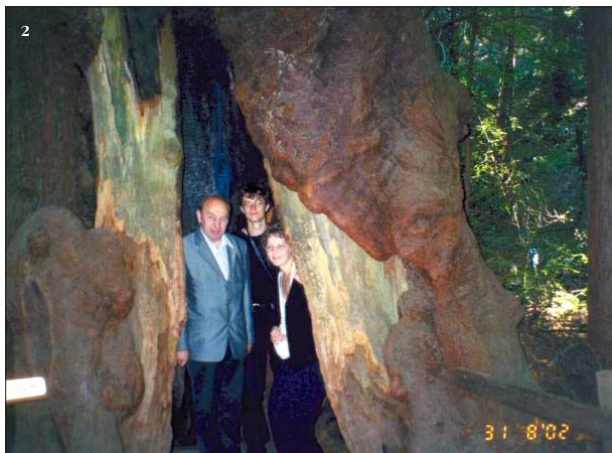
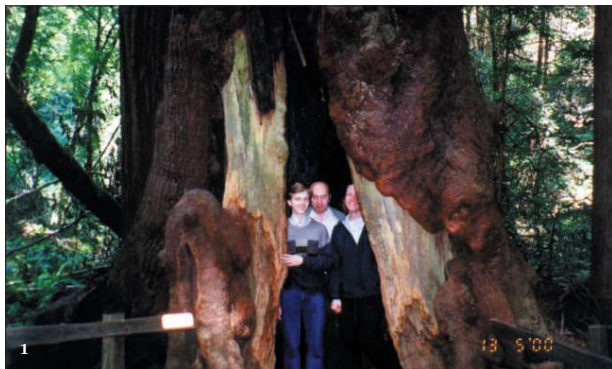
Gannarves akmens laiva Gotlandes salā.

Sk. L. Bērziņas rakstu "“Velna laivas” un Zemes garozas sīkās ģeodinamiskās struktūras”.



- APZĪMĒJUMI:
- PLANETĀRĀ PAMATTIKLA SISTĒMAS ĢEODINAMISKĀS ZONAS (ĀDERĒS)
 - LOKĀLĀ VAI REĢIONĀLĀ TĪKLA DIAGONĀLĀS SISTĒMAS ĀDERĒS
 - AKMENIS KRĀVĀJUMU KONĒTŪRAS

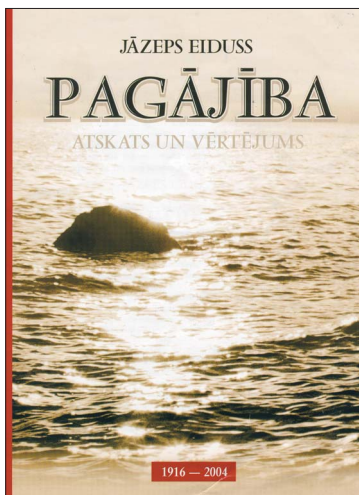




1. Renārs Gailis, Rūsiņš Freivalds un Andris Ambainis milzu sekvojā Kalifornijas konferences laikā.
2. Turpat kopā ar Gati Midrijāni un Aiju Bērziņu.
3. Konferences starplaikā Jokohamā.

Foto no R. Freivalda pers arhīva

Sk. prof. A. Andžāna intervijas nobeigumu ar prof. R. Freivaldu "Visa zinātne ir vienota".



Ieva Grotusa, Inese Karbanova, Ābrams Feldhūns



← Mārcis Auziņš, Anita Mellupe grāmatas atvēršanas svētkos.

Jelēnas Koptičas foto

Sk. N. Cimabovičas rakstu "Tempora mutantur et nos mutamur in illis".

gie zināmie informācijas jaunradītāji Universā. Mums nav pieejami novērojumi par matērijas īpašībās un dabas likumos ieliktais informācijas izcelsmi, bet šādas informācijas pastāvēšana ir nenoliedzama. Galvenais secinājums ir vienkāršs (un atšķirīgs no daudziem zinātnieku un filosofu izteikumiem par cilvēka eksistenci)³⁾: **Universa milzīgie izmēri neliecina par mūsu maznozīmīgumu, bet liecina par dzīvības rašanās mazvarbūtīgumu un tādējādi – par šajos procesos izmantoto un jaunradīto informāciju.**

Šeit izteiktais veido mūsdienīgas zinātniskās ētikas un morāles (un brīvās gribas diskusijas) pamatus: cilvēka apziņa ir informācijas apstrādes mašīna (galīgais automāts), kura izturēšanās (gadījuma noteikumu izpildījumā) noteikta ar tajā ielikto un dzīves laikā jaunradīto informāciju⁴⁾. Vai mums ir brīva griba? Vai arī mēs esam nolemti iet un rīkoties saskaņā ar mūsos ielikto informāciju? Šodien mēs ap sevi redzam cilvēkus, kuri ir pat it kā traģiski nolemti iet, darīt un rīkoties, lai sevi apliecinātu, izteiktu, pierādītu un parādītu. Lai kaut ko lielu un neikdienišķu paveiktu: mīlestībā, biznesā, sportā, zinātnē un nereti – vienkārši sev paņemot un citiem

³⁾ Piemēram, Kornellas Universitātes (ASV) profesors astrofiziķis Karls Sagāns (*Carl Sagan*; 1934–1996): “*Kas mēs esam? Mēs dzīvojam uz kādas vientuļas zvaigznes nenozīmīgas planētas, kas pazaudēta Universa galaktikas aizmirstā nostūrī, Universa, kurā ir daudz vairāk galaktiku, nekā šeit ļaužu.*” ([4], 141. lpp.).

⁴⁾ Šī informācijas teorijas atziņa ved pie ļoti “stipriem” secinājumiem: visas dzīvās būtnes lielā mērogā ir “nolemtas” rīkoties saskaņā ar tajās ielikto informāciju. Šis fakts ļauj mums ieraudzīt cilvēka dzīvi visai neparastā skatījumā: kāpēc daži no mums ir neikdienišķi talantīgi, bet citi – it kā dzimuši neveiksminieki. Un vēl: kā populāciju kultūras traumas (tradīcijas, reliģijas, mākslas) un mūsdienu masu informācijas līdzekļi veido (daži radikālāku uzskatu nesēji saka – manipulē...) mūs un mūsu rīcību.

atņemot. Šie jautājumi šķiet viennozīmīgi neatbildami un vispār neatrisināmi. Tomēr, ja izmantojam iepriekš iegūtās atziņas, tad dažas domas varam izteikt: mēs esam kā ceļa gājēji, kuri paši nezina, kāda būs nākamā aina un kāds būs ceļš, pa kuru iesim. Tāpat, kā pa jebkuru ceļu ejot, šodien nosaka mūsu iepriekšējā izvēle (iepriekšējā attīstība un apkārtējā vidē ieguldītā informācija), bet rītdienu nosaka mūsu pašreizējā izvēle. Turklāt pats interesantākais un svarīgākais – mēs tikai aptuveni zinām, kāda būs nākotnes aina, kuru mums rādīs šodien izvēlētais ceļš⁵⁾. Daudzi zinātnieki tikai tagad sāk lietot minētās informācijas teorijas atziņas. Piemēram, Prinstonas Universitātes zinātnieki Džoša Grīni (*Josua Greene*) un Džonatans Koens (*Jonathan Cohen*) raksta [7]:

“Progress neiroloģijas zinātnē mainīs mūsu priekšstatus par cilvēka rīcību un kriminālo atbildību: tās būs uzskatāmas mācību stundas, ko daži jau sen zina (piemēram, [8]). Brīva griba būtībā ir mūsu apziņas arhitektūras veidota ilūzija. Atmaksas jēdzieni krimināllikumā šo ilūziju tikai pastiprina. Ja mums paveiksies, tad tos aizstās konsekvētākas izpratnes, kas radikāli mainīs mūsu pieeju krimināllikumam un taisnīgumam. Mūsu pašreizējie likumi strikti un nesaudzīgi apietas ar indivīdiem, kuru rīcība patiesībā ir tādu spēku rezultāts, ko šie indivīdi nav veidojuši un nevar iespaidot. Pienāks laiks, kad likumi izturesies pret pārkāpējiem saskaņā ar šo izpratni, t. i., cilvēcīgi.”

Protams, ka brīvās gribas jautājumos zinātnieku starpā nav viena viedokļa. Autors šeit izteic viedokli, kas sakrīt ar daudzu eksakto zinātņu pārstāvju izteikumiem: mums nav brīvas gribas tādā nozīmē, ka mūsu rīcību no-

⁵⁾ Mēs to nezinām visos sīkumos, bet lielie likumi ir zināmi: tie ir gadu tūkstošos apjaustie un dažādās kultūrās (un reliģijās) formulētie cilvēces evolūcijas likumi, kas veido mūsdienīgas ētikas pamatus. Piemēram, izdzīvošanai kaitīgas informācijas ģenerētāji un nesēji lielākā laika mērogā ies bojā.

saka ģenētiski mantotā un mūsos ieguldītā informācija, bet mums ir brīva griba tādā nozīmē, ka ar savu izvēli piedalāmies jaunrades procesā, kura rezultātu paši nezinām.

Vai informācijas jaunrade ir tikai sagādīšanās Universa attīstībā vai arī tā ir kaut kā iepriekš noteikta? Atbilde ir vienkārša: tāpat kā jebkuras komplicētības rašanās, tā notiek saskaņā ar matērijas īpašībām un dabas likumiem, bet – gadījuma notikumu izpildījumā. Ģēnos (joti lēni) un dažādu sabiedrību kultūrās (tik ātri, ka mēs to ievērojam vienas paudzes laikā) tiek ģenerēta izdzīvošanai derīga un kaitīga informācija, un tikai dabiskā izlase noteiks, kuri izdzīvos.

Izklāstītie informācijas teorijas pamatjēdzieni ļauj izteikt dažas domas par maksīgā intelekta izveidošanu. Ir maza cerība, ka tuvākajā laikā izdosies izveidot maksīgo intelektu, kas pārspēs *Homo sapiens* tā vērtīgākajās jomās (atsevišķus uzdevumus, piemēram, apjomīgu skaitļošanu, sarežģītu situāciju analīzi, prognozēšanu un lēmumu pieņemšanu jau tagad datori nereti dara labāk). Pat ja mums izdosies datoros izveidot emociju, apziņas un informācijas jaunrades programmas⁶⁾, galvenais šķērslis paliek: tas ir laiks, kas nepieciešams izdzīvošanai derīgas informācijas izveidošanai un uzkrāšanai nepārtraukti mainīgos ārējos apstākļos. Ja mums pieejama minimāla informācija par optimālo izturēšanos pie jauniem ārējiem apstākļiem, tad labākā

⁶⁾ Tās ir īpašības, kas nenoliedzami veicina to nesēju izdzīvošanu. Vēl vairāk: tās ir īpašības, kas *Homo sapiens* paceļ pāri jebkurai mums zināmai dzīvības un komplicētības formai.

⁷⁾ Ja nu vienīgi mēs nākotnes datoriem liksim mācīties paātrināta laika režīmā, ievadot tajos jaunus ārējos apstākļus daudz ātrāk, nekā to dara reālā dzīve. Tādā veidā mēs paātrināsim viņu evolūciju un izdzīvošanai derīgas informācijas jaunradi. Šeit gan parādās nākamais ierobežojums: mums vēl būs jārada jaunu ārējo apstākļu ātrdarbīgi generatori jeb avoti – citi tādi paši inteligenti un emocijām apveltīti datori...

meklēšanas metode ir gadījuma meklējumi. Šo metodi cilvēki (un citas dzīvās būtnes) lieto jau miljoniem gadu⁷⁾.

No otras puses, ja mēs varēsim nolasīt cilvēka ģēnos ierakstīto informāciju, šo milzīgo pieredzi atšifrēt un pārnest uz maksīgā intelekta mašīnām (tas pašlaik ne tuvu nav iespējams), un izveidot tās ar atmiņu, ātrdarbību un komplicētību, kas pārsniedz attiecīgos cilvēka smadzeņu parametrus (tas tuvāko gadu laikā būs iespējams), tad šādas mašīnas pārspēs to radītājus.

Daudzi zinātnieki mūsu Universa antropro sakritību izcelsmi skaidro ar domu, ka mūsu Universs ir viens no daudziem (nenovērojamiem) miniuniversiem bezgalīgā superuniversā ([9], 235. lpp.): "*Katram miniuniversam ir savas fizikālās konstantes un dabas likumi. Dažos var būt dzīvība, kas atšķiras no mūsējās, citos varbūt dzīvības nav nemaz vai arī ir kaut kas tik komplicēts, ko mēs pat nevaram iedomāties. Skaidrs, ka mēs esam tādā universā, kurā ir dzīvība.*"

Šāda hipotēze ļauj skaidrot mūsu Universā novērotās informācijas izcelsmi: daudzie miniuniversi veido kaut kādu varbūtību sadalījumu, kura viena iespējamā varbūtība esam mēs.

Literatūras avoti

1. "*Zvaigžņotā Debess*", 2003./04. g. ziema, 57. lpp.
2. Douglas C. Giancoli. "*General Physics*" – Prentice Hall, Inc., 1984.
3. P. Atkins. "*Creation Revisited*" – Penguin Books, 1994.
4. Victor J. Stenger. "*Has Science Found God?*" – Prometheus Books, 2003.
5. Robert U. Ayres. "*Turning point*" – Earthscan, 1998.
6. Robert U. Ayres. "*Information, Entropy and Progress*" – AIP, 1994.
7. Joshua Greene and Jonathan Cohen. "*For the Law, Neuroscience Changes Nothing and Everything*" – Interneta sarakste.
8. "*Zvaigžņotā Debess*", 2002. g. vasara, 45. lpp.
9. Victor J. Stenger. "*The Unconscious Quantum*" – Prometheus Books, 1995. 🐦

AGNIS ANDŽĀNS

LATVIJAS 31. ATKLĀTĀS MATEMĀTIKAS OLIMPIĀDES UZDEVUMI

Olimpiāde notika 2004. gada 25. aprīli. To organizēja Latvijas Universitāte ar Rīgas Valsts 1. ģimnāzijas, Rīgas 2., 3. un 13. vidusskolu un Rīgas N. Draudziņas ģimnāzijas atbalstu. Olimpiādē piedalījās vairāk nekā 3300 skolēnu no visiem Latvijas novadiem.

Šodien iepazīstinām ar olimpiādes uzdevumiem. Atrisinājumus sk. nākamajā "Zvaigžņotās Debess" numurā.

5. klase

1. Sauksim naturālu skaitli par interesantu, ja tas nesatur ciparu 0 un tā pirmais cipars par 2 mazāks nekā visu citu ciparu summa.

a) Kāds ir mazākais interesantais pieci-ciparu skaitlis?

b) Kāds ir lielākais interesantais skaitlis?

2. Kvadrāts sastāv no 4×4 vienādām kvadrātiskām rūtiņām. Katrā rūtiņā ierakstīts naturāls skaitlis no 1 līdz 16 (visi skaitļi dažādi). Skaitļu summas rindiņās, kolonnās un abās diagonālēs ir 10 pēc kārtas sekojoši naturāli skaitļi.

4	5	7	14
6	13	3	?
11	12	9	
10			

1. zīm.

Daļa ierakstīto skaitļu parādīti 1. zīm. Kāds skaitlis ierakstīts rūtiņā, kurā ir jautājuma zīme?

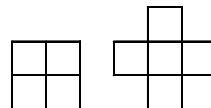
3. Kvadrātā, kas sastāv no 4×4 vienādām kvadrātiskām rūtiņām, katrā rūtiņā dzīvo pa vienam votivapam; taisnstūrī, kas sastāv no 2×8 vienādām kvadrātiskām rūtiņām, katrā rūtiņā dzīvo pa vienam šillišallam. Rūķiši grib mainīt dzīvesvietas: votivapas grib pārcelties uz taisnstūrī, bet šillišallas – uz kvadrātu.

a) Vai to var izdarīt tā, lai katrs divi votivapas, kas kvadrātā dzīvoja blakus rūtiņās, arī taisnstūrī dzīvotu blakus rūtiņās?

b) Vai to var izdarīt tā, lai katrs divi šillišallas, kas taisnstūrī dzīvoja blakus rūtiņās, arī kvadrātā dzīvotu blakus rūtiņās?

Piezīme: divas rūtiņas sauc par blakus rūtiņām, ja tām ir kopīga mala.

4. Vai eksistē taisnstūris, kura malas iet pa rūtiņu līnijām un kuru var sagriezt tādās daļās, kādas attēlotas 2. zīm.? Jābūt vismaz vienai katra veida daļai.



2. zīm.

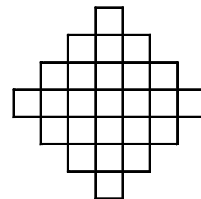
5. Vai naturālos skaitļus no 1 līdz 10 ieskaitot var izrakstīt rindā katru vienu reizi tā, lai pirmais skaitlis dalītos ar otro, pirmo divu skaitļu summa – ar trešo, pirmo trīs skaitļu summa – ar ceturto utt., pirmo deviņu skaitļu summa – ar desmito?

Vai līdzīgā veidā var uzrakstīt naturālos skaitļus no 1 līdz 13 ieskaitot?

6. klase

1. Dots, ka 19 vienādas grāmatas kopā maksā 24 latus ar santīmiem, bet 18 tādas pašas grāmatas – 22 latus ar santīmiem. Cik maksā viena grāmata?

2. Kādu lielāko daudzumu taisnstūru, kas sastāv no vismaz divām rūtiņām katrs, var izgriezt no 3. zīm. attēlotās figūras?



3. zīm.

3. Vairākās kaudzītēs kopā ir 58 sērkoņi; nevienā kaudzītē nav ne mazāk par vienu, ne vairāk par 12 sērkoņiem.

Pierādit: ir vai nu divas kaudzītes, kurās ir vienāds sērkoņu skaits, vai arī divas kaudzītes, kurās kopā ir tieši 13 sērkoņi.

4. Kvadrāts sastāv no 8×8 rūtiņām. Kreisajā apakšējā rūtiņā atrodas figūriņa. Divi spēlētāji pēc kārtas bida figūriņu. Ar vienu gājieni figūriņu var pabīdīt vai nu vienu rūtiņu pa labi, vai vienu rūtiņu uz augšu, vai vienu rūtiņu pa diagonāli "uz augšu un pa labi". Zaudē tas, kurš nevar izdarīt gājieni.

Kurš uzvar, pareizi spēlējot, – pirmais vai otrs spēlētājs?

5. No sākuma uz tāfeles uzrakstīti skaitļi 2; 3; 4; 5; 6 (katrs vienu reizi). Ar vienu gājieni var izvēlēties divus uzrakstītus skaitļus (apzīmēsim tos ar a un b), nodzēst tos un vietā uzrakstīt skaitļus $a+b$ un $a \cdot b$. Vai, atkārtojot šādus gājienu, var panākt, ka uz tāfeles vienlaikus atrodas skaitļi 21; 27; 64; 180; 225?

7. klase

1. Ja skaitļi a un b ir dažādi, tad ar $\max(a, b)$ apzīmējam lielāko no tiem.

Dots, ka skaitļi $x; y; z; t; x+z; y+t$ visi ir dažādi un:

$$\max(x, y) + \max(z, t) = \max(x + z, y + t).$$

Pierādit, ka $(x - y)(z - t) > 0$.

2. Taisnleņķa trijstūrī ABC novilkts augstums CH pret hipotenūzu AB. Punkts M atrodas uz hipotenūzas un $BM = BC$; punkts N atrodas uz katetes AC un $CN = CH$. Pierādit, ka $MN \perp AC$. (Piezīme: drikst izmantot to, ka katra trijstūra iekšējo leņķu lielumu summa ir 180° .)

3. Kādam mazākajam naturālajam n visas daļas

$$\frac{5}{n+7}, \frac{6}{n+8}, \frac{7}{n+9}, \dots, \frac{35}{n+37}, \frac{36}{n+38}$$

ir nesaisināmas?

4. Izliektā septiņstūrī ABCDEFG punkti $A_1, B_1, C_1, D_1, E_1, F_1, G_1$ ir attiecīgi malu DE, EF, FG, GA, AB, BC, CD viduspunkti. Dots, ka

$AA_1 \perp DE, BB_1 \perp EF, CC_1 \perp FG, DD_1 \perp GA, EE_1 \perp AB$ un $FF_1 \perp BC$. Pierādit, ka $GG_1 \perp CD$.

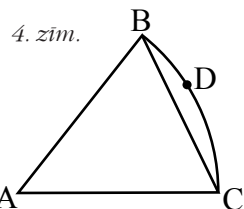
5. Kādā komisijā strādā septiņi diplomāti. Katri divi savā starpā sarunājas angļu, vācu vai franču valodā (tikai vienā). Katrs diplomāts ar diviem kolēģiem sarunājas angļiski, ar diviem – vāciski, ar diviem – franciski.

Pierādiet: var atrast trīs diplomātus, kuri savā starpā sazinoties lieto visas trīs valodas.

8. klase

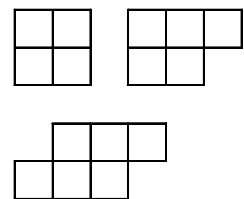
1. Dots, ka kvadrātviensdojuma $x^2 + px + q = 0$ saknes ir x_1 un x_2 , bet kvadrātviensdojuma $x^2 + ax + b = 0$ saknes ir x_1^2 un x_2^2 . Izsacīt a un b ar p un q palīdzību.

2. Dots, ka $\triangle ABC$ pastāv sakarības $AB = AC$ un $\angle ABC = 60^\circ$; w ir riņķa līnijas loks, kura centrs ir A, bet galapunkti B un C (sk. 4. zīm.). Uz loka w izvēlēts punkts D, kas atšķiras gan no B, gan no C. Dots, ka X, Y, Z, T ir attiecīgi nogriežņu AB, BD, DC, CA viduspunkti. Pierādit, ka $XZ \perp YT$.



3. Dots, ka A un B – naturāli divciparu skaitļi. Skaitli X iegūst, pierakstot skaitlim A galā skaitli B; skaitli Y iegūst, pierakstot skaitlim B galā skaitli A. Dots, ka $X - Y$ dalās ar 91. Pierādit, ka $A = B$.

4. Kvadrāta malas garums ir 1 m. Tajā novilkta līnija, kas to sadala vairākās daļās; katra daļa vienāda ar kādu no figūrām, kas redzamas 5. zīm. (rūtiņas malas garums ir 1 cm). Aprēķināt novilkto līniju kopējo garumu.



5. zīm.

5. Virknē augoša kārtībā izrakstīti naturālie skaitļi no 1 līdz 2004 ieskaitot, katrs vienu reizi. Izsvitrojām no tās skaitļus, kas atrodas 1., 4., 7., 10.,... vietā. No palikušās virknes

atkal izvītrojam skaitļus, kas tajā atrodas 1., 4., 7.,... vietās. Ar iegūto virkni rīkojamies tāpat, kamēr paliek neizsvītrots viens skaitlis. Kurš tas ir?

9. klase

1. Dots, ka vienādojumam

$$2x^2 + (p_1 + p_2)x + (q_1 + q_2) = 0$$

eksistē atrisinājums. Pierādīt, ka vismaz vienam no vienādojumiem

$$x^2 + p_1x + q_1 = 0 \text{ un } x^2 + p_2x + q_2 = 0$$

arī eksistē atrisinājums.

2. Dots, ka a un b – naturāli skaitļi un $a + b$ ir nepāra skaitlis. Zināms, ka katrā skaitļu ass punktā ar veselu koordināti dzīvo pa rūķītiem: dažos punktos – votivapas, pārējos – šillišallas. Pierādīt, ka eksistē tādi divi vienas cilts rūķīši, attālums starp kuriem ir vai nu a , vai b .

3. Dots, ka ABCD – kvadrāts, bet w – riņķa līnija, kas iet caur A un B; punkti C un D atrodas w iekšpusē. Stari BD un BC krusto w attiecīgi punktos E un F. Apzīmējam CF viduspunktu ar M. Pierādīt, ka $EM \perp BC$.

4. Dots, ka n – naturāls skaitlis. Katrs no $2n + 1$ rūķīšiem Liendienās vienu reizi ieradās pie Sniegbaltītes un kādu laiku tur uzturējās. Ja divi rūķīši vienlaikus bija pie Sniegbaltītes, tad viņi tur satikās. Zināms, ka katrs rūķītis pie Sniegbaltītes satika vismaz n citus rūķīšus.

Pierādīt: ir tāds rūķītis, kas pie Sniegbaltītes satika visus $2n$ citus rūķīšus.

5. Kvadrāts sastāv no $n \times n$ rūtiņām. Katrā rūtiņā jāieraksta viens no skaitļiem -1 ; 0 ; 1 tā, lai n rindās un n kolonnās ierakstīto skaitļu summas visas būtu dažādas.

Vai to var izdarīt, ja **a)** $n = 4$; **b)** $n = 5$?

10. klase

1. Atrast mazāko pozitīvo skaitli a , kam piemīt īpašība:

$$\text{ja } x > y > a, \text{ tad } x^2 - 2x > y^2 - 2y.$$

2. Pusriņķa līnijas diametrs ir AB. Uz pusriņķa līnijas ņemti divi punkti M un N, kas nesakrīt ne ar A, ne ar B. Stari AM un BN krustojas punktā O.

Pierādīt: ap ΔMNO apvilktās riņķa līnijas garums atkarīgs tikai no hordas MN garuma, nevis no tās novietojuma.

3. Dots, ka n – naturāls skaitlis.

a) Pierādīt, ka $\sqrt{n^2 + 11n + 30}$ nav naturāls skaitlis.

b) Atrast šā skaitļa pirmo ciparu aiz komata atkarībā no n .

4. Tenisa turnīrā piedalījās profesionāli un amatieri; katrs ar katru spēlēja tieši vienu reizi. Profesionāļu bija par deviņiem vairāk nekā amatieru, un viņi visi kopā izcīnīja deviņas reizes vairāk uzvaru nekā visi amatieri kopā. Kāds ir lielākais iespējamais uzvaru skaits, ko šādā turnīrā varēja izcīnīt kāds amatieris? Tenisā neizšķirtu nav.

5. Vai, izmantojot tikai trīs dažādus ciparus, var uzrakstīt 16 trīsciparu skaitļus, kas visi dod dažādus atlikumus, dalot ar 16?

11. klase

1. Vai eksistē tāds naturāls skaitlis n , ka $2004^n - 1$ dalās ar $1500^n - 1$?

2. Kvadrāts ABCD sastāv no 4×4 vienādām kvadrātiskām rūtiņām. Katrā rūtiņā novelk vienu diagonāli un vienu no iegūtajiem trijstūriem nokrāso baltu, otru – melnu. Nekādiem diviem vienādi nokrāsotiem trijstūriem nedrīkst būt kopīga mala. Cik dažādi kvadrāta krāsojumi iespējami?

3. Vienādsānu trapecē ABCD zināms, ka $AB = BC = CD$ un $BC < AD$; diagonāļu krustpunkts ir O. Pierādīt, ka nogriežņu AO un BC viduspunkti, kā arī virsotnes C un D atrodas uz vienas riņķa līnijas.

4. Dots, ka a un b – pozitīvi skaitļi. Pierādīt, ka $a^a \cdot b^b \geq a^b \cdot b^a$.

5. Komisijā darbojas 25 deputāti, daži no tiem draudzējas (ja A draudzējas ar B, tad arī B draudzējas ar A). Katram deputātam ir tieši n draugi. Ja kādi divi deputāti (apzīmēsim tos ar X un Y) nedraudzējas savā starpā, tad noteikti eksistē tāds deputāts, kurš draudzējas gan ar X, gan ar Y.

Kāda ir mazākā iespējamā n vērtība?

12. klase

1. Dots, ka n – naturāls skaitlis, $n > 1$.
Vai izteiksmi

$$(x^n + x^{n-1} + \dots + x + 1)^2 - x^n$$

noteikti var izsacīt kā divu polinomu reizinājumu tā, lai neviena no šiem polinomiem nebūtu konstante un visi abu polinomu koeficienti būtu veseli skaitļi?

2. Kvadrāti ABCD un $A_1B_1C_1D_1$ atrodas paralēlās plaknēs; abiem virsotnes uzrādītas pulksteņa rādītāja kustības virzienā. Pierādīt, ka $AA_1^2 + CC_1^2 = BB_1^2 + DD_1^2$.

3. Funkcijai $f(n)$ gan argumenti, gan vērtības ir naturāli skaitļi, un katriem diviem naturāliem skaitļiem x un y pastāv vienādība

$$xf(y) + yf(x) = (x + y)f(x^2 + y^2).$$

Atrast visas šādas funkcijas f un pierādīt, ka citu bez jūsu atrastajām nav.

4. Ar n apzīmējam patvaļīgu nepāra naturālu skaitli, kas lielāks par 1. Pierādīt: abi skaitļi n un $n + 2$ vienlaikus ir pirmskaitļi tad un tikai tad, ja $(n - 1)!$ nedalās ne ar n , ne ar $n + 2$.

5. Konkursā uz direktora vietu pieteicās n kandidāti. Tos vērtēja astoņi eksperti. Katrs eksperts katru kandidātu novērtēja ar “derīgs” vai “nederīgs”. Izrādījās, ka katriem diviem kandidātiem A un B izpildās sekojošais:

“A derīgs, B derīgs” nolēmuši divi eksperti,
“A derīgs, B nederīgs” nolēmuši divi eksperti,

“A nederīgs, B derīgs” nolēmuši divi eksperti,

“A nederīgs, B nederīgs” nolēmuši divi eksperti.

Kāda ir lielākā iespējamā n vērtība?

Latvijas 32. atklātā matemātikas olimpiāde notiks svētdien, 24. aprīlī. Vēl varat pagūt pieteikties dalībai tajā! Olimpiādē drīkst piedalīties jebkurš 5.–12. klašu skolēns. Obligāti jāatsūta pieteikums (*sk. veidlapu blakus lappusei*) līdz **4. aprīlim**. Pieteikums ir jāatsūta pa e-pastu nms@lu.lv MS Word dokumenta formātā vai pa parasto pastu:

LU A. Liepas NMS. AMO

Fizikas un matemātikas fakultāte

Raiņa bulv. 19

Rīga, LV-1586

Precizāku informāciju par pieteikumu noformēšanu un olimpiādes norisi sk. LU A. Liepas NMS mājaslapā www.lis.lv/NMS/ vai arī droši zvaniet pa tālr. 7034498.

Kā abonēt “ZVAIGŽŅOTO DEBESI”?

Populārzinātnisko gadalaiku izdevumu var abonēt:

- abonēšanas centrā “**Diena**” Rīgā un tā filiālēs (cena Ls 6,00/gadā, Ls 1,50/num.);
- apgādā “**Mācību grāmata**” Rīgā, Katrīnas dambī 6/8;
- **Latvijas Pasta nodaļās**, ieskaitot naudu “**Mācību grāmatai**”, reģ. Nr. LV 50003107501, kontā LV60 LPNS 0001 0000 96214 ar norādi “**Par žurnālu “Zvaigžņotā Debess”**”, atzīmējot piegādes periodu, pasūtāmo eksemplāru skaitu, kā arī uzrādot precīzu un salasāmu piegādes adresi. Abonēšanas indekss 2214.

Abonēšanas cena 2005. gadam **Ls 4,80** (*pielikumā – Astronomiskais kalendārs 2006. gadam*), vienam numuram – **Ls 1,20**.

Uzziņas pa tālruni **7325322**.

RĪGAS 32. ATKLĀTĀ ASTRONOMIJAS OLIMPIĀDE

2004. gada 23. un 24. aprīlī notika Rīgas 32. atklātā astronomijas olimpiāde 7.–12. klašu skolēniem. Pasākumu organizēja Latvijas Astronomijas biedrība, to atbalstīja Rīgas Domes Izglītības, jaunatnes un sporta departaments, Latvijas Universitātes Astronomijas institūts un Tehniskās jaunrades nams “Annas 2”. Olimpiādē piedalījās 36 dalībnieki, no kuriem 10 bija pamatskolas skolēni, bet 26 dalībnieki – vidusskolēni. Lielākā daļa jauniešu, kuri vēlējas pārbaudīt savas zināšanas astronomijā, bija Rīgas skolu skolēni, taču bija arī tādi, kas mēroja tālāku ceļu – viens dalīb-



Brīvajā laikā varēja aplūkot F. Canderu muzeja ekspozīciju.
B. Frēlības foto

nieks bija no Valmieras ģimnāzijas un divi – no Daugavpils krievu vidusskolas–liceja. Olimpiādē bija pārstāvētas šādas Rīgas skolas: Valsts 1. ģimnāzija – 13 dalībnieki, Āgenskalna ģimnāzija un Uzņēmējdarbības koledža – 3 dalībnieki, 10. vidusskola un 2. vidusskola – 2 dalībnieki; pa vienam dalībniekam bija no 40. vidusskolas, 84. vidusskolas, Centra humanitārās vidusskolas, Ilģuciema vidusskolas, F. Brīvzemnieka pamatskolas, Ziemeļvalstu ģimnāzijas, Uzņēmējdarbības tehniskās skolas, Kultūru vidusskolas, 75. vidusskolas, Anniņmuižas vidusskolas.

Atšķirībā no iepriekšējo gadu olimpiādēm, šajā olimpiādē bija uzaicināti piedalīties arī 7. un 8. klašu skolēni. Līdz ar to rezultātu vērtēšana notika divās grupās: 7.–9. klašu grupā un 10.–12. klašu grupā.

Olimpiāde tradicionāli sastāvēja no divām kārtām. Pirmā kārtā notika 23. aprīlī Latvijas Universitātes Fizikas un matemātikas fakultātē. Dalībniekiem noteiktā laikā bija jāizpilda tests par astronomijas jautājumiem. Visveiksmīgāk ar šo uzdevumu tika galā Rīgas Ziemeļvalstu ģimnāzijas 11. klases skolnieks Jānis Blūms un tāpēc ieguva maksimālo punktu skaitu. 7.–9. klašu grupā vislabākais rezultāts bija Rīgas 40. vidusskolas 7. klases skolniekam Aleksandram Kiseļovam.

Vēl šajā kārtā visiem dalībniekiem bija jāatrisina pieci uzdevumi no dažādām astronomijas jomām. Šī olimpiādes daļa bija viena no sarežģītākajām. Katru gadu astronomijas olimpiādes organizatori sastāda jaunus uzdevumus. Lai tos veiksmīgi atrisinātu, nepieciešamas labas astronomijas, matemātikas un fizikas zināšanas un ne tikai. Tāpēc, risinot šos uzdevumus, skolēni var izmantot dažādus palīgmateriālus – grāmatas, rokasgrāmatas u. c.

Šajā olimpiādes posmā 10.–12. klašu grupā vislabāk veicās Rīgas Valsts 1. ģimnāzijas 12. klases skolniekam Jānim Strautmanim, bet

7.–9. klašu grupā – Rīgas 84. vidusskolas 9. klases skolniekam Mikam Valdēnam. Diemžēl abiem puīšiem līdz maksimālajam punktu skaitam tomēr vēl ļoti daudz pietrūka.

Olimpiādes otrā kārtā notika nākamajā dienā, 24. aprīlī, Fridriha Candra muzejā. Dalībniekiem mutiski bija jāatbild uz trim astronomijas jautājumiem. Pirmais jautājums bija par Saules sistēmu, otrais – par zvaigžņu un galaktiku pasauli, bet trešais bija āķīgs jautājums par likumsakarībām kosmiskajā pasaulē.

Otrās kārtas noslēgumā visi olimpiādes dalībnieki noklausījās Valsts skolēnu zinātniskās konferences Astronomijas sekcijas dalībnieku ziņojumus un uzdeva jautājumus darbu izstrādātājiem.

Brīvajā laikā skolēni varēja iepazīties ar F. Candra muzeja ekspozīciju.

Olimpiādes uzvarētāji saņēma diplomus un piemiņas balvas.

Šāgada uzvarētāji 7.–9. klašu grupā ir:

1. vieta – **Aleksandrs Kiseļovs**, Rīgas 40. vidusskola, 7. klase;
 2. vieta – **Miks Valdēns**, Rīgas 84. vidusskola, 9. klase;
 3. vieta – **Kārlis Lukstaraups**, Rīgas Centra humanitārā vidusskola, 7. klase;
- atzinība – **Oskars Kolists**, Rīgas 2. vidusskola, 8. klase, **Mārtiņš Puriņš**, Āgenskalna Valsts ģimnāzija, 9. klase.



Kamēr žūrija apkopo rezultātus, uzdevumu sastādītāji skaidro risinājumu gaitu. *B. Frēlības foto*

Uzvarētāji 10.–12. klašu grupā ir:

1. vieta – **Jānis Blūms**, Rīgas Ziemeļvalstu ģimnāzija, 11. klase;
 2. vieta – **Andrejs Deļmans**, Daugavpils krievu vidusskola–licejs, 12. klase;
 3. vieta – **Jānis Strautmanis**, Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 12. klase;
- atzinība – **Jeļena Jalovaja**, Daugavpils krievu vidusskola–licejs, 10. klase.

Olimpiādes rezultātus un fotogrāfijas var apskatīties Latvijas Astronomijas biedrības mājaslapā <http://www.astr.lu.lv/lab/>.

UZDEVUMI UN ATRISINĀJUMI

7.–9. klašu grupa

1. uzdevums. Kuras Saules sistēmas lielas planētas 2004. gada 23. aprīlī ir novērojamas ar neapbruņotu aci Rīgā, Ziemeļpolā un Dienvidpolā?

Atrisinājums. Ziemeļpolā nebūs redzams nekas, jo tur ir polārā diena, Dienvidpolā – tikai Urāns (ar grūtībām), bet Rīgā – Venēra, Marss, Jupiters un Saturns.

2. uzdevums. Raimonda Paula dziesmas “Jauka vasara” piedziedājumā ir teikts: “*Sauļīte krīt rietā tajā pašā vietā, kurā šorīt norietēja zelta stariem Mēness.*” Noskaidrojiet, cik bieži iespējama šāda situācija! Kāda ir Mēness fāze un kādas ir Mēness koordinātas dienā, kad Mēness un Saule riet vienā un tajā pašā vietā?

Atrisinājums. Saule var rietēt tajā pašā vietā, kur no rīta ir norietējis Mēness, ja abu spīdekļu deklinācija rieta momentā ir vienāda ar nulli, bet rektascensija atšķiras tieši par 12 stundām. Šāda situācija var būt vai nu pavasara, vai rudens ekvinokcijas brīdī. Ja Mēness riet dienā, kad sākas pavasaris, tā rektascensija ir aptuveni vienāda ar $12^{\text{h}}00^{\text{m}}$. Bet, ja Mēness riet dienā, kad sākas rudens, tad tā rektascensija ir aptuveni vienāda ar $0^{\text{h}}00^{\text{m}}$. Teorētiski Saule un

Mēness var rietēt vienā un tajā pašā vietā divas reizes gadā. Taču Mēness atrodas vienā

un tajā pašā orbītas punktā tikai ik pēc aptuveni 19 gadiem. Līdz ar to Saule un Mēness var rietēt vienā un tajā pašā vietā ne biežāk, kā vienu reizi 19 gados. Ja ņem vērā, ka Mēnesim jāatrodas tieši uz ekliptikas pavasara vai vasaras ekvinokcijas brīdī, tad šāda situācija var atkārtoties vēl retāk. Mēness fāze ir pilnmēness.

3. uzdevums. 1987. gadā naktī no 23. uz 24. februāri astronomi reģistrēja pārnovas uzliesmojumu Lielajā Magelāna Mākonī, kurš atrodas aptuveni 55 kpc attālumā no Zemes. Kurā gadā patiesībā notika pārnovas uzliesmojums?

Atrisinājums. 55 kpc ir aptuveni 180 000 gaismas gadi. Tātad gaisma no Lielā Magelāna Mākoņa līdz mums nāk aptuveni 180 000 gadus, un jebkurš notikums, kuru mēs redzam tagad, noticis tur jau pirms 180 000 gadiem. Izskatīot precīzu gadu, kurā notika uzliesmojums, nav nozīmes, jo precizitāte, ar kuru ir dots attālums līdz galaktikai, nepārsniedz 1%.

4. uzdevums. Līdz pagājušā gadsimta septiņdesmitajiem gadiem tika uzskatīts, ka Marsu apdzīvo Zemei līdzīgi dzīvie organismi. Diemžēl kosmiskie aparāti *Viking*, kuri 1976. gadā nolaidās uz sarkanās planētas, neatrada nekādus tiešus pierādījumus par cilvēcei pazīstamu dzīvības formu eksistenci uz Marsa. Tomēr mūsdienās Marss joprojām tiek uzskatīts par vienu no dzīvajiem organismiem vispiemērotākajām planētām. Bez tam ir izteiktas vairākas hipotēzes par to, ka dzīvība, iespējams, pastāv uz daudziem citiem Saules sistēmas ķermeņiem. Uz kuriem Saules sistēmas ķermeņiem varētu pastāvēt dzīvība? Kādi dzīvie organismi un kādos apstākļos varētu izdzīvot Saules sistēmā?

Atrisinājums. Uz šo uzdevumu skolēni sniedz atbildi savu zināšanu robežās par dzīvības pastāvēšanas iespējām uz citiem Saules sistēmas ķermeņiem un apstākļu piemērotību dažādu organismu izdzīvošanai. Diemžēl mūsdienu zinātnē viennozīmīgas atbildes par dzīvības pastāvēšanu ārpus Zemes robežām nav.

5. uzdevums. Mazais princis dzīvoja uz lodveida asteroida *B 612*. Tas bija neliels un ātri griezās. Kādu dienu mazais princis noskatījās 43 saulrietus. Lai to izdarītu, viņš ik pēc divām minūtēm pārlīka krēslu piecus metrus tālāk. Kad princis bija noskatījies visus 43 saulrietus, viņa krēsls atradās sākuma punktā, no kura tika sākti saulrietu novērojumi. Cik liels ir asteroida rotācijas periods, rādiuss un masa, ja tā blīvums ir 2500 kg/m^3 ?

Atrisinājums. Kad prinča krēsls atgriezās sākuma punktā, asteroīds bija veicis vienu apgriezīgu ap asi. Tātad tā rotācijas periods ir $43 \cdot 2 = 86$ minūtes. Asteroīda apkārtmērs $C = 43 \cdot 5 = 215$ metri, bet rādiuss $R = C/2\pi = 215/(2 \cdot 3,14) = 34,2$ metri. Asteroīda masa $m = 4\pi R^3 \rho/3$, kur ρ ir asteroīda blīvums. Skaitliski $m = 4 \cdot 3,14 \cdot (34,2)^3 \cdot 2500/3 = 418\,684\,334 \text{ kg}$.

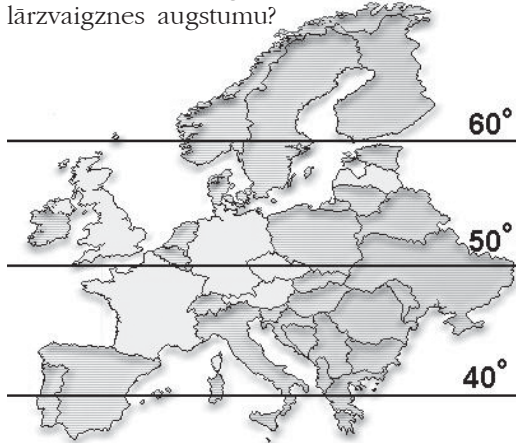
10.–12. klašu grupa

1. uzdevums. 2004. gada 8. jūnijā Rīgā būs novērojama Venēras pāriešana Saules diskam. Vistuvāk Saules centram Venēra atradīsies plkst. $11^{\text{h}}21^{\text{m}}$ pēc Latvijas vasaras laika. Izmantojot grozāmo zvaigžņu karti, nosakiet, kurā zvaigznājā šajā brīdī atradīsies Saule un kādas ir tās horizontālās koordinātas! Kurā zvaigznājā atradīsies Mēness, ja tas būs dilstošs un tā fāze būs 0,5? Vai Mēness būs redzams? Uzskatīt, ka Mēness orbītas plakne sakrīt ar ekliptikas plakni!

Atrisinājums. Lai zvaigžņu karti varētu lietot, ir jāpāriet uz vietējo laiku, ko var izdarīt, no Latvijas joslas laika atņemot $1^{\text{h}}24^{\text{m}}$. Līdz ar to brīdis, kad Venēra atrodas vistuvāk Saules centram, ir attiecīgi $9^{\text{h}}57^{\text{m}}$ pēc vietējā laika. Savienojot ekliptikas centru ar 8. jūniju un aplūkojot, kur šis nogrieznis krusto ekliptiku, var atrast, ka Saule atrodas Vērša zvaigznājā. Saules horizontālās koordinātas katrā brīdī var atrast, attiecīgo laika brīdī novietojot pret 8. jūniju. Brīdī, kad Venēra ir vistuvāk Saules centram, Saules horizontālās koordinātas ir $A = 110^\circ$, $h = 40^\circ$. Ja Mēness fāze ir 0,50, tad leņķis starp Sauli un Mēnesi ir aptuveni 90° . Mēnesim ir jāatrodas 90° uz

rietumiem no Saules. No ekliptikas centra velk nogriezni, kas ar nogriezni *Saule-ekliptikas centrs* veido 90° leņķi. Ekliptikas un nogriežņa krustpunktā atrodas Mēness. Redzams, ka Mēness atrodas pašos rietumos zem pie horizonta Ūdensvira zvaigznāja.

2. uzdevums. Kurās Eiropas valstīs Saules maksimālais augstums ir vienāds ar Polārzcirņa augstumu?



Atrisinājums. Ģeogrāfiskais platumus φ , kas ir vienāds ar Polārzcirņa augstumu, ir vienāds ar Saules maksimālo augstumu vasaras saulgriežos h , kad Saules deklinācija $\delta = 23,5^\circ$. Augšējā kulminācijā $h = 90^\circ - \varphi + \delta$. Pārveidojot un ieliekot skaitļus: $h + \varphi = 2\varphi = 113,5^\circ$. Ģeogrāfiskais platumus $\varphi = 56,75^\circ$ atbilst Skotijai, Dānijai, Zviedrijai, Latvijai, kā arī Krievijas Eiropas daļai.

3. uzdevums. Skatoties no Plutona, tā perihēlijā Saules redzamais leņķiskais diametrs ir aptuveni vienāds ar vienu loka minūti. Vai apgaismojums uz Plutona skaidrā saulainā laikā ir pietiekams, lai tur varētu lasīt grāmatu? Kādos apstākļos uz Zemes apgaismojums ir līdzīgs kā skaidrā saulainā dienā uz Plutona? Saules leņķiskais diametrs, raugoties no Zemes, ir 30 loka minūtes.

Atrisinājums. Apgaismojums uz Plutona būs $30^2 = 900$ reizes mazāks nekā uz Zemes. Vai tas ir tumšs? Šo apgaismojumu var salīdzināt ar fotoaparāta ekspozīciju, fotografējot skaidrā saulainā laikā ārpus telpas un is-

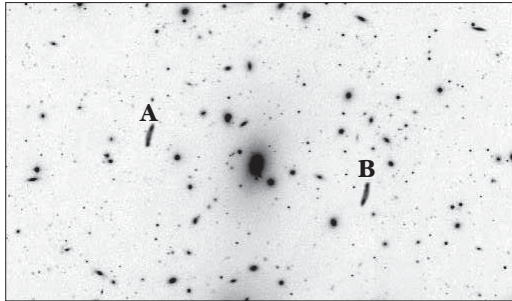
tabā, – apgaismojuma starpība ir aptuveni 1000 reizi. Tas nozīmē, ka apgaismojumu skaidrā saulainā dienā uz Plutona var salīdzināt ar apgaismojumu istabā mājas ēnainajā pusē. Domājams, ka grāmatu dienā ēnainā istabā lasīt var.

4. uzdevums. Astronomi Berenikes Matu zvaigznājā tieši pretskatā novēroja dubultzvaigžņu sistēmu. 20 gadu laikā šis dubultzvaigžņu sistēmas masas centrs bija pārvietojies par $0,0002^\circ$. Spektrālajos pētījumos tika noskaidrots, ka sistēmas galvenā komponente ir karsta A0 klases zvaigzne, kas pieder galvenajai secībai. Fotometriskajos mērījumos tika noteikts, ka tās redzamais spožums $m = 9,02$. Dubultzvaigžņu apriņķošanas periods ap kopīgo masas centru $T = 20$ gadu. Pēc 10 gadiem, veicot atkārtotus mērījumus, masīvākās komponentes pozīcija bija izmainījusies par $0,02''$, turpretim mazāk masīvais objekts bija pārvietojies par $0,116''$. Novērtējiet dubultzvaigžņu sistēmas masu Saules masas vienībās $M_\odot = 2 \cdot 10^{30}$ kg!

Atrisinājums. Hercšprunga–Rasela diagrammā atrod, ka, ja galvenās secības zvaigznes spektra klase ir A0, tad tās starжда ir aptuveni $L = 80L_\odot$. Pastāv sakarība $L = 2,512^{M_\odot - M}$, kur M – zvaigznes absolūtais spožums. Ievietojot skaitļus, atrod, ka $M = 0,04$. Tālāk no sakarības $M = m + 5 - 5\lg(r)$ atrod, ka zvaigznes attālums (pc) $r = 625$ (pc). Paralakse $\pi = r^{-1} = 0,0016''$. Pārveidojot leņķiskajās vienības, iegūst, ka $0,00002^\circ = 0,072''$. Ja 20 gadu laikā masas centrs pārvietojas par $0,72''$, tad gada laikā tas pārvietojas par $0,0036''$. Tādēļ īpatnējā kustība masas centram $\mu = 0,0036''$. Pēc 10 gadiem zvaigznes atradās pretējās pusēs masas centram, jo bija pagājuši puse no apriņķošanas perioda. Līdz ar to masīvākajai komponentei puse no starpības starp masas centra pārvietojumu un masīvākās komponentes pārvietojumu ir vienāda ar masīvākās komponentes attālumu līdz masas centram, t. i., $a_1 = 0,5 \cdot (0,036 - 0,02) = 0,008''$. Mazāk masīvajai komponentei attālums līdz masas centram ir vienāds ar pusi no starpības starp tās

pārvietojumu un masas centra pārvietojumu, t. i., $a_2 = 0,5 \cdot (0,116 - 0,036) = 0,04''$. 625 parseku attālumā lineārie izmēri $a_1 = 5$ a. v., bet $a_2 = 25$ a. v. No precizētā 3. Keplera likuma $m_1 + m_2 = (4\pi^2/G) \cdot (a^3/T^2)$, kur $a = a_1 + a_2 = 30$ a. v. = $4,5 \cdot 10^{12}$ m, bet apriņķošanas periods $T = 20$ g = $631\,138\,500$ s. Ievietojot skaitļus, iegūst, ka $m_1 + m_2 = 1,3536 \cdot 10^{32}$ kg = $68 M_\odot$.

5. uzdevums. Astronomi, novērojot kādu masīvu galaktiku kopu, kuras sarkanā nobīde $z_r = 0,3$, simetriski tās centram pamanīja deformētus lokveida objektus A un B (*sk. att.*), kas izrādījās citas tālākas ($z_g = 1$) galaktikas šķietami attēli. Leņķiskais attālums starp šiem objektiem ir $\Theta = 45''$. Novērtēt gravitācijas

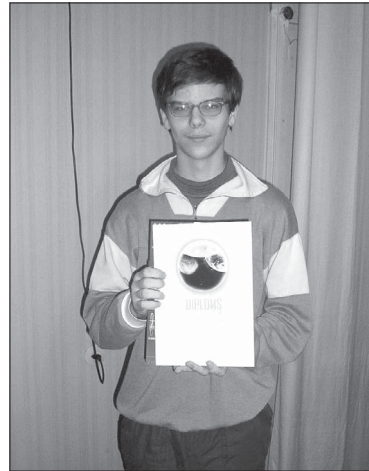


lēcās masu, izmantojot punktveida lēcās modeli, kurā gaismas stara noliekšanās leņķi (*sk. shēmu*) izsaka relativistiskais vienādojums $\alpha = \frac{4GM}{c^2 b}$, kur gravitācijas konstante



Shēma. Gaismas stara noliekšanās ap gravitativu ķermeni M.

$G = 6,7 \cdot 10^{-11}$ m³/(kg·s²), gaismas ātrums $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, M – lēcās efektīvā masa, b – gaismas stara trāpījuma parametrs (tuvākais attālums līdz lēcās centram)! Izmantojiet Hab-



Uzvarētājs 10.–12. klašu grupā Jānis Blūms, Rīgas Ziemeļvalstu ģimnāzija. *B. Frēlības foto*

la konstantes vērtību $H = 70$ km/(s·Mpc)! Rezultātu izsakiet Saules masas vienībās $M_\odot = 2 \cdot 10^{30}$ kg!

Atrisinājums. Gravitācijas lēcās masu M izsakām no dotā relativistiskā vienādojuma:

$$\alpha = \frac{4GM}{c^2 b}, \text{ t. i., } M = \frac{c^2}{4G} b \alpha.$$

Tā kā c un G ir zināmi lielumi, tad nepieciešams aprēķināt stara noliekšanās leņķi α un attālumu līdz lēcās centram b .

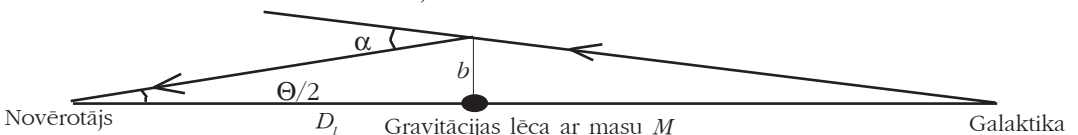
Izmantojot trīsstūra sinusa teorēmu un formulu $\sin(180 - \alpha) = \sin \alpha$, iznāk, ka:

$$\sin(180 - \alpha)/z_g = \sin(\Theta/2)/(z_g - z_r).$$

No šī vienādojuma izsaka α :

$$\alpha = \Theta/2 \cdot z_g / (z_g - z_r).$$

Ievietojot skaitļus izteiksmē un veicot aprēķinus, iegūst $\alpha = 32,1''$. Fiziskais attālums no lēcās centra līdz gaismas staram ir $b = \sin(\Theta/2) \cdot D_l = \Theta/2 \cdot D_p$, bet attālums no novērotāja līdz lēcai $D_l = c \cdot z_l / H$. Ievietojot skaitļus, iegūst $D_l = 3,86 \cdot 10^{26}$ m un $b = 4,21 \cdot 10^{21}$ m.



Tagad var aprēķināt gravitācijas lēcas masu pēc formulas

$$M = \frac{c^2}{4G} b\alpha.$$

Ievietojot skaitļus, iznāk $M \approx 2,2 \cdot 10^{34}$ kg, bet, izsakot Saules masas vienībās, $M \approx 1,1 \cdot 10^4 M_{\odot}$.
 Risinot uzdevumu, jāņem vērā, ka $1 \text{ Mpc} = 3 \cdot 10^{22} \text{ m}$, $1 \text{ rad} \approx 57^\circ$ un $1^\circ = 3600''$.

RISINA LASĪTĀJS ✂ RISINA LASĪTĀJS ✂ RISINA LASĪTĀJS ✂ RISINA LASĪTĀJS

Ziemas numurā publicēto uzdevumu (65. lpp.) atrisinājumi

1. Saule atrodas 8000 pc attālumā no Galaktikas centra, bet Galaktikas diska rādiuss ir 25 000 pc. Atrodiet tādas pašas zvaigznes kā Saule zvaigžņlielumu, ja tā atrodas uz Galaktikas diska mums tuvākās ārējās malas. Vai ar mūsdienu teleskopiem ir iespējams novērot tādu zvaigzni? Ievērojiet, ka Saules redzamais zvaigžņlielums ir $-26^m,80$, bet $1 \text{ pc} = 206\,265 \text{ a. v.}$

Ja zvaigzne atrodas “uz Galaktikas malas”, tad attālums līdz tai ir apmēram 17 000 pc. Lai atrastu tās zvaigžņlielumu m_{zv} , izmantosim apgriezto kvadrātu likumu: zvaigznes radītais apgaismojums ir apgriezti proporcionāls attāluma kvadrātam līdz tai, t. i., $E \propto r^{-2}$.

Pierakstīsim Pogsona formulu Saulei un šai tālajai zvaigznei:

$$\frac{E_S}{E_{zv}} = 10^{0.4(m_{zv} - m_S)} \quad \text{jeb} \quad \frac{r_{zv}^2}{r_S^2} = 10^{0.4(m_{zv} - m_S)}.$$

Logaritmējot izteiksmes abas puses un izsakot m_{zv} , iegūsim, ka $m_{zv} = m_S + 5 \lg\left(\frac{r_{zv}}{r_S}\right)$.

Ieliekot skaitļus, $m_{zv} = 20,^m9$, kas atbilst ļoti vājai zvaigznei, kas ir tikko saskatāma lielajos teleskopos un kas ir tikai dažas reizes spožāka par nakts debesi.

Interesanti atzīmēt, ka šīs zvaigznes spožuma atrašanai mums nebija vajadzības zināt absolūto astronomiskās vienības vērtību, jo zvaigžņlielumu starpība ir atkarīga tikai no attālumu kvadrātu attiecības.

2. No 36 pilniem Saules aptumsumiem, kas notika no 1950. līdz 2000. gadam, 12 bija vērojami jūnijā vai jūlijā. Ar ko izskaidrojama šī pilno aptumsumu lielāka iespējamība vasaras mēnešos?

Saules leņķiskais izmērs vasarā ir vismazākais, jo Zeme atrodas tuvu savas orbītas afēlijam. Tāpēc pilnā aptumsuma varbūtība (gan attiecībā pret daļējo, gan pret gredzenveida aptumsumiem) ir ievērojami lielāka.

Uzdevumi

1. Žila Verna romānā “Noslēpumu sala” tiek stāstīts, kā Sairuss Smits ar pulksteņa palīdzību noteica virzienu uz ziemeļiem: “(.) viņš precīzi noteica Saules rieta laiku un, izdarot labojumu refrakcijas dēļ, pierakstīja to. No rīta (.) viņš tāpat atzīmēja Saules lēktu. Izrādījās, ka starp rietu un lēktu pagāja 11 st. un 36 min. Tas nozīmē, ka precīzi pēc 6 st. un 12 min. pēc lēkta Saule pāries pāri meridiānam un vieta, kur tā atradīsies uz debess, būs ziemeļi.” Kādas piezīmes varat izdarīt par šo metodi? Ar ko izskaidrojams divainais Smita apgalvojums, ka Saule atradīsies ziemeļos?

2. Cik ilgs laiks vajadzīgs, lai ar pilnu Saules starojuma jaudu novestu līdz vārišanās temperatūrai ūdeni visās Zemes jūrās un okeānos? Kopējo ūdens apjomu visās jūrās un okeānos pieņemam par $1,3 \cdot 10^9 \text{ km}^3$, bet pārējas konstantes paņemam no uzzīņu literatūras.

Gaidām jūsu atrisinājumus **lidz 1. maijam!** Pareizo atbilžu autorus nosauksim, labākos vai oriģinālākos atrisinājumus publicēsim.

Mūsu adrese: "Zvaigžņotā Debess" (ar norādi "Risina lasītājs"), Raiņa bulvārī 19, Rīgā, LV-1586, e-pasts: astra@latnet.lv (žurnāla redakcija), dima@latnet.lv (sadaļas autors).

Dmitrijs Docenko

KAS? KUR? KAD? ✂ KAS? KUR? KAD? ✂ KAS? KUR? KAD? ✂ KAS? KUR? KAD? ✂

INFORMĀCIJA SKOLOTĀJAM, SKOLĒNAM
un IKVIENAM INTERESENTAM

par iespējām iegūt un papildināt savas zināšanas astronomijā:

- no oktobra līdz maijam **Latvijas Astronomijas biedrības sanāksmēs** var noklausīties profesionālu astronomu un amatieru stāstījumus un uzzināt astronomijas jaunumus. Sanāksmes notiek mēneša pirmajā trešdienā Latvijas Universitātē, Rīgā, Raiņa bulvārī 19, 12. aud., sākums plkst. 18.10. Ieeja brīva. Informācija internetā – <http://www.astr.lu.lv/LAB/index.htm>;
- no oktobra sākuma līdz marta beigām trešdienu vakaros, ja debesis nav apmākušās, var doties uz **LU Astronomisko torni** Rīgā, Raiņa bulv. 19, kur notiek **debess spīdekļu demonstrējumi** ar teleskopu. Sapulcēšanās LU vestibulā plkst. 20.00. Bez iepriekšējas pieteikšanās. Ieeja par ziedojumiem;
- mācību gada laikā katru pirmdienu plkst. 18.00 LU Astronomijas institūtā (AI) Rīgā, Raiņa bulv. 19, 404. telpā darbojas **Jauniešu astronomijas klubs**. Pieteikties pa e-pastu: jak_lv@hotmail.com vai mob. tālr. 6857624 (Kristīne Adgere);
- darbdienās laikā no plkst. 16.00 līdz 19.00 **Tehniskās jaunrades nama jauniešu astronomijas centrā** Rīgā, Annas ielā 2, 19. telpā 5.–9. klašu skolēni var apgūt astronomijas pamatjautājumus un iemācīties veikt novērojumus. Pieteikties pa tālr. 7374093;
- 9.–12. klašu skolēni savas zināšanas astronomijā 8. un 9. aprīlī var pārbaudīt Rīgas pilsētas **Atklātajā astronomijas olimpiādē**. Informācija pa tālruni 7374093;
- visa mācību gada laikā var doties ekskursijās uz LU **Astronomijas institūtu** (tālr. 7034580), LU **AI Astronomisko observatoriju** Rīgā (tālr. 7611984) un **Astrofizikas observatoriju** Baldones Riekstkalnā (tālr. 7932863), **F. Candra Kosmonautikas muzeju** (tālr. 6539970) un **Ventspils Starptautisko radioastronomijas centru** Ventspils rajona Irbenē (tālr. 3681541). Visur iepriekš jāpiesakās. Ieeja par ziedojumiem vai biļetēm;
- informāciju par astronomiju latviešu valodā var atrast interneta lappusēs: <http://www.astr.lu.lv>, <http://www.liis.lv/astron/>, <http://www.ichub.lv/kosmoss/index.html>, <http://www.astro.lv/>, <http://www.liis.lv/astro/>

I. V.

JĀNIS JAUNBERGS

MARSA LEDUS MĀKOŅI

Domājot par planētu atmosfērām, mākoņi vienmēr piesaista uzmanību. Atmosfēras sastāv no grūti kondensējamām gāzēm – slāpekļa, ūdeņraža, hēlija, kā arī no mazāk gaistošu vielu tvaikiem, kas var kondensēties un iztvaikot atkarībā no meteoroloģiskajiem apstākļiem. Katra planēta ar vērā ņemamu atmosfēru "izsvīst" šādas viegli kondensējamās vielas. Venērai ir sērskābes mākoņi, Zemei un Marsam – ūdens ledus, un Marsam – arī sausā (CO₂) ledus mākoņi. Jupitera un Saturna atmosfērā kondensējas amonjaks, amonija hidrogēnsulfids un ūdens. Uz Urāna, Neptūna, kā arī Saturna pavadoņa Titāna mākoņi rodas, kondensējoties metānam.

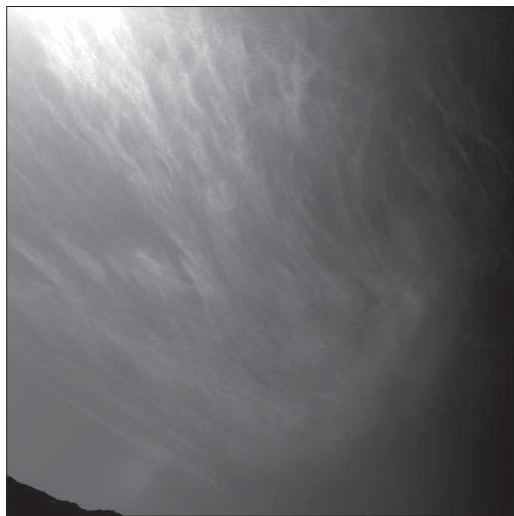
Mākoņi iezīmē liela mēroga meteoroloģiskās parādības, ļaujot novērot laika apstākļus uz planētām, kur nav meteostaciju. Tā, piemēram, Marsa atmosfēras globālo cirkulāciju var netieši novērot teleskopā no Zemes. Kad ar optiskajiem interferometriem iegūti citu zvaigžņu planētu attēlus, no mākoņu parādītās atmosfēras dinamikas attīstīsies mūsu izpratne par šo planētu dabu.

Necilais, skarbaiss Marss ieinteresētām vērotājam var atklāt sakarības, ko nākamās astronomu paaudzes ar saviem kosmosā bāzētajiem interferometriem atpazīs uz neskaitāmām Galaktikas zvaigžņu planētām.

Marsa dienvidu un ziemeļu pusložu dihotomija ir viena īpatnība, kurā savijas gan no attāluma novērojami, gan arī nenovērojami cēloņi. No infrasarkanajiem spektriem jau 35 gadus zināms, ka Marsa ziemeļpola ledus cepurē dominē ūdens ledus, bet dienvidpola cepurē – sasalis oglekļa dioksīds. To prin-

cipā iespējams novērot pat no daudzu gaismas gadu attāluma.

Acīmredzamais cēlonis Marsa ziemeļu un dienvidu polāro cepuru atšķirībai ir orbitas ekscentricitāte. Marsa ziemeļu vasaras sakrīt ar afēliju, kad Marss ir vistālāk no Saules, tātad tās ir ilgas un vēsas. Dienvidu puslodes vasarā Marss ir perihēlijā un saņem par 40% vairāk Saules siltuma nekā afēlijā, taču dienvidu vasara ir īsāka. Arī šo faktu var novērot no daudzu gaismas gadu attāluma. Marsa reljefs turpretim nebija skaidrs pat pēc "Viking 1" un "Viking 2" pavadoņiem, kas pētīja Marsu no 1976. līdz 1980. gadam, un tikai MGS pavadonis 1998. gadā ar lāzera al-



Marsa mobīļa "Opportunity" 2004. gada 17. novembrī nofotografētie mākoņi, kad Marss bija afēlijā.
NASA/JPL attēls

timetru noteica, ka dienvidu polārā cepure atrodas kalnainā apvidū 5 km augstāk nekā ziemeļu polārā cepure.

Ja polu ledus cepuru sastāvu ietekmē orbītas ekscentricitāte un planētas reljefs, varbūt reljefu var modelet pēc astronomisku novērojumu datiem? Problēmas atslēga, izrādās, slēpjas Marsa mākoņos!

Aukstā, retinātā Marsa atmosfēra tomēr pārnes pietiekami mitruma, lai desmitos un simtos tūkstošu gadu veidotu masīvo ziemeļpola ledus cepuri. Atmosfērai atdziestot, no tās kristalizējas sarma, kas naktī pārklāj mērenos platuma grādus, bet ziemā sarmas kārtiņa saglabājas arī dienā. Vasarā “piesātinājuma līnija” paceļas augstāk Marsa debesīs, tāpēc ledus kristāliņi mēdz veidoties 5–25 km augstumā atkarībā no gadalaika un diennakts stundas. Mitrums ne vienmēr paceļas virs “piesātinājuma līnijas”, kur Marsa gaiss ir pietiekami auksts ledus kondensācijai – “piesātinājuma līnija” ne pārāk bieži ir tik zemu, lai atmosfēras cirkulācijas paceltais mitrums to sasniegtu un kondensētos ledus kristāliņos.



Saule visvairāk silda Marsa tropu joslu, virs kuras siltais gaiss paceļas, lai globālajā Hadlija (*Hadley*) cirkulācijas sistēmā plūstu uz polārajiem apgabaliem, kur tas atdziest, grimst un kā auksts vējš gar virsmu atgriežas ekvatoriālajā zonā. Tā kā ziemeļu vasaras (dienvidu ziemas) sezonā Mars ir afēlija un Saule tropus silda mazāk, “kondensācijas līnija” ir zemāk, un mitrums sasilstot veido ledus daļiņu mākoņus ekvatoriālajā zonā, kur ir Hadlija cirkulācijas augšupejošā zona. Mākoņi izstaro siltumu kosmosā, bet šī radiatīvā atdzišana savukārt rada inversijas slāni, kurā virs aukstajiem mākoņiem atrodas siltāks, dzidrāks gaiss. Aukstie mākoņi pārstāj celties uz augšu, un Hadlija cirkulācija bremzējas.

Mākoņi piedevām nedaudz aptumšo jau tā blāvo afēlija Saules gaismu, vēl vairāk nobloķējot Hadlija cirkulāciju. Dienvidu polārie apgabali, kur Marsa orbītas afēlija ir ziema, saņem maz no tā mitruma, kas ziemeļu vasaras laikā iztvaiko no ziemeļu polārās cepures un ledus piesātinātajām ziemeļu zemienēm. Turpreti perihēlijā siltajā tropu joslā mākoņi neveidojas, Hadlija cirkulācijas valdošie vēji ir spēcīgāki un efektīvi pārnes mitrumu no dienvidu vasaras uz ziemeļu ziemu.

Afēlija “mākoņu joslu” Marsa ekvatoriālajā zonā sistemātiski novēro ar *MGS* pavadoņa platleņķa fotokameru, Habla kosmisko teleskopu (*sk. att. 51. lpp.*) un ar teleskopiem no Zemes virsmas. Mākoņu josla maz mainās no gada uz gadu, neraugoties pat uz desmitkārtšām putekļu daudzuma svārstībām Marsa atmosfērā ga-

Marsa spalvu mākoņi ar *Endurance* krātera malu priekšplānā. Marsa mobīla “*Opportunity*” uzņēmums 2004. gada 17. novembrī.

NASA/JPL attēls

dos, kad izvēršas lielās putekļu vētras. Novērojumi tātad liecina, ka tieši afēlija mākoņi virs Marsa tropiem kontrolē ūdens transportu un koncentrēšanos ziemeļu puslodē, un šī mehānisma atskārsme ir viena no slēptajām balvām, ko iegūst uzmanīgs Marsa dabas vērotājs.

Cik liela loma Marsa dienvidu un ziemeļu ledus cepuru dažādībā atliek dienvidu ledus cepures augstākajai topogrāfijai, atliek rēķināt

no precīziem mākoņu novērojumiem un no tiem izrietošajiem klimata modeļiem. Izkopjot klimata datormodeļus, planetologi asina instrumentus, ar kuriem varēs analizēt pirmos citu zvaigžņu planētu spektrus un vēlāk arī attēlus. Kad būs zināms simts Zemei un Marsam līdzīgu planētu pie citām zvaigznēm, to mākoņi pat daudzu gaismas gadu attālumā liksies viegli atpazīstami.

Saites:

<http://mars.jpl.nasa.gov/mgs/sci/fjftbconf99/6173.pdf> – raksts par Marsa tropisko mākoņu joslu afēlijā;

<http://www.lpi.usra.edu/meetings/lpsc2003/pdf/1657.pdf> – Marsa ledus mākoņu novērojumi no “Viking” un MGS pavadoņiem;

http://tes.asu.edu/TESworkshop/tamppari_abs.pdf – Marsa ekvatoriālo mākoņu izmaiņu analīze, balstoties uz “Viking” un MGS datiem. 🐦

ŠOPAVASAR JUBILEJA 🐦 ŠOPAVASAR JUBILEJA 🐦 ŠOPAVASAR JUBILEJA

Pirms 100 gadiem – 1905. gada **10. aprīlī** Kokmuižas (tagad Kocēnu) pagasta “Vecbaižās” dzimis **Eižens Leimanis**, latviešu matemātiķis un debess mehānikas speciālists, Latvijas Universitātes matemātikas goda doktors (1991) un Latvijas Zinātņu akadēmijas ārzemju loceklis (1991). 1929. gadā LU ieguvis matemātikas maģistra grādu, bet 1947. gadā Hamburgas Universitātē – matemātikas doktora grādu (*Dr. rer. nat.(math.)*). Habilitējies matemātikā LU (1935), tās mācību spēks (1929–1944), Teorētiskās astronomijas un analītiskās mehānikas institūta docents (no 1935). 1944./45. mācību gadā bijis matemātikas ārkārtas profesora v. i. Greifsvaldes Universitātē (Vācijā, tagad Grifce Polijā), bet no 1946. līdz 1948. gadam ārkārtas profesors matemātikā Baltijas Universitātē Hamburgā, kā arī Pinebergas latviešu ģimnāzijas direktors un pamatskolas pārzinis.

Kopš 1948. gada dzīvojis Kanādā, būdams matemātikas profesors Britu Kolumbijas Universitātē Vankūverā (1948-1974) un izdevuma “*Mathematical Reviews*” līdzstrādnieks kopš 1949. gada, bijis “*Applied Mechanics Reviews*” līdzstrādnieks (1950–1969) un “*Archive for Rational Mechanics and Analysis*” redakcijas kolēģijas loceklis (1959–1969). Publicējis vairākas mācību grāmatas un monogrāfijas, ļoti daudz zinātnisku darbu matemātikā un debess mehānikā, galvenokārt par diferencialvienādojumu un to sistēmu integrāciju un summācijas metožu lietošanu divu un triju ķermeņu problēmu risināšanā, vairāk nekā 30 darbus par zinātnes vēsturi, simtiem apskatu un recenziju.

Par profesora E. Leimaņa dzīvi un aktīvo akadēmisko darbību lasāms L. Rozes rakstos “*Profesors Eižens Leimanis*” – *ZvD*, 1991./92. g. ziema, 38.–40. lpp. un “*Latviešu astronomi otrā pasaules kara dārdos*” – *ZvD*, 1995./96. g. ziema, 47. lpp.

Miris 1992. gada 4. decembrī Vankūverā. Viņa pelnu urna galdīta dzimtas kapsētā Kocēnu pagastā 1993. gada 26. maijā.

I. D.

LĪJA BĒRZIŅA

“VELNA LAIVAS” UN ZEMES GAROZAS SĪKĀS ĢEODINAMISKĀS STRUKTŪRAS

Zemes garoza ir mūsu planētas cietais ārējais apvalks. Tās biezums zem okeāniem un kontinentiem atbilstoši svārstās no 5–10 km līdz 70–75 km. Dzīvās dabas, arī cilvēka, dzīves apstākļus uz planētas lielā mērā nosaka Zemes garozas struktūra un tās dinamika. Zemes garozas virsējo slāņu struktūru un tās dinamiku pētī ar ģeoloģiskām, ģeomorfoloģiskām, ģeofiziskām un ģeokīmiskām metodēm.

Zemes garozas uzbūves pamatā ir dažādas blokveida struktūras, sākot ar kontinentu un okeānu tūkstošiem kilometru lielām plātnēm, līdz reģionālu un lokālu blokveida struktūru tīklam, kur bloku izmērs ir no dažiem simtiem kilometru līdz dažiem desmitiem metru. Zemes garozas sīkāka struktūra, kas ietekmē dzīvās dabas dzīves apstākļus, pagaidām ir maz izpētīta, jo nav izveidota aparatūra šo struktūru fizikālo lauku detalizētai mērīšanai un viennozīmīgai vērtēšanai. Tādēļ līdz šim laikam sīko struktūru noteikšanai cilvēki izmanto biofizikālās metodes – novēro dzīvās dabas atsevišķas īpatnības dažādos apstākļos, veic eksperimentus – vērtē cilvēka pastarpināto reakciju dažādās vietās. Visredzamāk to demonstrē cilvēka rokās ņemta koka rikstīte (arī metāla

stieplīte), tādēļ šo metodi sauc par rikstniecības vai biolokācijas metodi.

Zemes garozas sīko bloku struktūras ietekme uz pilsētībūvniecību, seno nocietinājumu un aizsargbūvju, apmetņu, svētvieta, veģeācijas izvietojumu un tās izsekojama pasaules kultūras vēsturē no Krētas antikās kultūras pirmāsākumiem 4000–4500 g. p. m. ē. līdz pagājušā gadsimta pirmajam ceturksnim. Tam par liecību noder arī plaši pazīstamās “velna laivas” Kurzemē – laivveida akmens krāvumi, kam centrā atradušās pirmsvikingu laika seno apbedījumu vietas. Šādu akmens krāvumu laivas zināmas arī Dānijā, Zviedrijā un Gotlandes salā (*sk. att.*). Par “velna laivu” novietojuma saistību ar biolokācijas anomāliju zonām jau rakstījis “Zvaigžņotajā debesī” pagājušā



“Velna laivas”: 1 – Mušiņu, 2 – Bilavu, 3 – Gannarves, 4 – Tjelmara kaps, 5 – Anundshoga kapulauks.

gadsimta 80. gados [2]. Taču bioloģiskās pētījumi pēdējā laikā ir krietni attīstījušies, un šī raksta autorei ir bijusi izdevība tos izdarīt ne vien akmens laivu krāvumu vietās Kurzemē, bet arī Gotlandes salā un Zviedrijā.

Pēdējā laika bioloģiskās anomāliju zonu pētījumi arhitektūras pieminekļos, dažādās celtnēs un apbūves gabalos apstiprina šo zonu saistību gan ar ēku deformācijām, gan sikām un vidējām reljefa formām – upju ieleju un nogāžu taisniem posmiem, gravu tiklu, avotiem u. c. Anomāliju robežas mainās iežu fizikālās īpašības – blīvums, plaisainība, porainība, ūdens, gāzu caurlaidība [1.–3.]. Tas kopumā ļauj šīs anomālijas identificēt ar spriegumu izlādes zonām Zemes garozā. Tās veidojušās Zemes ģeoloģiskās attīstības tektoniski aktīvajos posmos desmitiem un simtiem miljonu gadu atpakaļ un savu aktivitāti nav zaudējušas arī tagad.

Līdzīgi dažāda lieluma lūzumu zonām Zemes garozā, arī šo sīko ģeodinamisko zonu robežas, kaut maz pētītas, pastāv Zemes dabisko fizikālo lauku (gravitācijas, magnētiskā, telūrisko strāvu, radiācijas u. c.) relatīvi vāji izteiktas anomālijas vai vismaz gradientu zonas. Tās, domājams, arī ir riktstieņa vai bioloģiskās operatora reakcijas ierosinātājas [1]. To uzskatāmi apstiprina elektriskā potenciāla un strāvas stipruma izmaiņas virs Bilavu “velna laivas” centrālās anomālijas vai āderes [2], radona plūsmas izmaiņas virs āderēm lauku mājās [3] u. c. tamlīdzīgi pētījumi.*

Uzsākot “velna laivu” izvietošanas pētījumus āderu struktūrā, šķita interesanti noskaid-

* Ņemot vērā acīmredzamo bioloģiskās anomāliju zonu saistību ar sīko ģeodinamisko zonu veidoto Zemes garozas sīko bloku struktūru, vienkāršības labad turpmāk tekstā “ģeodinamiskās zonas” vai “bioloģiskās anomālijas” vietā lietošu tautā pazīstamo terminu “ādere”. Būtiski, ka tas vairs nesaistās tikai ar pazemes ūdens plūsmām vai derīgo izrakteņu (zelta, sudraba, rūdu) iegulām, bet galvenokārt ar sīko bloku struktūru un dinamiku un tām atbilstošām neviendabības zonām Zemes garozā.

rot, cik tālā pagātnē Baltijas jūras reģiona kultūrā sniedzas āderu struktūras ietekme. Vai Ziemeļkurzemē saglabājušās “velna laivas” tur neatrodas tikai tādēļ, ka salīdzinoši tuvu atrodas “celtniecības” materiāli – laukakmeņu krāvumu vaļņi, saistīti ar Baltijas jūras senajiem krastiem Rīgas liča rietumu krastā? Kas noteicis laivu izmērus un virzienu attiecībā pret debespūsēm?

Ziemeļkurzemē apsektas Mušiņu un Bilavu laivas. Bilavu “velna laivas” vieta āderu plāna sīkbloku struktūrā pētīta un uzmērīta divas reizes – pirms koku un krūmu attīrīšanas pagājušā gadsimta 90. gados un precizēta 2004. gada vasarā (*sk. 1. zīm. 55. lpp.*). Mušiņu laivas kontūras, kas daļēji apraktas zem pārvietotiem laukakmeņiem, nebija precīzi nosakāmas.

Bilavu laivas vieta raksturojas ar diviem samērā bieziem viens otru pārklājošiem āderu tīkliem. Pirmais pārstāvēts ar divām savstarpēji gandrīz perpendikulārām samērā šauru (0,8–1,5 m āderes a, b, c un 2,0–2,5 m āderes d, e, f) āderu sistēmām, kas veido sīku 2,0–2,5x6,0–7,7 metru lielu bloku sistēmu. Šā tīkla izplatībai ir globāls raksturs un tā veidošanās cēloņi Zemes garozā iespējams ir kopēji visai planētai. Laivas vieta izvēlēta virs šā pamattīkla ZR virzienā orientēta āderu kūļa, ko veido trīs subparalēlas āderes (a, b, c). Platākā no tām (b) veido laivas gareno asi. Laiva platumā robežojas ar tā paša virziena tuvākajām sānu āderēm (a un c). Pamattīklam pāri klājas otrs, nedaudz retāks āderu tīkls, ko veido mainīga platumā āderes ar šaurā leņķī izvērstām malām pārsvarā AR (āderes A, B, C) un ZD (āderes D, E, F) virzienā. Šo sistēmu veidotajam tīklam ir lokāls raksturs, āderu platumums, virziens un bloku lielums (4,0x6,0 m Bilavu laivas) mainās atkarībā no apkārtnējo reģionālo struktūru plāna.

Laivas vidum un apbedījumam izvēlēta vieta atrodas visu četru sistēmu āderu krustojumā (B, E, b, e) – ģeodinamiski un enerģētiski visizteiktākajā vietā. Garumā laivas abi gali atduras centrālās āderes (b) krustojumos

ar pamattikla šķērsāderēm (d, f) un divām lokālā tikla āderēm (A, D un C, F). Šai sīko bloku struktūrā izveidotās laivas izmēri ir 15,0x4,5 m. Bilavu laivas krājumam izmantoti ledāja atstātie un piekrastes joslā vāji nopalošie laukakmeņi, kas cieši sarindoti.

2003. gada pavasarī āderu tikla struktūra pētīta arī Anundshoga senkapu laukā Zviedrijā, 90 km uz rietumiem no Stokholmas un dažus kilometrus uz ziemeļiem no Vesterosas pilsētas. Tur blakus uzbērtiem vikingu valdnieku kapu pauguriem redzamas daļēji saglabājušās 3–4 atsevišķas akmens krājumam veidotas laivas un divas pāri viena otrai sekojošas labi saglabājušās vai atjaunotas laivas. Visas laivas apmēram 20° leņķa robežās orientētas ziemeļu virzienā. Āderu plāns sīkāk tika pētīts tikai divām saparotajām laivām (*sk. 2. zīm. 55. lpp.*).

Atšķirībā no Bilavu laivas Anundshoga kapu laukā laivas veidotas no atsevišķiem atšķeltiem un neapstrādātiem, vertikāli nostādītiem vietējās izcelsmes kristālisko un metamorfisko iežu blūķiem (pārsvarā gneisiem un granītiem). Abu āderu tiklu (lokālā un pamattikla) veidotā sīko bloku struktūra šeit principā analogiska Bilavu “velna laivai”, tikai pamattikla struktūru veido ZD un AR virzienos vērsta āderu sistēmas. Pamattikla āderes ievērojami platakas (2,0–8,0 m). Sīko bloku izmēri krietni lielāki (4,0–9,0x6,0–12,0 m). Pamattiklam diagonāli orientētais lokālais āderu tikls samērā rets, neregulārs. To veido pārsvarā āderes līdz 20° leņķi izvērstām malām. Lokālā tikla veidotie bloki neregulāri, lielākie sasniedz izmērus 24,0x26,0 m. Laivas, līdzīgi Bilavu laivai, ir kā uzvērtas ZD virziena triju āderu veidotam kūlim (a, b, c), par asi izvēloties vidējo āderi (b). Laivu platumus atbilst attālumiem starp malējām āderēm a un c un ziemeļu virzienā līdz ar āderu savstarpēju tuvošanos samazinās. Abu laivu centros novietotie akmeņi, norādot iespējamo apbedīšanas vietu, atrodas četrus āderu krustojumā. Laivu izmēri (24,0x48,0 m un 16,0x52 m) gandrīz trīs reizes pārsniedz Bilavu un divas reizes Gotlandes lielākās Gannarves ak-

mens laivas izmērus. Tas izskaidrojams ar āderu tikla sīkbloku ievērojamajiem izmēriem.

Gotlandē, kas lepojas ar daudzajiem akmens laivu krājumiem, 2003. gada vasarā āderu tikla struktūra tika izpētīta divās vietās – Gotlandes sāgas varoņa Tjelmarses kapavietā, kur akmeņu laiva orientēta RZR virzienā un Gannarves laivas krājumā. Gannarves laiva (*sk. 3. zīm. 55. lpp.*) ievērojama kā garākā laiva Gotlandē (4,5x28,0 m). Laivas platumu nosaka trīs pamattikla ZD virzienā orientētu āderu kopa (a, b, c) ar šauru (0,6 m) centrālo āderi (b). Platums vienāds ar attālumu starp abām ārējām āderēm (a, c). Laivas centrālā daļa un abi gali iezīmējas ar pamattikla šķērsāderu (d, f un h) krustojumiem ar lokālā tikla āderēm AD, EB un CF. Laiva veidota no blīva krājuma vietējās izcelsmes silūra kaļķakmeņiem. No jau aprakstītajām akmens laivām atšķiras tikai ar savu šauru, stipri izstieptu formu, ko pilnībā nosaka pamattikla sīko bloku izstieptā forma (1,5–2,0x5,0–6,0 m).

Salīdzinot akmens laivu orientāciju pret debespusēm, laivu formu un izmērus ar izvēlētās vietas ģeodinamisko struktūru, kas atspoguļojas āderu tiklu veidotā sīko bloku struktūrā, var secināt: akmens laivu krājumam un apbedījumu vietu izvēlē arī vikingu priekšteči, kuri dzīvojuši laikā aptuveni no mūsu ēras 3. gs. līdz 8. gs., ir vadījušies no āderu tikla dabisko fizisko lauku zonālās nevienādības un anomāliju radītajām sajūtām. Viņi ir pratuši izvēlēties enerģētiski spēcīgus āderu kūļus, pratuši noteikt dinamiski un enerģētiski intensīvākos punktus laivas centrā, saistītus ar vairāku dažādu virzienu zonu krustojumiem. Acīmredzams, ka akmens laivu orientācija bija atkarīga tikai no vadošā āderu kūļa galvenās – vidējās – āderes virziena konkrētā vietā, laivas platumam – no āderu kūļa platumam, bet laivas centru un garumu noteica uz kūļa vairāku āderu krustpunktu veidojošies enerģētiskie centri un attālumi starp tiem.

Laivu atšķirīgie izmēri atkarīgi no abu āderu tiklu biežuma un sīko bloku struk-

tūru izmēriem. Ir novērots, ka pamatklintājā magmatisko un metamorfisko iežu veidoto masīvu robežās āderu tīkls ir relatīvi retāks, sīko bloku struktūras lielākas. Tas attiecas arī uz Viduszviedriju un Kurzemes centrālo daļu.

Ziemeļkurzemes “velna laivu”, tai skaitā arī Bilavu laivas, relatīvi niecīgos izmērus un ZR orientāciju noteikusi vietas sīkbloku struktūra, kas veidojusies saistībā ar atrašanos ZR virziena neotektoniski aktīvas zonas robežās uz ziemeļiem no Kurzemes masīva.

Literatūras avoti

1. J. Dolacis, T. Kalniņš, J. Valelmanis. “Rikstniecība tuvplānā” – Rīga: “Avots”, 1991.
2. Arturs Zalsters. “Akmens kuģi un debespusēs” – *“Zvaigžņotā Debess”*, 1983. g. pavasaris, 38.–41. lpp.
3. L. Bērziņa. “Radon concentration in biophysical anomalies. Geotechnics and ecology” – Rīga, 2001, 3. sēj., nr. 4–5, 57.–60. lpp. 🐦

MĀRTIŅŠ GILLS, DAINIS KRIEVIŅŠ

CUNAMI NO KOSMOSA

Pavadoņa “QuickBird” iegūtie attēli uzskatāmi parāda mūsdienu komerciālo Zemes novērošanas pavadoņu iespējas – var

sekot norisēm ne tikai globālā mērogā, bet arī nepieciešamības gadījumā vizuāli aplūkot ar pietiekami labu izšķirtspēju prak-



Šrilankas piekraste Kalutarā, ko uzņēmis pavadonis “QuickBird” 2004. gada 26. decembrī, četras stundas pēc zemestrīces, īsu brīdi pēc cunami viļņa trieciena. Skaidri redzamas applūdušās mājas un ceļi.



Kalutara 2004. gada 26. decembrī. Pēc cunami viļņa atplūšanas okeāns atkāpies vietām pat 400 metrus. Daudzviet starp mājām vēl ir stāvošs ūdens, bet tas plūst atpakaļ okeānā, veidojot krasta izskalojumus.

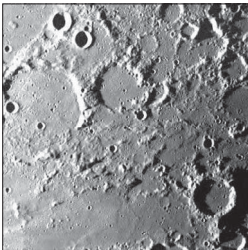
tiski jebkuru vietu uz zemeslodes, lai varētu saskatīt ēkas, automašīnas, kokus un citus objektus, kuru izmērs var pat nesaņiegt metru.

Krāsu ielikumā (*sk. att. 54. lpp.*) tuvplānā parādīta Indonēzijas pilsētas Banda Ačehas

(*Aceb*) neliela daļa – pusgadu pirms cunami (2004. gada 23. jūnijā) un divas dienas pēc cunami (2004. gada 28. decembrī) – labi saskatāmas nepārprotamas izmaiņas, postījumi.

Visi attēli no “*DigitalGlobe*”, uzņemti ar pavadoni “*QuickBird*”. 🐦

JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ



Smart 1 sasniedzis Mēnesi. Eiropas Kosmosa aģentūras sērijas *Small Mission for Advanced Research Technology* (*Attīstīto pētniecības tehnoloģiju mazās misijas*) pirmais kosmiskais kuģis 2004. gada 15. novembrī sasniedza Mēnesi. Ceļojuma laikā *Smart 1* veica 332 apriņņojumus ap Zemi, 289 reizes ieslēdzot jonu dzinēju, kas kopumā darbojās 3700 stundas un patērēja 59 kg ksenona. Pavisam kosmiskais kuģis veda 82 kg ksenona. *Smart 1* orbīta, kurā tas ietīs laikposmā no 9. līdz 28. februārim, atradīsies 300 km virs Mēness dienvidpola un līdz 3000 km virs ziemeļpola.

I. Z.

Pirmais no *Smart 1* orbītas iegūtais Mēness attēls (ESA).

MĀRIS KRASTIŅŠ

VIDZEMES DEBESĪS RAUGOTIES

2004. gada vasara Latvijai atnesa pārsvarā lietainu un vēsu laiku. Ilgi jo ilgi debesis slēpās aiz pelēcīgiem un samirkušiem aizkariem, caur kuriem tikai brīžiem nejauši pavidēja kāds saules stars, bet naktis reizēm līdz zemei nonāca arī zvaigžņu skatieni. Tikpat drūms, bet ar vēl nezudušām cerībām par istu vasaru nāca augusts un bridis, kad astronomijas amatieri un interesenti pulcējās gadskārtējā vasaras nometnē.

Sešpadsmitā vasaras astronomijas nometne “*Ērgļa ksi*” tika rikota Kocēnos no 13. līdz 16. augustam. Nometni sadarbībā ar Latvijas Astronomijas biedrību un Astronomijas attīstības fondu organizēja un vadīja *Dr. paed.* Ilgonis Vilks. Vairāk kā 90 nometnes dalībnieku (*sk. att. vāku 3. lpp.*) apmetās Kocēnu muižas pilī (*sk. 1. att.*), kur šobrīd atrodas Kocē-



1. att. Kocēnu muižas pils.

nu pamatskola. Starp nometnes dalībniekiem bija gan vairāki veterāni – iepriekšējo gadu nometņu dalībnieki, gan pavisam jauni astronomijas interesenti, kuri nometnes laikā pirmo reizi ielūkojās teleskopā.

Jau otro gadu pēc kārtas plašsaziņas līdzekļi aktīvi “informēja” sabiedrību par sagaidāmo zvaigžņu lietu 11. augustā, tādēļ arī 2004. gadā nometne ieguva visai nozīmīgu publicitāti, tās norise tika atspoguļota gan vietējā televīzijā un radio, gan Latvijas televīzijas pirmā kanāla ziņu raidījumā “Panorāma”. Diemžēl nometnes pirmajā vakarā tās dalībniekiem



2. att. Benita Frēliha stāsta par meteoru novērošanu.

lietu sagādāja tikai parastie lietus mākoņi. Perseīdu plūsmas novērojumi bija jāatliek līdz nākamajam vakaram, bet žurnālistus nācās mierināt ar teorētiskiem skaidrojumiem par to, ka meteoru plūsmas maksimums un meteoru lietus ir divas dažādas lietas.

Pēc oficiālās nometnes atklāšanas tās jaunākie dalībnieki sadalījās septiņās komandās, kurām vēlāk tika doti gan jauniešu mērķus un intereses, gan sadzīves apstākļus raksturojoši nosaukumi: “Eziši teltīs – slapji”, “Fēnikss”, “Jo – vārdes”, “Komanda: komanda”, “VIP”, “Nežēlīgie eži jeb vienkārši – neži”, “Intelektuāļi juniori”. Noklausījušies Ivetas Murānes stāstījumu par astronomiskajiem novērojumiem un debess dziļu objektiem, nometnes dalībnieki devās spēlēt populāro spēli “Mēmais šovs”, kas šoreiz tika rīkota kā astronomiska satura izklaide un bija arī pēdējais nometnes pirmā vakara pasākums.

14. augusta rīts nāca ar pārsteidzoši vasarīgu laiku. Mākoņi bija izklīduši īsi pirms saullēkta, un debesis kā nomazgātas laistījās spirti zilajos toņos. Priekšpusdienā Benita Frēliha pastāstīja par meteoru novērošanu (*sk. 2. un 3. att.*). Pa to laiku debesis jau atkal bija atgriezušies mākoņi, bet, par laimi, pavisam Sauli tie nepaslēpa. Komandas pamazām sāka apsvērt nometnes projektos veicamos darbus, bet lielākā daļa nometnes dalībnieku pievērsās



3. att. Nometnes vadītājs Ilgonis Vilks demonstrē meteoru novērošanai paredzēto tehnisko aprīkojumu.



4. att. Aivis Meijers stāsta par atmosfēras optiskajiem efektiem.

sportiskām aktivitātēm. Kocēnu pamatskolas plašajā sporta laukumā tika spēlēti frizbijs, futbols, basketbols un volejbols. Šķīta, ka “*Ērgla ksi*” vienā mirkli bija pārvērtusies par sporta nometni.

Ļoti interesanta bija ekskursija uz Kocēnu zirgaudzētavu 14. augusta pēcpusdienā. Nometnes dalībnieki vareja ne tikai apskatīt staltos zirgaudzētavas zirgus, bet arī nedaudz izbaudīt jāšanas prieku. Iespējams, ka ne viens vien jaunais astronoms pirmo reizi kāpa zirdziņam mugurā.

Tuvojoties sestdienas vakara krēslas stundām, debesis joprojām izskatījās daudzsoļi. Kamēr ārā vēl nebija pietiekami satumsis, Aivis Meijers nometnes dalībniekiem pastāstīja par dažādiem atmosfēras optiskajiem efektiem (*sk. 4. att.*). To ilustrācijai tika izmantoti arī vairāki interesanti laboratorijas eksperimenti. Laiks pagāja gandrīz nemanot, ārā jau bija melna nakts. Debesis mirdzēja tūkstošiem zvaigžņu. Kocēnu debesis bija ļoti tumšas un ideāli piemērotas astronomiskajiem novērojumiem. Pirmā komanda jau sāka skaitīt meteorus. Arī pārējie novērotāji laiku pa laikam pamanīja kādu perseīdu, bet galveno uzmanību veltīja debess dziļu objektu novērojumiem ar Astronomijas attīstības fonda sagādāto 20 cm reflektoru *TAL-200K*.

Nākamās dienas rīta pusē nometnes dalībniekiem bija iespēja noklausīties *Dr. chem.*

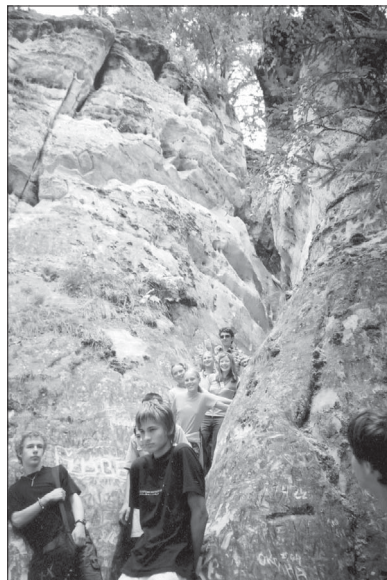


5. att. Jānis Jaunbergs stāsta par Marsa izpēti.

Jāņa Jaunberga ļoti saistošo stāstījumu par Marsa izpēti (sk. 5. att.). Pirms pusdienām daži nometnes dalībnieki vēl izbaudīja sporta priekus, mētajot lidojošos šķīvīšus, taču daudzi jaunieši jau lielāku uzmanību veltīja dienas projektu uzdevumiem.

15. augusta pēcpusdienā nometnes dalībnieki ar autobusu devās diezgan garā ekskursijā pa interesantākajām apkārtnes vietām. Vispirms tika apskatīta Valmieras Valsts ģimnāzija, tās topošā observatorija un meteoroloģiskā stacija. Nākamais apskates objekts bija Sietiņezis pie Gaujas (sk. 6. att.). Viens otrs nometnes dalībnieks šajā brīdī droši vien atcerējās pagājušā gadsimta deviņdesmito gadu pirmo pusi, kad nometnes tika rīkotas Siguldā un to dalībnieki devās pārgājienos uz Gaujas senleju Turaidas apkārtnē. Šķita, ka tas bija pavisam nesen, bet patiesībā kopš pēdējās nometnes Siguldā bija pagājuši tieši desmit gadi.

Pēdējais svētdienas ekskursijas pieturas punkts sagādāja nopietnu pārbaudījumu daudziem nometnes dalībniekiem. Pa ceļam uz Zilo kalnu sāka stipri līt, taču līdz Zilā kalna skatu tornim gandrīz kilometrs bija jāiet kājām. Izmirkušie ceļotāji tomēr bija saglabājuši spēkus, lai uzkāptu pa tumšajām un sarūsējušajām kāpnēm līdz pašai torņa augšai un apskatītu miglas vālos ietīto un pielījušo Valmieras apkārtni. Zilā kalna skatu torņa ap-



6. att. Nometnes dalībnieki pie Sietiņezī.

meklējums ieilga, un nosalušie ekskursijas dalībnieki tikai neilgi pirms astoņiem atgriezās Kocēnos. Pēc sasildīšanās un vakariņām nometnes dalībnieki saņēma sertifikātus, kas apliecināja piedalīšanos vasaras astronomijas nometnē “*Ērgļa ksi*”. Nometnes pēdējais vakars nebija labvēlīgs astronomiskajiem novērojumiem, jo debesis atkal bija apseguši pelēkie lietus mākoņi.

Kaut arī vairāki nometnes dalībnieki mārup devās jau 15. augustā, oficiālais nometnes noslēguma pasākums ar komandu vērtējumu paziņošanu tika rīkots 16. augustā. Par uzvarētājiem kļuva komanda “Komanda: komanda” dalībnieki, kuri saņēma diplomus un nometnes organizatoru sarūpētās balvas. Analizējot komandu sniegumu, vērtētāji secināja, ka jaunatne ir kļuvusi atraktīvāka, taču tiekšanās pēc maksimālas originalitātes bieži vien traucē izpildīt konkrētus projektus aprakstītos uzdevumus.

Vasaras astronomijas nometnes vienmēr ir bijušas kā atskaites punkti, kuros Latvijas Astronomijas biedrības biedri, astronomijas ama-

tieri un interesenti atskatās uz iepriekšējo sezonu un sāk gatavoties jaunajai sezonai. Jau vairākus gadus nometnes ir ne tikai pasākumi, bet arī notikumi visai Latvijas astronomu

saimei, tādēļ organizatori ir apņēmības pilni tradīcijas turpināt un aicina ikvienu astronomijas interesentu piedalīties 2005. gada vasaras astronomijas nometnē "Ergla omikron". 🐦

MARTIŅŠ GILLS

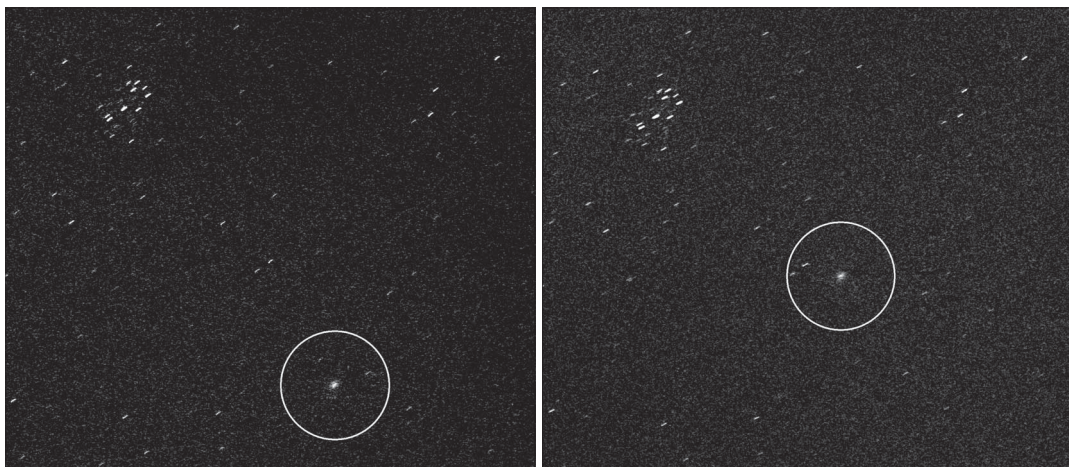
RĪGĀ NOVĒRO MAČHOLCA KOMĒTU

Astronomijas amatieru sabiedrība līdz ar 2005. gada sākumu saņēma labu jaungada dāvanu – ar neapbruņotu aci radās iespēja novērot *C/2004 Q2* jeb vienkāršākā vārdā Mačholca komētu (*Machholz*). Vēl nepilnu pusgadu iepriekš neviens par šādas komētas eksistenci nezināja, jo ASV Kalifornijas štatā dzīvojošais Dons Mačholcs to atklāja tikai 2004. gada 27. augusta rītā. Viena no interesantākajām niansēm šīs komētas atklāšanā ir fakts, ka to ir paveicis astronomijas amatieris. Lai kā, kad debesis ik nakti mazo planētu un komētu meklējumos automatizēti pārlūko robotteleskopi projektu *LINEAR*, *NEAT* u. c. ietvaros (un arī kosmiskais teleskops *SOHO* regulāri fiksē komētas Saules tuvumā), amatieriem ir ievērojami samazinājušas iespējas būt pirmajiem. Otra nianse ir tā, ka novērojumi bija veikti tīri vizuāli ar 15 cm reflektoru, neizmantojot tādus mūsdienu nopietno astronomijas amatieru arsenālā esošos "ieročus", kā lādiņsaites matricas (*CCD*) kameras un attēlu ciparisko apstrādi. Jāatzīst, ka minētās komētas atklāšana nebija gluži nejaušība – D. Mačholcs debesis pārlūko regulāri jau kopš 1975. gada 1. janvāra. Pirmajos gados meklēšanas apjoms ir bijis virs 500 stundām gadā, bet pēdējos gados – ap 100. Šķiet, ka sistemātiskums un pareizi izvēlēta novērojumu stratēģija bija faktori, kas viņam ļāva iepriekšējos gados atklāt vēl deviņas citas komētas.

Mačholca komēta pieder pie tām daudzajām komētām, kurām praktiski nav saskatāma aste. Ja komētai nav astes, bet tā ir tikai

neizteikts miglains un ne pārāk spožs plankums, tad ierindas cilvēkus ar to ir grūti ieinteresēt. Mačholca komēta izcēlās ar to, ka tai bija ļoti labvēlīgs parādīšanās laiks un novietojums debesis – teorētiski tā būtu saskatāma līdz ar tumsas iestāšanos līdz pat rītam. Tomēr reālie laika apstākļi izveidojās tādi, ka Rīgā janvārī tikai kādas četras reizes naktī bija skaidras debesis, arī iepriekšējais mēnesis bija pārsvarā apmācies. Janvāra otrajā pusē parādījās papildus apgrūtinājums – spožais Mēness, kas blāvu objektu novērojumos ir reāls traucēklis. Mačholca komētai raksturīga strauja kustība pie debesīm. Janvāra sākumā novērojamais pārvietošanās ātrums pārsniedza divus grādus diennakti, bet mēnesi vēlāk tas bija grāds diennakti. Uzskatāms piemērs kustībai vienas diennakts laikā ir parādīts autora iegūtajos attēlos 4. un 5. janvārī (*sk. 1. un 2. att.*). Janvārī komēta atradās Vērša un Perseja zvaigznājos, februārī – Kasiopejas, bet martā – Cefeja, Žirafes un Pūķa zvaigznājos. Straujā deklinācijas maiņa ir saistīta ar komētas orbītas plaknes slīpumu pret ekliptiku – 38,6 grādi. No 3. līdz 12. janvārim komētas spožums bija vislielākais, sasniedzot 4^m,1, bet jau februāra pirmajās dienās tas samazinājās līdz 5^m.

Autors veica nelielu eksperimentu par šādas komētas novērošanu pilsētas apstākļos. Novērojumi tika veikti gan Rīgas centrā no Latvijas Universitātes centrālās ēkas jumta, gan no dzīvojamās mājas balkona Pārdaugavā. Ja nav iepriekš zināms, kurš debess apvidus



1. un 2. att. Attēlos uzskatāmi redzama komētas straujā pārvietošanās. Abu attēlu *augšējā kreisajā daļā* ir ļoti redzams Sietiņš (Plejādes). Komētas atrašanās vieta attēlā ir norādīta ar apvilktu riņķa līniju. Fotografēts ar *Sony DSC-W12* uz statīva bez sekošanas, ekspozīcija 30 s pie *ISO 400*. Veikta apstrāde – atstāts attēla zaļais kanāls un pastiprināts kontrasts. Apstrādes rezultātā ir parādījies attēla fona troksnis, kas raksturīgs ierindas ciparu fotoaparātiem.

M. Gilla foto

jānovēro, tad komētu uzreiz ieraudzīt neizdotos. Labs orientieris bija Sietiņš. No ikdienas debess novērojumiem ir zināms, ka no Sietiņa pa ļoti lejup parasti nekāds liels, izteikts miglājs nav novērojams, bet šī rajona apskates laikā varēja ļoti saskatīt miglainu objektu (*sk. 3. att*). Komētu diezgan ļoti varēja novērot ar binokli. Fotografēšanai varēja izmantot jebkura veida fotoaparātu, kas nodrošina ilgāku ekspozīciju. Autors izmēģināja tipveida ciparu

fotoaparātu – pie *ISO 400*, *f/5,6* un 30 sekunžu ekspozīcijas laikā komēta bija saskatāma kā neliels izplūdis objekts.

Kā liecina astronomijas amatieru dažādās pasaules vietās iegūtie attēli, aste kļūst saskatāma, ja ekspozīcija ir vismaz 5 minūtes

3. att. Kopskats uz debess apgabalu, kur bija novērojama Mačholca komēta 2005. gada 5. janvārī. Fotografēts Rīgas centrā – no LU centrālās ēkas jumta. Komēta izskatās kā neliels blāvs objekts virzienā uz leju pa ļoti no Plejādēm (lai precīzi ieraudzītu atrašanās vietu, var izmantot 2. attēlu).

M. Gilla foto



pie jutības ISO 800 f/4,5. Otra nianse, kas kļūst redzama dažādu autoru attēlos, ir komētas izteikti zaļganā nokrāsa, kas neveidojas no neprecīzi iestādīta baltās krāsas balansa, bet gan tiešām ir raksturīgs tonis šai komētai. To var redzēt arī Jura Lavendela iegūtajā attēlā (*sk. att. vāku 4. lpp.*).

Ja novērotājus interesē papildus informācija par Mačholca vai citu komētu orbītu elementiem, lieliski var noderēt NASA *Near Earth Object Program* tīmekļa adrese (<http://neo.jpl.nasa.gov>). Tur rodama datu bāze ar asteroīdu un komētu orbītu parametriem, kā arī jaunākās ziņas par Zemei bīstamiem objektiem. Īpaši interesants ir šajā serverī esošais programmas rīks orbītu telpiskai vizualizācijai. Brīvi izvēlētam laika momentam tiek

piedāvāts skats uz Saules sistēmu ar iezīmētām planētu atrašanās vietām un orbītām kopā ar izvēlētas komētas vai asteroīda atrašanās vietu un orbītu. Telpisko priekšstatu var iegūt, ja ar ritjoslu palīdzību maina skata leņķi pret ekliptiku vai arī pagriež skata punktu ap asi, kas perpendikulāra ekliptikai (rotācijas ass var iet caur Sauli, jebkuru planētu vai komētu). Papildus iespējas ir samazināt vai palielināt skata mērogu, kā arī veikt animācijas starp jebkuriem laika momentiem ar dažādiem laika soļiem.

Savukārt uzzināt tuvāk par Mačholca komētas atklāšanas vēsturi paša atklājēja stāstījumā var Sanhosē Astronomijas asociācijas tīmekļa lapā <http://epbemeris.sjaa.net/0410/b.html>. 🐦

**2005. gada 8. un 9. aprīlī notiks
Rīgas 33. atklātā skolēnu**

ASTRONOMIJAS OLIMPIĀDE

9.–12. klašu skolēniem

Pirmā kārtā – piektdien, 8. aprīlī plkst. 14:10 Latvijas Universitātes Fizikas un matemātikas fakultātē Zeļļu ielā 8 (satiksme ar 2. tramvaju, 4. vai 38. autobusu līdz E. Smiļģa ielai, mikroautobusiem, kas iet caur Āgenskalnu).

Programmā: testi, uzdevumi. Uzdevumu risināšanas laikā varēs izmantot jebkādus palīg līdzekļus.

Otrā kārtā – sestdien, 9. aprīlī plkst. 10:00 Latvijas Universitātē Raiņa bulvārī 19, 415. telpā. Programmā: mutiskas atbildes uz jautājumiem, rezultātu kopsavilkums, apbalvošana.

Olimpiādē var piedalīties arī 7.–8. klašu skolēni, kuri aktīvi interesējas par astronomiju un vēlas pārbaudīt savas zināšanas.

Dalībnieku pieteikšanās līdz 2005. gada **1. aprīlim**.

Tālrunis/fakss: 7374093; e-pasts: murane@rsdc.lv.

Adrese: Tehniskās jaunrades nams, Annas ielā 2, Rīgā, LV-1001.

Sūtot pieteikumus pa pastu vai faksu, jānorāda dalībnieka vārds, uzvārds, skola, klase; dalībniekiem no lauku rajoniem – naktsmitnes nepieciešamība.

Informācija par olimpiādi internetā <http://www.lab.lv/olimpiades.php>.

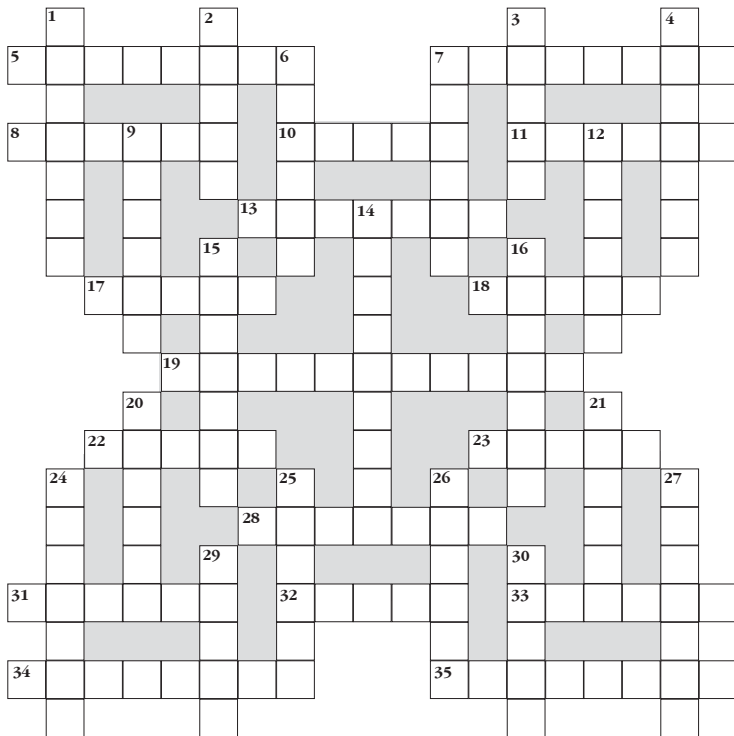
Astronomijas skolotāju asociācijas vadītāja **I. Murāne**

KRUSTVĀRDU MĪKLA

Līmeniski: **5.** Izvirdums uz Saules (*svešvārdā*). **7.** Krievu kosmonauts, kurš veicis trīs lidojumus kosmosā (1969–1980). **8.** Kosmosa kuģis, kas nogādāja uz Mēness pirmos cilvēkus. **10.** Franču astronoms un fiziķis (1786–1853). **11.** Mazā planēta. **13.** Astronomisks aparāts, ko agrāk lietoja leņķisko attālumu mērīšanai. **17.** Debess dienvidu puslodes zvaigznājs. **18.** Debess dienvidu puslodes zvaigznājs Kuģa... **19.** Krievu zinātnieks, kosmonautikas pamatlicējs (1857–1935). **22.** Suns – pirmā dzīvā būtne kosmosā. **23.** ASV kosmiskā nesējaķeete. **28.** Zvaigzne Ērgļa zvaigznājā. **31.** ASV kosmiskais kuģis. **32.** Privāts daudzkārt izmantojamais lidaparāts (*projekts*). **33.** Jupitera pavadonis. **34.** Nīderlandiešu astronoms, Saturna gredzenu atklājējs (1629–1695). **35.** Urāna pavadonis.

Stateniski: **1.** ASV astronauts, kurš veica pirmo lidojumu ar kosmoplānu “*Columbia*” (1981). **2.** Amerikāņu meteoroloģisko ZMP sērija. **3.** Daņu astronoms, kurš pierādīja, ka komētas un novas ir debess ķermeņi. **4.** Japāņu astronauts, kurš savu lidojumu veica 1990. gadā. **6.** Jupitera pavadonis. **7.** Rietumeiropas valstu lidaparāts Haleja komētas pētišanai. **9.** Automātiskās debess sekošanas teleskops Masačusetsas štata observatorijā. **12.** Debess ziemeļu puslodes zvaigznājs. **14.** Mitiskas Etiopijas valdnieces meita, kas pēc nāves pārvērsta zvaigznājā. **15.** Saturna 24. pavadonis. **16.** Latviešu astronoms, kurš aprēķināja mazās planētas *Rīga* orbitu. **20.** Krievijas kosmonauts, kurš dzimis Jūrmalā. **21.** Amerikāņu ASS Mēness izpētei. **24.** Bezpilota lidaparāti ar reaktīvo dzinēju. **25.** Konstante, kas raksturo ķīmiskā elementa izplatību Zemes garozā vai kosmoķīmiskajās sistēmās. **26.** ASV astronauts, kurš lidojis ar trijiem dažādas sistēmas lidaparātiem. **27.** Aparāts ģeogrāfiskā vai magnētiskā meridiāna virziena noteikšanai. **29.** Saturna pavadonis. **30.** Visspožākā no mazajām planētām.

Sastādījis **Ollerts Zibens**



NATĀLIJA CIMAHoviČA

TEMPORA MUTANTUR ET NOS MUTAMUR IN ILLIS*

17. decembrī atzīmējām profesora Jāzepa Eidusa atmiņu grāmatas “Pagājība” (*sk. att. 56. lpp.*) klajā nākšanu. Šī grāmata ir profesora pēdējais darbs, viņa neparastā mūža atcere. Grāmatas centrā ir Jāzepa Eidusa gaitas Otrā pasaules kara laikā un viņa pieredzējumi Gulagā.

Šos sāpju ceļus ir staigājuši daudzi tūkstoši Latvijas iedzīvotāju un daudzi no viņiem ir uzrakstījuši savus likteņstāstus. Tomēr šādu grāmatu nekad nebūs par daudz. Vispirms jau tāpēc, ka neizmērojamas ir tās ciešanas, kas tika uzkrautas mūsu mieru mīlošās Dievzemītes cilvēkiem. Un arī tāpēc, ka neizmērojamas ir cilvēku gara pārvērtības. Jāzepa Eidusa grāmata stāsta par kara un noietņu šausmām un par gara spēka lomu cilvēku vēsturiskajās gaitās – par paliekošām vērtībām.

Jāzeps Eiduss piederēja tai paaudzei, kura pieredzēja četru varu nomaiņu Latvijā – 1934. gada 15. maija apvērsumu, padomju okupācijas atjaunošanu kara beigās 1945. gadā, 1991. gada puču un Latvijas atjaunošanu 1991. gadā. 1940. un 1941. gada norises Latvijā viņam pagāja secen, jo viņš tai laikā atradās Anglijā un Krievijā.

Ikkatrs šīs vēstures pagrieziens nozīmēja ne vien ārējo apstākļu nomaiņu, bet arī cilvēku garīgā satvara zināmu deformēšanu. Īpaši to pārdzīvo jaunieši, kuri allaž jutīgi uztver apelišanu pie goda jūtām. Arī revolūci-

onārās idejas allaž rod visauglīgāko augsni jauniešu vidū. Latvijā pirmskara laikos darbojās komunistiskā pagrīde, kurā iesaistījās ne vien strādnieku jaunatne, bet arī turīgās inteliģences pārstāvji. Pie tās piederēja arī Jāzeps Eiduss. Viņš pats raksta: “*Noirējām telpas Kaļķu ielā bijušajā vācu kinoteātri “AT”, kur regulāri sanācām kopā uz referātiem un diskusijām. (...) Vispārīgais interešu un ideju loks pulciņā bija tuvs Veimāras Republikas Vācijas progresīvās inteliģences garīgajai pasaulei.*” Vēlāk šie Rīgas jaunieši sāka meklēt sakarus ar komunistisko pagrīdi. “*Beigu beigās radās pagrīdes šūna, kurā izdevās iesaistīt arī virkni studentu, pārsvarā no vietējo vāciešu aprindām. Mūsu šūna veica tradicionālu pagrīdes šūnu revolucionāro ikdienas darbu. Mēs sanācām kopā, studējām marksismu un ļeņinismu, lasījām referātus par starptautisko stāvokli un revolucionāro kustību Latvijā, (...) uz sētām limējām plakātus ar revolucionāriem saukļiem. (...) Skrejlapas, kā arī revolucionāra satura laikrakstus un žurnālus iespieda pagrīdes tipogrāfijās.*”

Šis darbības loģiskās sekas – apcietinājumu un spaidu darbus Latvijā – Jāzeps Eiduss uzskata par revolucionārās darbības neatņemamu sastāvdaļu, arī izsūtījumu no Latvijas viņš uztver kā partijas uzdevumu. Tāpēc arī Otrajā pasaules karā viņš no Anglijas dodas uz Krieviju, lai būtu ciņas priekšējās pozīcijās – frontē. Šeit viņš vēl ilgi nepamana disonansi starp padomju propagandas apgalvojumiem un reālo situāciju valstī. Viņš kļūst par frontes sakarnieku, pēc tam par propagandas nodaļas diktoru un 1944. gada rudenī atgriežas Latvijā, lai strādātu Latvijas Universitātē.

* – “*Laiki mainās un mēs maināmies tajos*” – latīņu izteiciens, nācis no viduslaikiem, tiek piedēvēts franku imperatoram Lotāram I (mūsu ēras 9. gs.).



Grāmatas atvēršanas svētkos (*stāv*) Ābrams Kleckins, Baiba Šāberle, Anita Mellupe.

Taču šeit viņu atrod padomju valsts drošības orgānu mašīnērija. Viņš taču ir ideāls eksemplārs drošības orgānu aktivitātes attaisnošanai – neizprotama šķiet viņa iebraukšana no Anglijas kara gados un pieteikšanās frontē. Visu padomju pilsoņu tieksme taču bija tikt prom no PSRS.

Kad viņu 1953. gadā apcietina un uzrāda apsūdzību spiegošanā, viņš sākumā un vēl ilgi to uztver kā pārpratumu – viņš taču ir pārliecināts cīnītājs par komunismu. Un ļoti pakāpeniski, savos sāpju ceļos satiekot gan līdzīgas inteligēntas personības, gan represīvās mašīnērijas darboņus, viņš saprot PSRS ideoloģisko saturu.

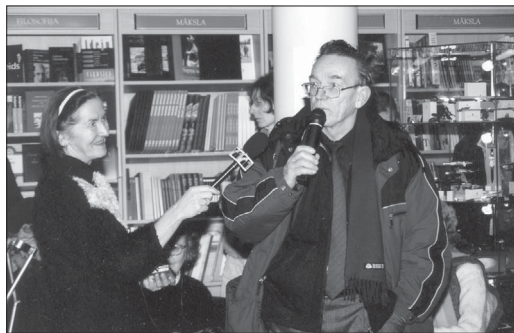
Viņš atceras beigu sarunu Latvijas politikāajā pārvaldē 1938. gadā, kad viņam teica: *“Tevēro, ja tavējie nāks pie varas, tu būsi viens no pirmajiem, ko viņi liks pie sienas.”* Viņam arī parādīja kādas padomju avīzes eksemplāru, kur bija rakstīts par tajā laikā Krievijā notiekošajām prāvām pret vecajiem boļševikiem, to skaitā daudziem latviešiem. Viņi visi bija cīnījušies par revolūciju, piedalījušies pilsoņu karā, darbojušies augstos amatos padomju valdībā, bet tagad tika apcietināti, apsūdzēti, piespiesti atzities smagos noziegumos pret padomju varu un nošauti.

1953. gadā, īsi pirms apcietināšanas, Jāzepam Eidusam kāds Anglijas paziņa parādīja angļu laikraksta *“Observer”* eksemplāru ar

Eidusa sena paziņas rakstu par metodēm, ar kurām padomju represīvie orgāni ieguva no apcietinātajiem jebkuru atzišanos. Tobrīd, būdams vēl pārliecināts komunisti, Jāzeps Eiduss ticēja tikai oficiālajām versijām. Bet jau nākamajā dienā, kad viņu apcietināja, viņš apjauta, ka nupat izlasītais raksts ir tīra patiesība, ka arī ar viņu viss notiks mats matā, kā tur rakstīts. Un tiešām tā viss arī notika.

Sākumā apcietinātais apgalvo: *“Ne ar kādu spiegošanu es neesmu nodarbojies, ne arī ar kādu citu pretpadomju darbību.”* J. Eiduss tālāk raksta: *“Tā sākās mūžīgā divkauja starp izmeklētāju un aizdomās turēto, turklāt vienas puses ricībā bija neierobežota vara, cinisks karjerisms, jebkādu principu trūkums, nocietināta nežēlība, bet otra puse – ar lielāku vai mazāku pretošanās spēju – bija apjukusi, sašutusi par absurdiem apvainojumiem, bet, galvenais, bez jebkādam tiesībām, absolūtā izolācijā, izmisīgā cīņā par savu cilvēcisko cieņu rupja spēka, mežonīga spiediena apstākļos.”* Un tad pienāk diena, kad apcietinātais salūst, šķietami atzīstas...

Cietumā un vēlāk darba nometnē Jāzeps Eiduss saprata, ka viņš iznīcināms tieši tāpēc, ka viņš bija pārliecināts komunisti. Tādus cilvēkus Staļina režīms lēma bojāejai, tam bija vajadzīgi pavisam citādi cilvēki. Liela ietekme uz Jāzēpa Eidusa uzskatu tālāko attīstību bija kādam kameras biedram – Gruzijas komparti-



Baiba Šāberle, Edvins Šilters.

Jelēnas Kopitičas foto

jas nomenklatūras kādreizējam loceklim Caturavam. Viņš ieslodzījumā bija pavadījis jau astoņpadsmit gadus, redzējis un pārdzīvojis šausmu lietas un beigās nonācis pie pasaules uzskata, kas bija stipri tāls no komunisma.

Pārliecība par padomju valdošās iekārtas ļaunumu Jāzepam Eidusam nāca četros ieslodzījuma gados, kad viņš bija pakļauts personības iznīcināšanas mehānismam. Viņš tad arī saprata, ka neliešu slānis turēja padevībā un baiļu varā visu valsti un ka neliešus rada pati sistēma. Tomēr šajos sāpju ceļos Jāzeps Eiduss sastapa daudzus lieliskus cilvēkus, kas palīdzēja viņam saglabāt paša cilvēcību un ticību cilvēcei. Viņš raksta: “*Raugoties atpakaļ, es tos gadus neturu par zaudētiem. Tie ir daudz devuši manam pasaules uzskatam, kas tagad balstās uz daudz bagātāku dzīves pieredzi un uz daudz dziļāku izpratni par cilvēka dabu. Tie mani iedvesuši lielāku mīlestību pret cilvēkiem visā viņu cilvēciskās bū-*

tības pilnībā, tajā labā un ļaunā sakausējumā, kas mūsos visos, arī tajos, kuros labā ir daudz vairāk, sadzīvo kopā. Un šie gadi ir vairojuši manu riebumu un naidu pret nežēlību, vardarbību un apzinātu ļaunumu, kurus skatīju visderdzīgākajās izpausmēs.”

Arī grūtos brīžos mūža beigās viņš gaiši smaidīja, sveicot atnākušos draugus, pat tad, kad vairs nespēja tos sveikt vārdiem.

Un tad mums palika šī grāmata un Jāzeps Eidusa izstarotā cilvēcība. Un pienākums gādāt par šīs grāmatas iznākšanu. Šai pienākumā tad arī vienojās Jāzeps Eidusa kolēģi, radi un draugi, meklējot ceļus grāmatas izdošanai. Izšķiroša te bija “*Liktenstāstu*” izdevējas Anitas Mellupes neatlaidība un Latvijas Universitātes un Fizikas un matemātikas fakultātes finansiālais atbalsts. Un grāmatas atvēršanas svētkos atkal bijām visi kopā, vienoti cilvēces gaišumā un labestībā. 🐦

S V E I C A M 🐦 S V E I C A M 🐦 S V E I C A M 🐦 S V E I C A M

Šā gada **20 maijā** aprit 80 gadu, kopš 1925. gadā Cirstu (tagad Jumurdas) pagastā dzimis **Leonids Roze**, latviešu astronoms, astrometrijas speciālists, *Dr. phys.* (1969, nostr. 1993), LU Astronomiskās observatorijas līdzstrādnieks (1957–1992), “*Zvaigžņotās Debess*” redakcijas kolēģijas loceklis (no 1971) un daudzu rakstu autors kopš 1959. gada. Piedalījies Zemes rotācijas parametru un pasaules laika noteikšanā starptautisku programmu ietvaros. Pētījis precīzā laika dienesta problēmas un Latvijas astronomijas vēsturi. Lasījis lekcijas astronomijā LU studentiem un vadījis studentu zinātniskos darbus. Par L. Rozes paveikto un viņa dzīves gājumu vairāk lasāms E. Kaupušas un M. Dīriķa rakstā “*Leonids Roze – jubilārs*” – *ZvD*, 1975. g. *vasara*, 56.–57. lpp., kā arī redakcijas kolēģijas un paša jubilāra rakstā “*Ērkšķi nevīst*” – *ZvD*, 1995. g. *vasarā*, 22.–31. lpp.

Daudz baltu dieniņu!

I. D.

Ziemas numurā publicētās krustvārdu mīklas atbildes

Līmeniski: 1. Bīnemanis. 4. Reznika. 8. Astreja. 9. Uburu. 10. Maija. 14. Ikaunieks. 16. Neri. 17. Vīts. 18. Stieple. 19. Despina. 23. Auns. 24. Vega. 25. Skafandrs. 28. Marss. 31. Zonde. 32. Kalipso. 33. Savicka. 34. Aptumsums.

Stateniski: 1. Baturins. 2. Elara. 3. NASA. 4. Surtungs. 5. Reja. 6. Novas. 7. Antares. 11. Ekliptika. 12. Eksosfēra. 13. Protons. 15. Pioneer. 20. Ganimēds. 21. Francija. 22. Hasbends. 26. Osumi. 27. Holls. 29. Maja. 30. Asēt.

ARTURS BALKLAVS

KĀDA IR UZ ZEMES NOVĪTOTU TELESKOPU EFEKTĪVĪTĀTE?

Ja atceramies skolas fizikas kursu, tad zinām, ka, lietojot optiskas sistēmas, piemēram, teleskopus, gaismas viļņu daba nosaka fundamentāla rakstura ierobežojumus jeb robežlielumus, ko ideālā gadījumā var sasniegt, bet nav iespējams pārsniegt. Viens no tādiem robežlielumiem, kas sevišķi interesē astronomus, ir teleskopa leņķiskā izšķirtspēja ϕ . Tā nosaka to minimālo leņķisko attālumu starp diviem starojošiem punktvēida objektiem, kas ar doto teleskopu, kura apertūra jeb atvērums ir a (teleskopu gadījumā tas ir galvenā spoguļa vai lēcas diametrs), vēl ir redzami (atšķirami) kā divi punkti, respektīvi, vēl nav saplūduši vienā punktā, kas notiek, ja šis attālums starp punktiem ir mazāks par ϕ .

Šā parametra nozīme sevišķi pastiprinās mūsdienu liela izmēra teleskopiem, kam ievērojami pieaug jutība un līdz ar to signāla/trokšņa attiecība, kuru nosaka starojumu savācošais laukums. Signāla/trokšņa attiecība, kā rāda aprēķini, ir proporcionāla galvenā spoguļa diametra a kvadrātam un, a palielinoties, kļūst iespējams novērot arvien vājākus un tālākus kosmiskā starojuma avotus. Tas nozīmē, ka strauji (kā a^2) palielinās attēlā redzamo objektu skaits, kamēr ϕ palielinās tikai kā a un, ja ϕ nav pietiekami liels (faktiski – mazs), tad daudzi no tiem saplūst kopā, nav atsevišķi saredzami jeb atšķirami – lielie teleskopi nespēj pilnā mērā realizēt savas paaugstinātā jutīguma daļu pavērtās potenciālās iespējas.

Balstoties uz gaismas viļņu teoriju, var aprēķināt, ka izšķirtspēja (loka sekundēs) pēc Releja $\phi_r = 249580'' \cdot \lambda/a$ (vai $1,22 \lambda/a$ radiāni), kur λ ir novērojumos izmantotā gais-

mas viļņa garums (lietojot formulu, λ un a tajā ir jāievieto vienādās mērvienībās). Taču arī šo tā saucamo difrakcijas ierobežojumu jeb robežu var sasniegt tikai tad, ja, pirmkārt, ideāli precīza ir izgatavotā spoguļa (vai lēcas) virsma, kuru, kā jau jebkuru ideālu, praktiski ir ļoti grūti, lai neteiktu – neiespējami – sasniegt un, otrkārt, starp novērojamo objektu un teleskopu nav strauji turbulentas vides, kas jāšķērso novērojamā objekta starojumam. Bet tieši šis pēdējais nosacījums ir tā raksturīgā un nenovēršamā situācija, kādā ir jāstrādā visiem uz Zemes izvietotiem jeb virszemes (angl. – *ground based*) teleskopiem.

Turbulentās gaisa masas izraisa blīvuma un līdz ar to gaismas laušanas koeficienta izmaiņas jeb fluktuācijas, kas deformē kritošo viļņu fronti un izkropļo attēlu, to izsmērējot, t. i., padarot mazāk skaidru, izplūdušu, nenasu. Kā rāda novērojumi, plakanā viļņu frontē no tālas zvaigznes, ejot cauri ap 20 km biežam turbulentās atmosfēras slānim, 4 m teleskopam samazina leņķisko izšķirtspēju vairāk nekā par kārtu, t. i., vairāk nekā 10 reizi. Tādējādi šādi teleskopi, novietoti pat vislabākajos astroklīmatiskajos apstākļos, leņķiskās izšķirtspējas ziņā nav labāki par dažu desmitu cm diametra instrumentiem.

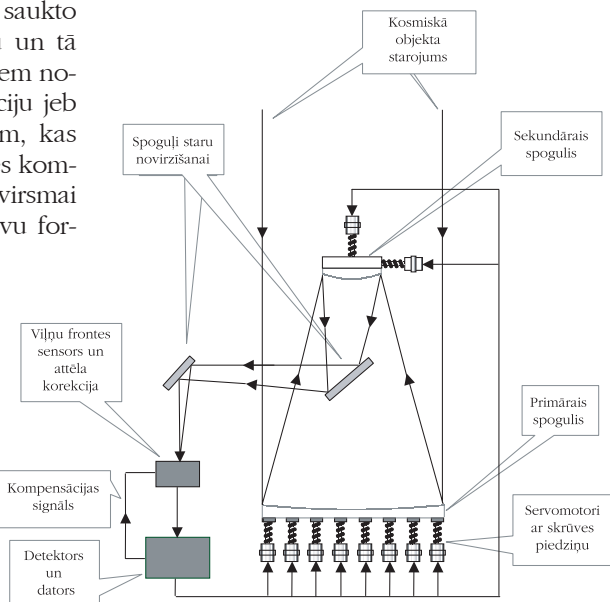
Šā nelabvēlīgā faktora iedarbībai nav pakļauti ārpus atmosfēras robežām paceltie, tā sauktie kosmiskie teleskopi. Tomēr neskatoties gan uz izcili labo, gan iespaidīgo novērojumu datu, tostarp attēlu, materiālu, ko sniedz, piemēram, Habla kosmiskais teleskops (*HST*), šobrīd galveno novērošanas darbu apjomu astronomijā joprojām veic uz

Zemes bāzētie teleskopi, starp kuriem savukārt visnozīmīgāko lomu kā jutīguma, tā izšķirtspējas ziņā spēlē visjaunākās paaudzes 8–10 m diametra spoguļteleskopi, kuri izmanto modernās teleskopa virsmas formas un viļņu frontes korekcijas iespējas, t. i., gan aktīvās, gan adaptīvās optikas sistēmas.

Aktīvās optikas sistēmas ir visai sarežģītas mehāniskas datorizētas iekārtas, kas ir vērstas uz to, lai kompensētu lielo spoguļu deformācijas, kuras izraisa šo spoguļu smaguma spēks, kā iespaids pieaug līdz ar spoguļa izmēru un ar to saistītās masas palielināšanos. Dažādos teleskopa stāvokļos šīs deformācijas rada dažādas novirzes no ideālās, t. i., rotācijas paraboloida formas. Tās, lai fokusā savāktu pēc iespējas vairāk kosmiskā objekta starojuma, nepieciešams kompensēt.

Kompensāciju realizē, nevis cenšoties par katru cenu saglabāt sākotnēji aprēķināto rotācijas paraboloida formu, bet saglabāt šo rotācijas paraboloida formu vispār, lai pēc spoguļa deformācijas un šo deformāciju kompensēšanas spogulim atkal būtu rotācijas paraboloidam atbilstoša forma, kaut arī ar nedaudz mainītiem parametriem un līdz ar to – fokusa stāvokli. Šis princips ir pazīstams ar tā saukto homologisko deformāciju nosaukumu un tā realizāciju panāk, ar speciāliem sensoriem nosakot atsevišķo spoguļa daļu deformāciju jeb noviržu lielumus un ar servomotoriem, kas skrūvēs bidstienus ar vītņiem, šīs novirzes kompensējot, tādējādi atjaunojot spoguļa virsmai rotācijas paraboloidam pēc iespējas tuvu formu. Plāniem spoguļiem tas notiek, kompensējot deformējot pašu spoguļi, fasettipa jeb mozaikas spoguļiem servomotori nedaudz pabīda vai pašķiebj atsevišķos fasetspoguļus. Starojuma koncentrācija fokusā notiek, atbilstoši pabīdot sekundāro spoguļi (sk. 1. att.).

1. att. Aktivās un adaptīvās optikas vispārīgā shēma.

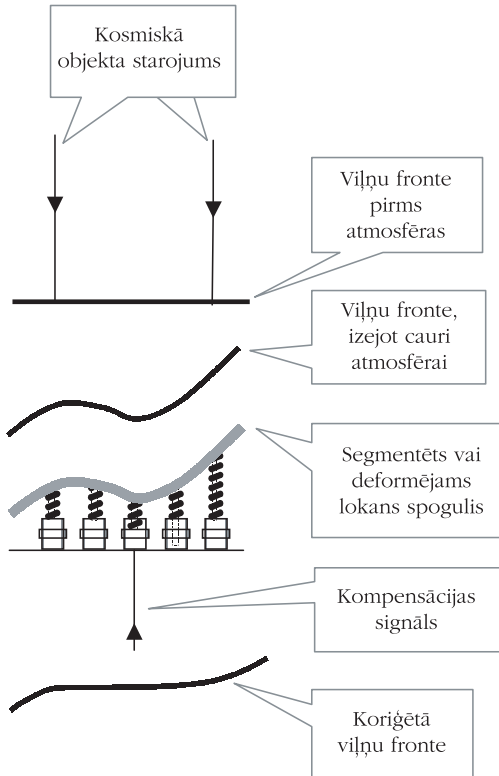


Spoguļa formas monitorings tiek realizēts, novērojot atbalsta jeb reperzvaigznes (angl. – *guide stars*) vai izdarot virsmas formas mērījumus ar lāzerinterferometriskām iekārtām. Spoguļa noviržu korekcija parasti notiek ar apmēram sekundes intervālu, kas ir pietiekami, lai, sekojot novērojamā avota kustībai pie debess sfēras, kuras gaitā mainās spoguļa stāvoklis attiecībā pret Zemes gravitācijas lauku un līdz ar to mainās arī tā deformācijas, pagūtu šīs deformācijas novērtēt un kompensēt, izlabojot spoguļa formu un koriģējot sekundārā spoguļa stāvokli.

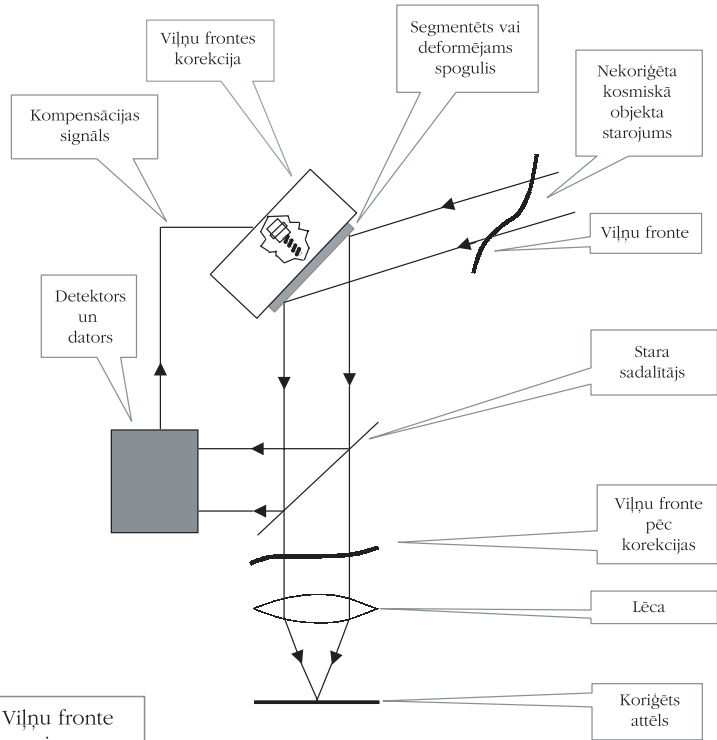
Adaptīvās optikas sistēmas savukārt ir izveidotas, lai kompensētu tos fāzes kropļojumus, kurus, kā jau minēts, kritošajā plakanaļā viļņu frontē rada šķērsojamās atmosfēras turbulence. Tās ir ļoti complicētas optiski mehāniskas datorizētas sistēmas, kas sastāv no trim galvenajām sastāvdaļām – viļņu frontes daļas atdalīšanas iekārtas, viļņu frontes sensora un korekcijas mehānisma, kas šīs deformācijas kompensē (sk. 2. att.). Tūlīt gan jāatzīmē, ka kompensēt izdodas tikai daļu no atmosfēras turbulences izraisītajām viļņu fron-

tes deformācijām¹⁾, tomēr arī tas dod iespēju iegūt līdz desmit reižu labākus un asākus attēlus.

Viļņu frontes daļas atdalīšana notiek ar nelielu iekārtu, parasti daļēji caurspīdīgu spoguļu, kas analīzei uz viļņu frontes sensoru novirza nelielu daļu (ap 10%) no krītošā starojuma. Viļņu frontes sensorā tiek noteikti viļņu frontes deformāciju lielumi un ar datoru aprēķināti atbilstošie deformācijas samazinošie signāli, kas tiek padoti uz mehānisko



2. att. Adaptīvās optikas sistēmas galvenās sastāvdaļas un darbības shēma.



3. att. Viļņu frontes deformāciju kompensēšanas principiālā shēma. Tālas zvaigznes viļņu fronte pirms ieiešanas atmosfērā ir plakana.

1.–3. att. – Rasmus Balklavas zīmējumi

kompensatoru, kura galvenās sastāvdaļas ir, piemēram, segmentēts vai deformējams, šobrīd ap 8–20 cm liela izmēra, spoguļs un servomotoriņu vai pjezoelektrisku kristālu sistēma, kas veic spoguļa atbilstošu deformāciju un līdz ar to attēla korekciju (sk. 3. att.).

Kā viļņu frontes sensoru astronomijā visplašāk lieto Hartmana vai Hartmana–Šaka (*Hartmann–Shack*) ierīci, kas izmanto mazu lēciņu divdimensionālu režģi²⁾. Katra lēciņa producē attēlu, ko uztver režģveida detektors – parasti lādiņsaites (CCD) matricas. Ja viļņu fronte nav deformēta, attēls atrodas katra detektora centrā. Viļņu frontes deformācijas novirza attēlu no detektoru centriem un

šo novirzes lielumu izmanto, lai ģenerētu kļūdas signālu. Tas pabida lēciņas tā, lai attēls atkal atrastos detektora centrā un attiecīgi tiek deformēts arī mehāniskā kompensatora spogulis. Ņemot vērā, ka turbulences izraisītie atmosfēras blīvuma maiņu laika mērogi ir ap desmit milisekundēm, visam šim adaptīvās optikas procesam, korekciju ieskaitot, ir jānotiek pietiekami ātri – ap milisekundi vai tā daļu, ko var nodrošināt, tikai balstoties uz ātrdarbīgajiem datoriem³⁾.

Viļņu frontes deformāciju noteikšanai adaptīvās optikas sistēmās izmanto novērojamam objektam tuvu izvietotas un labi zināmas (izpētītas) atbalsta zvaigznes vai arī mākslīgi ģenerētus gaismas avotus, tā sauktās mākslīgās zvaigznes. Pēdējo lietošana ir saistīta ar to, ka ne katra novērojamā objekta tuvumā izdodas sameklēt kādu piemērotu atbalsta zvaigzni. Turklāt šim tuvumam ir jābūt pēc iespējas ciešākam, lai abu starojums, t. i., gan pētāmā objekta, gan atbalsta zvaigznes starojums, šķērsotu vienas un tās pašas atmosfēras nevienādības.

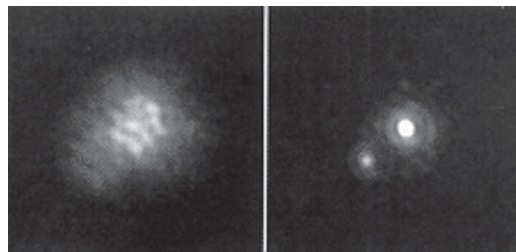
Mākslīgās zvaigznes rada ar lāzerekārtām, kuru starojuma frekvece ir tā noskaņota, lai ierosinātu vienu no atmosfērā ap 90 km augstumā izkliedētā nātrija (Na) D līnijām, respektīvi, izraisītu tās starojumu. Lāzestarojums var tikt virzīts gan caur galveno teleskopu, gan, un to dara visbiežāk, caur paligteleskopu. Spīdošie Na atomi parādās kā zvaigznei līdzīgs punktiņš, ko var novietot pēc patikas tuvu novērojamajam objektam. Tā ir tā saucamā mākslīgās zvaigznes simulācija.

Šai mākslīgās zvaigznes simulācijai tomēr ir divi trūkumi. Pirmkārt, liela izmēra teleskopiem samērā nelielais mākslīgās zvaigznes augstums nosaka to, ka mākslīgās zvaigznes un novērojamā objekta staru ceļu garumi ievērojami atšķiras. Šo trūkumu gan, kā rāda pētījumi, ir cerības novērst vai vismaz samazināt, izmantojot vairākas mākslīgās zvaigznes. Otrkārt, arī izstaroto (augšupvērsto) lāzestaru iespaido atmosfēras turbulence, kā ietekmē mākslīgā zvaigzne attiecībā pret novērojamo

objektu kustas, kas garāku ekspozīciju gaitā arīdzan izraisa attēla izsmērēšanos. Novērst vai samazināt šo trūkumu var, izmantojot mūsdienu datortehnoloģijas, t. i., samazinot atsevišķo ekspozīciju laiku un veicot šādi iegūtu attēlu uzkrāšanu un summēšanu datorā. 4. att. ir skatāms reāls aktīvās un adaptīvās optikas izmantošanas piemērs, ar Japānas Nacionālās observatorijas (JNO) “Subaru” teleskopu novērojot dubultzvaigzni HR 1852.

Tāču jāuzsver, ka bez šiem pasākumiem, t. i., aktīvo un adaptīvo sistēmu lietošanas, gan jau esošo, gan it sevišķi projektējamo nākamās paaudzes virszemes teleskopu⁴⁾ izmantošanas efektivitāte būtu ļoti zema – kā rāda aprēķini, Strēla faktors šādā gadījumā būtu mazāks par 0,1. Tas nozīmē, ka 10 metru teleskops pēc savas efektivitātes nepārsniegtu vai būtu mazāks par 1 metra un 100 metru – mazāks par 10 metru teleskopu, kas, protams, galīgi neattaisnotu šo teleskopu izgatavošanai nepieciešamo visai ievērojamo līdzekļu ieguldījumu.

Tātd jāautājums par kosmisko objektu attēlu kvalitāti, t. i., kā pietuvoties optisko teleskopu dabiski noteiktajām difrakcijas robežām, ir ļoti nozīmīgs un aktuāls. Šajā virzienā notiek intensīvi pētījumi, kas balstās uz visjaunākajiem sasniegumiem metroloģijā, da-



4. att. Dubultzvaigznes HR 1852 attēls, kas iegūts ar JNO “Subaru” teleskopu (šā teleskopa galvenā spoguļa diametrs ir 8,2 m), novērojot infra-sarkanajā K-joslā ($\lambda = 2,2 \mu\text{m}$) bez un ar adaptīvās optikas sistēmu (attiecīgi *kreisās un labās puses attēls*). Leņķiskais attālums starp dubultsistēmas HR 1852 zvaigznēm ir 0",31.

tortehnoloģijās utt. Kā vienu no šādiem pētījumu virzieniem var minēt, piemēram, mēģinājumus arī optiskajā diapazonā lietot ārkārtīgi efektīvo apertūras sintēzes metodi, kura sākotnēji tika izstrādāta kosmisko radiostarojuma avotu attēlu asuma palielināšanai un tiek realizēta, saslēdzot radioteleskopu interferometriskās sistēmās (*sk., piemēram, A. Balklavs. "Globālā radiointerferometrija" – ZvD, 1995. g. vasara, nr. 148, 2.–13. lpp.*). 🐦

¹⁾ Adaptīvās optikas sistēmas efektivitāti raksturo ar tā saukto Strēla (*Strehl*) faktoru, kas ir attiecība starp sasniegto koriģētā attēla centrālo intensitāti un to intensitāti, kādai tai vajadzētu būt ideāla, t. i., tikai difrakcijas ierobežota, tā paša attēla gadījumā. Šobrīd izveidotās adaptīvās optikas sistēmas ļauj sasniegt ap 0,6 lielu Strēla faktoru, bet, domājams, ka jau tuvākā nākotnē tas varētu pieaugt līdz 0,8 un pat vairāk.

²⁾ Bez Hartmana–Šaka ierīcēm adaptīvās optikas sistēmās lieto arī lokanos spoguļus (*tip-tilt mirror*) – plānus, plakanus, viegli deformējamus spoguļus un cērpjošos interferometrus (*shearing interferometer*).

³⁾ Sikāk par adaptīvo optiku var skatīt, piemēram, *C. R. Kitchin. "Astrophysical Techniques" (Third Edition) – 1998, Institute of Physics Publishing Bristol and Philadelphia, p. 80–86*, kā arī iepazīties ar adaptīvās optikas sistēmas aprakstu Japānas Nacionālās observatorijas "Subaru" teleskopam, kas publicēts žurnālā "PASJ" (*"Publications of the Astronomical Society of Japan"*), *vol. 56, No. 1, 2004, February 25, p. 225–234*, rakstā *H. Takami et al. "Performance of Subaru*

Cassegrain Adaptive Optics System" (*"Adaptīvās optikas sistēmas izpildījums Kasegrēna sistēmas "Subaru" teleskopam"*). Daudz materiālu ar detalizētiem tehnisko risinājumu aprakstiem var atrast arī internetā, izmantojot, piemēram, "Delfi" meklēšanas programmas.

⁴⁾ Runa ir, piemēram, par nākamās paaudzes 20–100 m diametra optiskajiem teleskopiem (*sk. pielikumu "Nākotnes gigantiskie optiskie teleskopi"*). No šāda izmēra teleskopu projektiem, kas tiek izstrādāti, kā pazīstamākos var minēt, piemēram, divus 20 m teleskopu projektus, ko veido Kanādas, Francijas un Havaju salu astronomi un JNO astronomi (tā sauktais – "Super Subaru" teleskops). Teksasas astronomi (ASV) plāno 25 m teleskopu. Arizonas Universitātes (ASV) astronomi plāno 30 m teleskopu *TMT (Thirty Meter Telescope)*, un tāda paša izmēra teleskopa projektu izstrādā arī Kalifornijas Tehnoloģiskā institūta (*Caltech*) un Kalifornijas Universitātes astronomi. Eiropas komisija plāno 50 m teleskopu *Euro50* Lapalmas observatorijai (Kanāriju salas, Spānija) un 100 m teleskopu Eiropas Dienvidu observatorijai (*ESO*). Pēdēja teleskopa, kurš pazīstams ar nosaukumu *OWL* (tulkojumā no angļu valodas – pūce; **OWL** ir abreviatūra no pilna nosaukuma **Overwhelmingly Large Telescope** – milzīgs, nomācoši liels teleskops), izmaksas ir domāts iekļaut 1 miljarda dolāru robežās. Lielākā daļa astronomu tomēr uzskata 100 m teleskopa projektu par pārāk riskantu un iesaka uz šāda izmēra teleskopiem virzīties pakāpeniski, vispirms apgūstot "vidēja" izmēra, t. i., 20–40 m diametra teleskopus. Visi minētie teleskopī, protams, būs ar fasetveida galvenajiem spoguļiem un apgādāti kā ar aktīvās, tā adaptīvās optikas sistēmām.



PIRMO REIZI "ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ"

Lija Bērziņa – *Dr. geol.*, speciāliste dinamiskajā ģeoloģijā. 1957. gadā beigus M. Lomonosova Maskavas Valsts Universitātes (MVU) Ģeoloģijas fakultāti, 1969. gadā MVU aizstāvējusi ģeoloģijas zinātņu kandidāta disertāciju. Pēdējā laikā pēti bioloģijas metodes pielietošanas iespējas zemes garozas sīkbloku struktūras noteikšanā.

Labdien!

2002. gada oktobrī laikraksti ziņoja, ka astronomi atklājuši Saules sistēmā jaunu lielu kosmisko objektu “kvoars”, kā tas pagaidām ir nosaukts. Objekts 1300 km diametrā atrodas 6,4 miljonus km tālu no Saules (~150 milj. km × 42 a. v., t. i. ~6300 milj. km – Red.) Kuipera joslā. Es gribētu zināt sīkāk par to.

Un vēl – 2004. gada 15. martā. Saules sistēmā atrasts 1700 km liels ($\frac{3}{4}$ no Plutona diametra) planetoids, kas pagaidām ir nosaukts par Sednu. Planetoids atrodas 500 a. v. attālumā no Saules. Un kas tas par planetoidu? ...

Ar cieņu, **V. Sudņiks** Jēkabpili
2005. gada janvārī

INGA ZAČESTE

SEDNA, KVAVARS UN 2004DW NO KUIPERA JOSLAS

SEDNA

2003. gada 14. novembrī Palomaras observatorijā (Sandjego, ASV) pamanīja neparastu objektu, kuram tika dots apzīmējums 2003 VB12 jeb Sedna. Sedna, kuras diametrs ir apmēram 1700 km, ir lielākais debess ķermenis, kurš atrasts kopš 1930. gada, kad tika atklāta devītā Saules sistēmas planēta Plutons (*sk. att. vāku 2. lpp.*). 2004. gada 15. martā astronomi no Jēlas Universitātes un Gemini observatorijas (ASV) apstiprināja, ka ir atklāts tālākais objekts Saules sistēmā. Sedna atklāšanas brīdī atradās 86 astronomisko vienību (a. v.) attālumā no Saules, t. i., tā atradās divas reizes tālāk par Plutonu, kurš no Saules atrodas 39,54 a. v. attālumā. Sednas orbīta ir izteikti eliptiska – tās perihēlijs atrodas 76 a. v. attālumā no Saules, bet afēlijā tā attālinās vairāk kā līdz 900 astronomiskajām vienībām, vienu apriņķojumu ap Sauli veicot 10 500 gados. Tuvākajos 72 gados Sedna kļūs nedaudz spožāka, jo tā tuvojas perihēlijam. Iepriekšējo reizi Saulei Sedna bija pietuvojusies tikai tad, kad uz Ze-



Sednas uzņēmums 14. novembrī no plkst. 6:32 līdz 9:38 pēc UT.

NASA/Caltech

mes ledus laikmets tuvojās beigām. Jāpiebilst, ka novērojot Sednu, tika ievērots, ka tās krāsa ir sarkana, tas ir otrais sarkanākais debess ķermenis Saules sistēmā pēc Marsa.

Tā kā Sedna atrodas ļoti tālu no Saules, tās virsmas temperatūra nepārsniedz -240 °C. Parasti uz planetoida ir vēl aukstāks, jo šobrīd tas tuvojas perihēlijam. Šo auksto laikapstākļu dēļ to nosauca par Sednu – ziemeļu jūras dievietes vārdā. 2004. gada 28. septembrī Starptautiskā Astronomijas savienība oficiāli apstiprināja planetoida nosaukumu “Sedna”.

Tiek uzskatīts, ka Sedna pieder hipotētiskajam Orta mākonim. Lai gan dažu Kuipera joslas objektu afēliji ir ļoti tālu no Saules, tomēr to perihēliji atrodas Kuipera joslā, kura stiepjas līdz 50 astronomisko vienību attālumam. Savukārt Sedna nekad nenonāk tuvāk Saulei par 76 a. v., līdz ar to Sedna ir pirmais atklātais Orta mākoņa debess ķermenis. Tiek uzskatīts, ka Orta mākonis stiepjas līdz pusceļam līdz tuvākajai zvaigznei. Tiesa gan, nav vēl īsta priekšstata par Orta mākoņa blīvumu un sastāvu, bet pēc Sednas atklāšanas tiek uzskatīts, ka Orta mākonī varētu atrasties vairāk debess ķermeņu kā iepriekš domāts.

Tā kā Sednas rotācija ir ļoti lēna – vienu apgriezieni ap savu asi tā veic 20 līdz 50 dienās –, tika izvirzīta hipotēze, ka Sednai ir pavadoņi, kura gravitācija bremsē tās rotācijas ātrumu. Asteroidu un komētu rotācijas periodi parasti ir tikai dažas stundas.

Plutona rotācijas periods ir 6 dienas, jo to bremsē tā pavadoņi Hārons, savukārt Merkuram un Venērai, kuriem nav savu pavadoņu, rotācijas periods ir tik ilgs, jo tos bremsē Saules gravitācija. Lai pārlicinātos, ka Sed-

nai tiešām ir pavadoņi, Habla kosmiskais teleskops 2004. gada 16. martā tika pagriezts pret planetoīdu. Tomēr attēlos bija saskatāma tikai pati Sedna un kāda attāla, blāva zvaigzne. Pastāv vēl ļoti maza iespēja, ka iespējamais Sednas pavadoņi novērošanas brīdī atradās vai nu aiz planetoīda, vai arī tieši priekšā tam, tā ka tas nav redzams attēlos.

KVAVARS

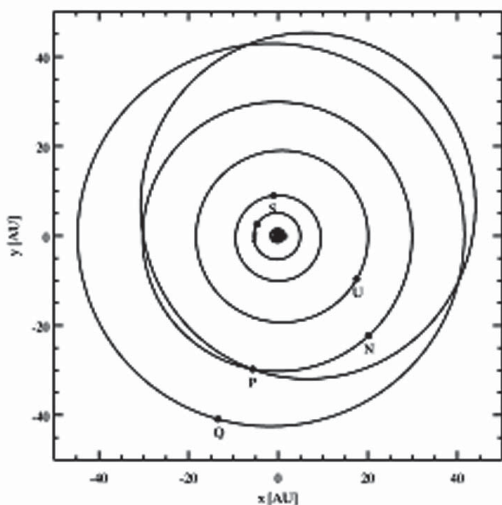
Kvavars jeb *2002 LM60* tika atklāts 2002. gadā kā 18. zvaigžņlieluma spīdekļis Čuskenša zvaigznājā. Izmantojot Habla kosmisko teleskopu, tika noteikts, ka Kvavara leņķiskais diametrs ir 40 milisekundes, kas atbilst 1300 km diametram.

Kvavars tiek uzskatīts par Kuipera joslas objektu. Pēc tā atklāšanas izraisījās diskusija, kādus objektus mēs varam saukt par planētām, jo Plutona diametrs ir 2302 km, savukārt Kvavara diametru novērtēja ap 1300 km. Varbūt Plutons nav planēta, bet gan lielākais Kuipera joslas objekts?

Vienu apriņķojumu ap Sauli Kvavars paveic 288 gados, atrodoties 42 a. v. attālumā no Saules. Kvavara orbīta ir gandrīz riņķveida, tās ekscentricitāte ir 0,04. Kvavara orbītas slīpums pret ekliptikas plakni nepārsniedz 8° , savukārt Plutona orbītas slīpums ir 17° un, lai gan abu debess ķermeņu orbītas, skatoties no augšas, krustojas, dažādo orbītas slīpumu dēļ abi ķermeņi nevar saskrieties.

Kvavara blīvums ir lielāks kā asteroidiem; domājams, ka tas sastāv no akmeņu un dažāda veida ledus (ūdens ledus, metāna ledus, metanola ledus, oglekļa monoksīda un citu sasalušu gāzu) maisījuma.

Kvavars nosaukts indiāņu dieva vārdā. Saskaņā ar Tongvas cilts leģendu, Kvavars nonācis lejā no debesīm un pēc tam, kad uz Zemes haosu pārvērtis kārtībā, radijis vispirmis dzīvniekus un tad – cilvēkus.



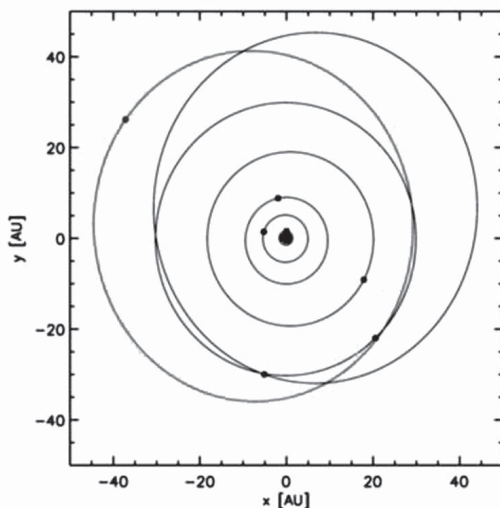
Kvavara orbīta.

California Institute of Technology (Caltech)

2004 DW

2004. gada 17. februārī tika atklāts vēl viens Kuipera joslas objekts *2004 DW*, kura izmērs pārsniedz Kvavara diametru. Tiesa gan, tā diametrs nav precīzi izmērīts, tiek lēsts, ka tas varētu būt 1600 km. Izmērs tika noteikts, pamatojies uz to, ka *2004 DW* atrodas tālāk par Kvavaru, bet tā spožums ir 18. zvaigžņlielums, tātad *2004 DW* ir tikpat spožs kā Kvavars, kad to atklāja. Tāpat tā diametra aprēķināšanā tika pieņemts, ka *2004 DW* albedo ir 9%. Šis šobrīd lielākais zināmais Kuipera joslas objekts atrodas 45 a. v. attālumā no Saules, tā orbīta ir līdzīga Plutona orbītai.

Pēdējos dažos gados ir atklāti vairāk nekā 500 Kuipera joslas objekti, tomēr visi tie ir ievērojami mazāki par Plutonu. Bez jau pieminētajiem, lielākie Kuipera joslas objekti, kas šobrīd zināmi, ir Varuna un objekts *2002 AW197*, kuru diametri ir apmēram 900 km. Tiesa gan, šo debess ķermeņu diametri tika noteikti, mērot to spožumu un izrēķinot to izmērus no pieņēmumiem par Kuipera joslas objektu albedo (virsmas atstarošanas koeficients – jo vairāk no virsmas atstarojas, jo lielāks ir albedo), līdz ar to diametru noteikšana nav tik precīza, kā ar Habla kosmiskā



2004 DW orbīta.

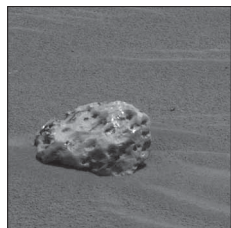
California Institute of Technology (Caltech)

teleskopa tiešajiem mērījumiem.

Tuvākajos gados tiks atklāti vēl liela izmēra debess ķermeņi aiz Plutona orbītas. Cerams, ka līdz tam laikam būs nodefinēts, kas ir planēta. Taču šobrīd Saules sistēmā joprojām ir deviņas planētas, bet Sedna, Kvavars un *2004 DW* ir tikai lielākie debess ķermeņi aiz Plutona orbītas. 🗨️

JAUNUMI ĪSUMĀ 🗨️ JAUNUMI ĪSUMĀ 🗨️ JAUNUMI ĪSUMĀ 🗨️ JAUNUMI ĪSUMĀ

Marsa robots atrod meteorītu. Marsa robots *Opportunity* atradis basketbola bumbas izmēra meteorītu. Šis ir pirmais meteorīts, kas atrasts ārpus Zemes. Meteorīts sastāv no dzelzs un niķeļa. Šāda ķīmiskā sastāva meteorīti uz Zemes sastopami samērā reti. Meteorīts, kura sastāvs bija līdzīgs uz Marsa atrastajam, izsīta Arizonas krāteri.



Marsa meteorīts.
NASA attēls

Par to, ka atrastais dzelzs gabals patiešām ir meteorīts, zinātnieki pārliecinājās ar miniatūro siltuma emisijas spektrometru. Robots arī piebrauca pietiekami tuvu meteorītam, lai izmantotu alfa daļiņu rentgenspektrometru.

Vēl jāpiezīmē, ka Marsa roboti uz sarkanās planētas atrodas jau vairāk kā gadu. Pa šo laiku *Opportunity* ir nobraucis 2,10 km, šobrīd tas ir izbraucis ārā no *Endurance* krātera un atrodas *Meridiani Plan* lidzenumā. Savukārt *Spirit* jau veicis 4,05 km garu ceļu, pašlaik tas virzās uz *Vīra (Husband)* pakalnu, kas atrodas Guseva krātera iekšpusē.

I. Z.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 2005. GADA PAVASARĪ

Pavasara ekvinokcija 2005. gadā būs 20. martā plkst. 14^h34^m. Šajā brīdī Saule atradīsies pavasara punktā, ieies Auna zodiaka zīmē (♈) un šķērsos debess sfēras ekvatoru, pārejot no dienvidu puslodes uz ziemeļu puslodi. Šis ir astronomiskā pavasara sākuma brīdis, senlatviešiem lielā diena – Liendienas.

Pāreja uz vasaras laiku notiks naktī no 26. uz 27. martu.

Vasaras saulgrieži un astronomiskā pavasara beigas šogad būs 21. jūnijā plkst. 9^h46^m. Tad Saule ieies Veža zodiaka zīmē (♋), tai būs maksimālā deklinācija, kas noteiks to, ka nakts no 20. uz 21. jūniju būs visīsākā visā 2005. gadā un 21. jūnija diena visgarākā. Patiesā Jāņu nakts tātad būs no 20. uz 21. jūniju.

Pats pavasara sākums ir ļoti labvēlīgs krāšņo ziemas zvaigznāju novērošanai. Šajā laikā Orions, Vērsis, Persejs, Vedējs, Dvīņi, Lielais Suns un Mazais Suns ir labi redzami jau tūlīt pēc Saules rieta rietumu, dienvidrietumu pusē. Īstie pavasara zvaigznāji tad redzami dienvidaustrumu, austrumu pusē vai vēl nav uzlēkuši.

Aprīļa beigās un maijā jau tūlīt pēc satumšanas Hidra, Sekstants, Lauva, Jaunava, Kauss, Krauklis, Berenikes Mati, Vēršu Dzinējs un Sviri ir labi novērojami debess dienvidrietumu, dienvidu pusē. Visvairāk spožu zvaigžņu ir Lauvas zvaigznājā. Tāpēc tā izteiksmīgā figūra labi izceļas pavasara debesis. Vēl atsevišķas spožas zvaigznes ir Jaunavas, Vēršu Dzinēja un Kraukļa zvaigznājos, kā arī Skorpiona zvaigznājā, kurš gan Latvijā novērojams tikai daļēji. Faktiski tieši maijs ir pats labākais laiks (pēc pusnakts, ļoti zemu pie horizonta), lai ieraudzītu Antaresu (Skorpiona α) un citas šā zvaigznāja zvaigznes.

Apmēram līdz maija vidum ar teleskopiem var ieteikt aplūkot šādus debess dziļu objek-

tus: vaļējās zvaigžņu kopas *M44* un *M67* Vēža zvaigznājā; galaktikas *M65*, *M66*, *M95*, *M96* un *M105* Lauvas zvaigznājā. Daudz galaktiku atrodas arī Jaunavas un Berenikes Matu zvaigznājā. Tomēr to aplūkošanai nepieciešami visai lieli teleskopi.

Maija otrajā pusē un jūnijā nakts ir ļoti gaišas. Tāpēc tad redzamas tikai pašas spožākās zvaigznes. Par debess dziļu objektu novērošanu nevar būt pat runa. Kā orientieri šajā laikā var kalpot Spika (Jaunavas α) un Arkturs (Vēršu Dzinēja α). Austrumu, dienvidaustrumu pusē tad jau labi redzami spožie vasaras zvaigznāji: Lira, Gulbis un Ērglis.

Debess sfēra kopā ar planētām 2005. gada pavasarī parādīta *1. attēlā*.

Pavasara vakari ir ļoti labvēlīgi augoša Mēness novērošanai. Tad var ieraudzīt arī pavisam šauru (jaunu) Mēness sirpi. 9. aprīlī var cerēt ieraudzīt 21 stundu un 9. maijā apmēram 35 stundas vecu (jaunu) Mēnesi.

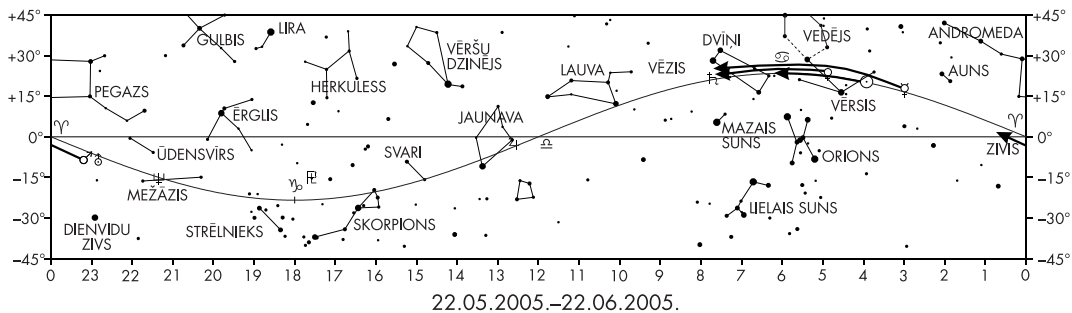
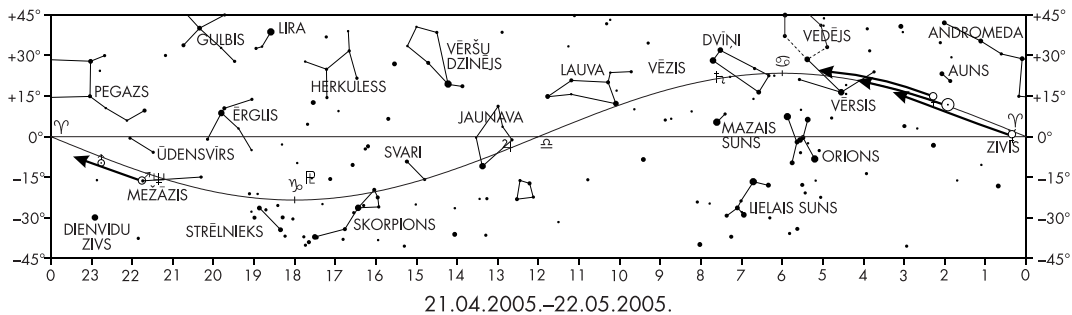
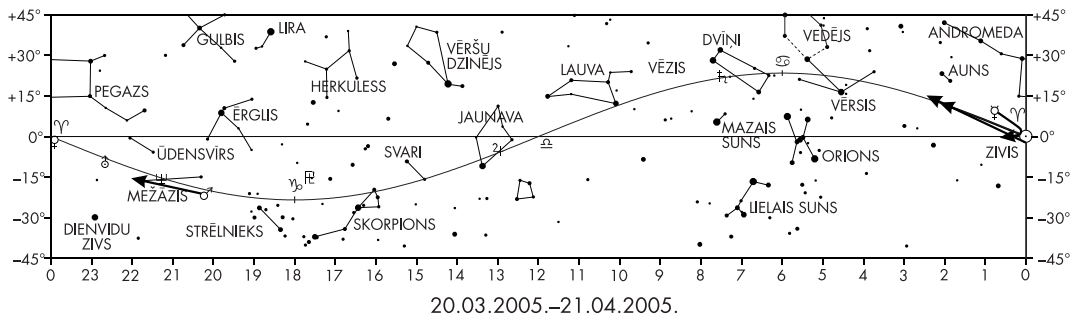
PLANĒTAS

Pirmajos pāris pavasara dienu vakaros vēl būs cerība **Merkuru** ieraudzīt tūlīt pēc Saules rieta zemu pie horizonta rietumu, ziemeļrietumu pusē. Šajā laikā tā spožums būs apmēram +1^m,7.

29. martā tas jau nonāks apakšējā konjunkcijā ar Sauli (starp Zemi un to). Tāpēc marta beigās un aprīļa pirmajā pusē tas nebūs redzams.

26. aprīlī Merkurs atradīsies maksimālajā rietumu elongācijā (27°). Tomēr arī aprīļa otrajā pusē un maija pirmajā pusē tas praktiski nebūs novērojams, jo lēks gandrīz reizē ar Sauli.

Savukārt 3. jūnijā Merkurs jau būs augšējā konjunkcijā ar Sauli (aiz Saules) – līdz ar to arī jūnija pirmajā pusē tas nebūs redzams.



1. att. Eklīptika un planētas 2005. gada pavasarī.

Pašas pavasara beigās Merkura austrumu elongācija sasnies 19° . Tomēr tā novērošanu vakaros ļoti traucēs baltās nakts.

7. aprīlī plkst. 17^h Mēness paies garām $3,5^\circ$ uz leju, 6. maijā plkst. 13^h 2° uz augšu un 7. jūnijā plkst. 12^h 2° uz augšu no Merkura.

2005. gada pavasaris būs nelabvēlīgs **Vēnēras** novērošanai. 31. martā tā atradīsies augšējā konjunktijā ar Sauli (aiz Saules). Tāpēc lielāko pavasara daļu tai būs maza elongācija un Vēnēra nebūs redzama. Tikai pašas

pavasara beigās tās austrumu elongācija sasnies 20° . Ap saulgriežiem to varēs mēģināt ieraudzīt pēc Saules rieta zemū pie horizonta ziemeļaustrumu pusē. Venēras spožums būs $-3^m,9$. Tomēr ļoti traucēs gaišās debesis.

9. aprīlī plkst. 5^h Mēness paies garām mazāk nekā $0,5^\circ$ uz augšu, 9. maijā plkst. 10^h $2,5^\circ$ uz augšu un 8. jūnijā plkst. 15^h 3° uz augšu no Venēras.

Pavasara sākumā **Marss** būs redzams rītos, īsu brīdi pirms Saules lēkta dienvidaus-

trumu pusē. Tā spožums un leņķiskais diametrs marta beigās attiecīgi būs $+0^m,9$ un $6''$.

Aprīli un maijā novērošanas apstākļi daudz nemainīsies, lai arī Marsa elongācija visu laiku pieaugs. Spožums un leņķiskais diametrs maija beigās būs $+0^m,3$ un $8''$.

Jūnijā palielināsies laika intervāls starp Marsa un Saules lēktiem. Tomēr naktis būs ļoti isas un gaišas.

No pavasara sākuma līdz 27. aprīlim Marsa atradīsies Mežāža zvaigznājā. Pēc tam līdz 8. jūnijam – Ūdensvīra zvaigznājā. Pašās pavasara beigās tas pāries uz Zivju zvaigznāju.

4. aprīli plkst. 1^h Mēness paies garām 5° uz leju, 2. maijā plkst. 18^h $3,5^\circ$ uz leju un 31. maijā plkst. 12^h 1° uz leju no Marsa.

Pavasara sākumā un aprīli **Jupiters** būs ļoti labi redzams visu nakti, jo 3. aprīli tas atradīsies opozīcijā. Tā spožums tad būs $-2^m,5$ un redzamais ekvatoriālais diametrs $-44''$. Šajā laikā un visu pavasari tas atradīsies Jaunavas zvaigznājā.

Maijā un jūnijā Jupiteru varēs labi novērot nakts lielāko daļu, izņemot rīta stundas. Tā redzamais spožums pavasara beigās samazināsies līdz $-2^m,1$.

26. martā plkst. 18^h Mēness paies garām $1,5^\circ$ uz leju, 22. aprīli plkst. 21^h $1,3^\circ$ uz leju, 20. maijā plkst. 1^h 1° uz leju un 16. jūnijā plkst. 10^h 1° uz leju no Jupitera.

Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2005. gada pavasarī parādīta 3. attēlā.

Pavasara sākumā un aprīli **Saturns** būs labi redzams nakts lielāko daļu, izņemot rīta stundas. Tā spožums šajā laikā būs $+0^m,0$, un tas atradīsies Dvīņu zvaigznājā. Maijā Saturns būs novērojams nakts pirmajā pusē.

Jūnijā Saturns vēl mazliet būs redzams vakaros tūlīt pēc Saules rieta debess ziemeļrietumu pusē.

16. aprīli plkst. 4^h Mēness paies garām 4° uz augšu, 13. maijā plkst. 16^h 4° uz augšu un 10. jūnijā plkst. 5^h 4° uz augšu no Saturna.

Pavasara sākumā un aprīli **Urāns** praktiski nebūs novērojams. Pēc tam maijā to varēs mēģināt ieraudzīt rītos zemu pie horizonta dienvidaustrumu pusē.

Jūnijā tas būs redzams nakts otrajā pusē kā $+5^m,8$ spožuma spīdekļis. Tomēr novērošanu stipri apgrūtinās ļoti gaišās naktis un nelielais planētas augstums virs horizonta.

Visu šo laiku Urāns atradīsies Ūdensvīra zvaigznājā.

6. aprīli plkst. 1^h Mēness paies garām 4° uz leju, 3. maijā plkst. 9^h 4° uz leju un 30. maijā plkst. 15^h 4° uz leju no Urāna.

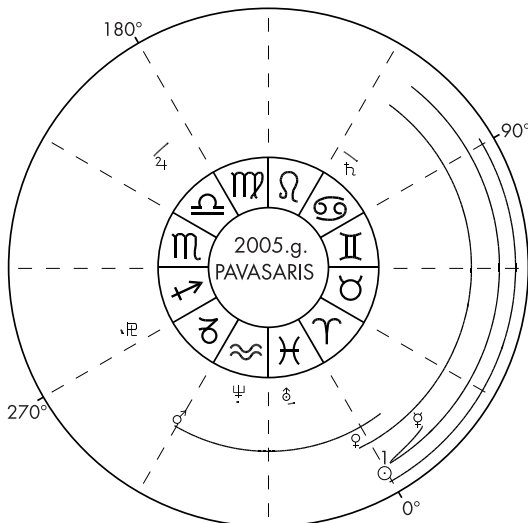
Saules un planētu kustību zodiaka zīmēs sk. 2. attēlā.

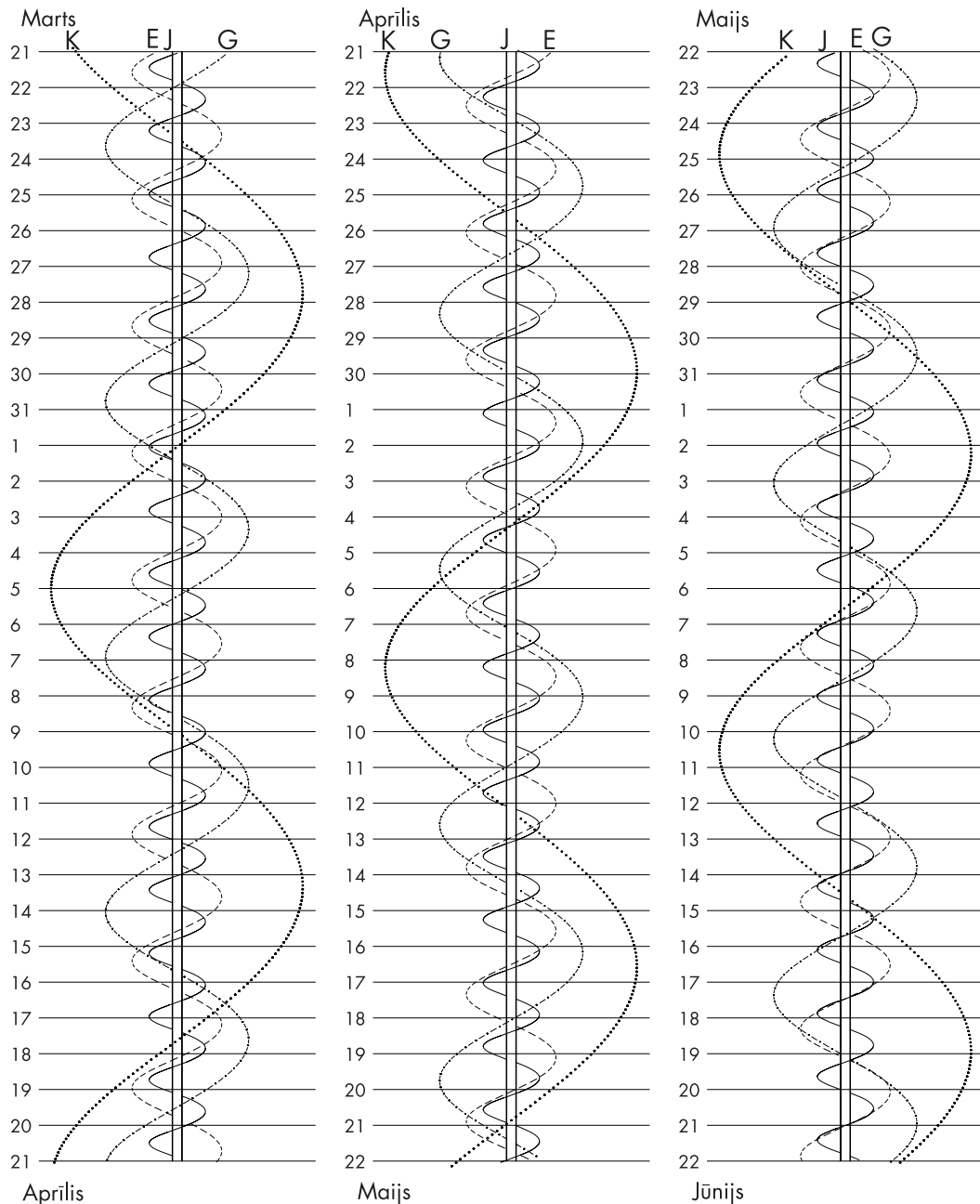
2. att. Saules un planētu kustība zodiaka zīmēs.

☉ – Saule – sākuma punkts 20. martā plkst. 0^h, beigu punkts 22. jūnijā plkst. 0^h (šie momenti attiecas arī uz planētām; simbolu novietojums atbilst sākuma punktam).

♁ – Merkurs	♃ – Venēra
♂ – Marss	♃ – Jupiters
♄ – Saturns	♅ – Urāns
♆ – Neptūns	♇ – Plutons

1 – 12. aprīlis 11^h.





3. att. Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2005. gada pavasarī. Jo (J), Eiropa (E), Ganimēds (G), Kallisto (K). Austrumi attēlā atrodas pa labi, rietumi – pa kreisi.

MAZĀS PLANĒTAS

2005. gada pavasarī tuvu opozīcijai un spožākas par +9^m būs trīs mazās planētas – Cerera (1), Pallāda (2) un Irene (14).

Cerera:

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
21.03.	15 ^h 40 ^m	-9°21'	1,954	2,651	7,9
31.03.	15 39	-9 12	1,859	2,659	7,7
10.04.	15 35	-8 59	1,782	2,666	7,5
20.04.	15 29	-8 46	1,726	2,674	7,3
30.04.	15 21	-8 35	1,693	2,682	7,1
10.05.	15 12	-8 29	1,688	2,690	7,0
20.05.	15 03	-8 31	1,710	2,698	7,1
30.05.	14 55	-8 43	1,757	2,706	7,4
9.06.	14 48	-9 06	1,829	2,714	7,6
19.06.	14 44	-9 39	1,920	2,722	7,8

Pallāda:

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
21.03.	12 ^h 30 ^m	+8°26'	1,372	2,358	7,1
31.03.	12 22	+12 04	1,405	2,379	7,3
10.04.	12 16	+15 08	1,466	2,401	7,6
20.04.	12 11	+17 32	1,553	2,424	7,9
30.04.	12 08	+19 12	1,661	2,447	8,2
10.05.	12 07	+20 14	1,784	2,470	8,4
20.05.	12 09	+20 42	1,918	2,494	8,6
30.05.	12 13	+20 44	2,060	2,518	8,9
9.06.	12 19	+20 23	2,205	2,542	9,0

Irene:

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
10.05.	15 ^h 56 ^m	-11°38'	1,279	2,275	9,1
15.05.	15 51	-11 43	1,278	2,282	9,0
20.05.	15 46	-11 50	1,283	2,289	9,0
25.05.	15 41	-11 59	1,294	2,297	9,1

KOMĒTAS

C/2004 Q2 (Machholz) komēta.

Lai arī tā attālināsies kā no Zemes, tā Saules, tomēr pavasara sākumā komēta vēl būs

novērojama ar binokļu un teleskopu palīdzību. Turklāt tā vēl arvien būs nenorietošs spīdekļis.

Komētas efemerida ir šāda (0^h U. T.):

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
21.03.	10 08	+82 18	0,977	1,473	7,1
31.03.	11 12	+77 39	1,079	1,563	7,6
10.04.	11 41	+72 28	1,186	1,659	8,1
20.04.	11 58	+67 07	1,300	1,760	8,5
30.04.	12 10	+61 45	1,422	1,864	9,0

APTUMSUMI

Hibrīdais (gredzenveida un pilns) Saules aptumsums 8.–9. aprīlī. Šis retais Saules aptumsuma veids būs novērojams Klusajā okeānā, Panamā, Kolumbijā, Venecuēlā. Aptumsuma sākuma un beigu posmos tas būs redzams kā gredzenveida, vidus posmā – pilns. Daļējā fāze – Klusajā okeānā, Dienvidamerikā un Ziemeļamerikas dienvidos. Latvijā aptumsums nebūs redzams.

Pusēnas Mēness aptumsums 24. aprīlī. Šis aptumsums ar maksimālo fāzi 0,89 būs redzams Klusā okeāna reģionā. Latvijā nebūs novērojams.

MĒNESS

Mēness perigejā un apogejā.

Perigejā: 4. aprīlī plkst. 15^h; 29. aprīlī plkst. 13^h; 26. maijā plkst. 14^h.

Apogejā: 16. aprīlī plkst. 22^h; 14. maijā plkst. 17^h; 11. jūnijā plkst. 9^h.

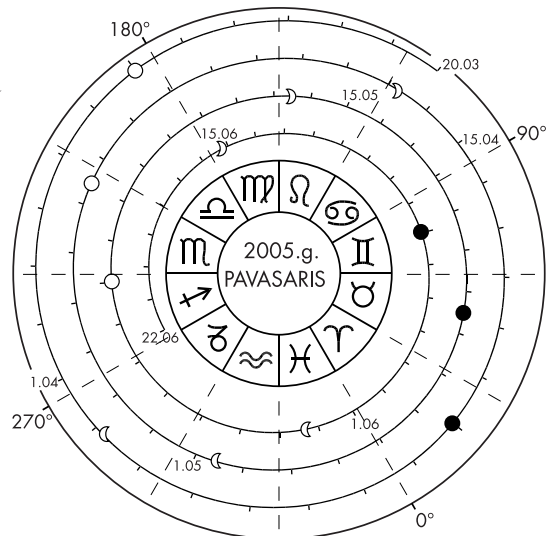
4. att. Mēness kustība zodiaka zīmēs.

Mēness kustības treka iedaļa ir viena diennakts.

- Jauns Mēness: 8. aprīlī 23^h32^m; 8. maijā 11^h45^m; 7. jūnijā 0^h55^m.
- ⋔ Pirmais ceturksnis: 16. aprīlī 17^h37^m; 16. maijā 11^h56^m; 15. jūnijā 4^h22^m.
- Pilns Mēness: 25. martā 22^h58^m; 24. aprīlī 13^h06^m; 23. maijā 23^h18^m.
- ☾ Pēdējais ceturksnis: 2. aprīlī 3^h50^m; 1. maijā 9^h24^m; 30. maijā 14^h47^m.

Mēness ieiešana zodiaka zīmēs (sk. 4. att.).

- 20. martā 15^h18^m Lauvā (♌)
- 23. martā 3^h11^m Jaunavā (♍)
- 25. martā 13^h01^m Svaros (♎)
- 27. martā 21^h30^m Skorpionā (♏)
- 30. martā 2^h57^m Strēlniekā (♐)
- 1. aprīlī 6^h49^m Mežāzī (♑)
- 3. aprīlī 9^h32^m Ūdensvirā (♒)
- 5. aprīlī 11^h46^m Zivīs (♓)
- 7. aprīlī 14^h29^m Aunā (♈)
- 9. aprīlī 18^h51^m Vērsī (♉)
- 12. aprīlī 1^h55^m Dvīņos (♊)
- 14. aprīlī 12^h04^m Vēzī (♋)
- 17. aprīlī 0^h18^m Lauvā



- 19. aprīlī 12^h28^m Jaunavā
- 21. aprīlī 22^h28^m Svaros
- 24. aprīlī 5^h26^m Skorpionā
- 26. aprīlī 9^h46^m Strēlniekā
- 28. aprīlī 12^h33^m Mežāzī
- 30. aprīlī 14^h55^m Ūdensvirā
- 2. maijā 17^h44^m Zivīs
- 4. maijā 21^h37^m Aunā
- 7. maijā 3^h02^m Vērsī
- 9. maijā 10^h29^m Dvīņos
- 11. maijā 20^h21^m Vēzī
- 14. maijā 8^h18^m Lauvā
- 16. maijā 20^h47^m Jaunavā
- 19. maijā 7^h30^m Svaros

- 21. maijā 14^h49^m Skorpionā
- 23. maijā 18^h39^m Strēlniekā
- 25. maijā 20^h11^m Mežāzī
- 27. maijā 21^h10^m Ūdensvirā
- 29. maijā 23^h10^m Zivīs
- 1. jūnijā 3^h08^m Aunā
- 3. jūnijā 9^h20^m Vērsī
- 5. jūnijā 17^h36^m Dvīņos
- 8. jūnijā 3^h47^m Vēzī
- 10. jūnijā 15^h40^m Lauvā
- 13. jūnijā 4^h23^m Jaunavā
- 15. jūnijā 16^h00^m Svaros
- 18. jūnijā 0^h24^m Skorpionā
- 20. jūnijā 4^h46^m Strēlniekā

METEORI

Pavasaros ir novērojamas trīs vēra ņemas plūsmas.

1. **Lirīdas.** Plūsmas aktivitātes periods ir laikā no 16. līdz 25. aprīlim. 2005. gadā maksimums gaidāms 22. aprīlī laikā starp plkst. 5^h30^m un 16^h30^m, kad plūsmas intensitāte var būt apmēram 15–20 meteoru stundā (reizēm var pārsniegt pat 90 meteoru stundā).

2. **π Puppīdas.** Šī plūsma novērojama laikā no 15. līdz 28. aprīlim. 2005. gadā maksimums gaidāms 23. aprīlī plkst. 18^h30^m. In-

tensitāte ir mainīga un reizēm var sasniegt 40 meteoru stundā, tomēr tā daudz labāk novērojama dienvidu puslodē.

3. **η Akvarīdas.** Plūsmas aktivitātes periods ir no 19. aprīļa līdz 28. maijam. 2005. gadā maksimums gaidāms 6. maijā plkst. 3^h. Tās intensitāte var sasniegt pat 60 meteoru stundā. Tomēr reāli novērojamais meteoru skaits pie mums ir daudz mazāks, jo arī šī plūsma labāk novērojama dienvidu platuma grādos.

SPOŽĀKO ZVAIGŽŅU AIZKLĀŠANA AR MĒNESI

Datums	Zvaigzne	Spožums	Aizklāšana	Atklāšana	Mēness augstums	Mēness fāze
23.03.2005	53 Leo	5 ^m ,3	21 ^h 27 ^m	21 ^h 27 ^m (pieskaras)	40°	96%
25.03.2005	η Vir	3 ^m ,9	20 ^h 42 ^m	21 ^h 00 ^m	17° – 19°	100%
27.04.2005	α Sco (Antares)	1 ^m ,1	1 ^h 24 ^m	2 ^h 17 ^m	2° – 5°	92%

Laiki aprēķināti Rīgai. Pārējā Latvijā aizklāšanas laika nobīde var sasniegt 5 minūtes uz vienu vai otru pusi. 🐼

Pamanītā kļūda 2004./05. gada ziemas laidienā

94. lpp. – kreisās slejas pirmās rindkopas beigās **jābūt: 21.** decembrī plkst. 14^h42^m.

Atvainojamies lasītājiem.

CONTENTS

“ZVAIGŽŅOTĀ DEBESS” FORTY YEARS AGO Radio Astronomy in the Baltic Republics *by A. Balklavs, N. Cimaboviča, J. Ikaunieks (abridged)*. Keeping Watch on Precision *by L. Maistrovs (abridged)*. **DEVELOPMENTS in SCIENCE** The Anthropic Principle. *A. Balklavs*. **NEWS** Has Exoplanet Been Spotted at Last? *Z. Alksne, A. Alksnis*. The Distance to Pleiades and Problems with *Hipparcos*. *J. Freimanis*. Does the *Chandra* See Black Holes in Distant Galaxy? *A. Balklavs*. Massive Black Holes – Remnants of the First Stars’ Evolution. *A. Balklavs*. Cosmic Objects in Captivating Photos – 4. *A. Balklavs*. A Collision or a Unique Event? *M. Gills*. **SPACE RESEARCH and EXPLORATION** Volcanological Safari of Io. *J. Jaunbergs*. Space Launchers of Early XXI Century. Europe, Japan, China and other States. *D. Krieviņš*. *Huygens* Landing on the Titan. *M. Sudārs*. **LATVIAN SCIENTISTS** Integration of Sciences (*concluded interview*). *A. Andžāns*→*R. Freivalds*. **The WAYS of KNOWLEDGE** Emergence of Information and Innovation in the Universe. *I. Vilks*. **At SCHOOL** Solutions of Problems of Latvia 31st Open Olympiad in Mathematics. *A. Andžāns*. Riga 32nd Open Olympiad in Astronomy. *I. Murāne*. **MARS in the FOREGROUND** Martian Ice Clouds. *J. Jaunbergs*. **INVESTIGATIONS of the EARTH CRUST** “Devil’s Boats” and Dynamic Structures of Earth Crust. *L. Bērziņa*. Cunami from Space. *M. Gills, D. Krieviņš*. **For AMATEURS** Gazing at Vidzeme Sky. *M. Krastiņš*. *Machholz* Comet Observations in Riga. *M. Gills*. **NEW BOOKS** *Tempora mutantur et nos mutamur in illis* (Presentation of J. Eiduss’ Book “*Years ago*”). *N. Cimaboviča*. **READERS’ SUGGESTIONS** What Is Efficiency of Ground-Based Large Telescopes? *A. Balklavs*. **READERS’ QUESTIONS** Sedna, Quaoar and 2004 DW from Kuiper Belt. *I. Začeste*. **The STARRY SKY in the SPRING of 2005**. *J. Kauļiņš*.
Supplement: Future Giant Optical Telescopes.

СОДЕРЖАНИЕ

В “ZVAIGŽŅOTĀ DEBESS” 40 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД Радиоастрономия в Балтийских Республиках (*по статье А. Балклавса, Н. Цимахович, Я. Икауниекса*). На страже точности (*по статье Л. Майстрова*). **ПОСТУПЬ НАУКИ** Антропный принцип. *А. Балклавс*. **НОВОСТИ** Увидели ли наконец экзопланету? *З. Алксне, А. Алкснис*. Расстояние до Плеяд и проблемы с *Hipparcos*. *Ю. Фрейманис*. Наблюдает ли *Chandra* чёрные дыры в отдалённой галактике? *А. Балклавс*. Массивные чёрные дыры – остатки эволюции первых звёзд. *А. Балклавс*. Интересные снимки космических объектов – 4. *А. Балклавс*. Столкновение или уникальный пролёт? *М. Гиллс*. **ИССЛЕДОВАНИЕ и ОСВОЕНИЕ КОСМОСА** Вулканическое сафари на *Io*. *Я. Яунбергс*. Космический транспорт начала XXI века. Европа, Япония, Китай и другие государства. *Д. Криэвиньш*. Посадка *Huygens* на Титан. *М. Сударс*. **УЧЁНЫЕ ЛАТВИИ** Вся наука едина (*окончание интервью*). *А. Анджанс*→*Р. Фрейвалдс*. **ПУТИ ПОЗНАНИЯ** Образование и создание информации во Вселенной. *И. Вилкс*. **В ШКОЛЕ** Решения задач Латвийской 31-ой открытой олимпиады по математике. *А. Анджанс*. Рижская 32-я открытая олимпиада по астрономии. *И. Муране*. **МАРС ВБЛИЗИ** Марсианские ледяные облака. *Я. Яунбергс*. **ИССЛЕДОВАНИЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ** «Чёртовы лодки» и мелкие динамические структуры Земной коры. *Л. Берзиня*. Цунами из космоса. *М. Гиллс, Д. Криэвиньш*. **ЛЮБИТЕЛЯМ** Смотря на небеса Видземе. *М. Крастиньш*. В Риге наблюдают комету *Machholz*. *М. Гиллс*. **НОВЫЕ КНИГИ** *Tempora mutantur et nos mutamur in illis* (о книге Я. Эйдуса «Прошедшее»). *Н. Цимахович*. **ПРЕДЛАГАЕТ ЧИТАТЕЛЬ** Какова эффективность наземных больших телескопов? *А. Балклавс*. **СПРАШИВАЕТ ЧИТАТЕЛЬ** *Sedna, Quaoar и 2004 DW* из пояса Койпера. *И. Зачестэ*. **ЗВЁЗДНОЕ НЕБО весной 2005 года**. *Ю. Каулиньш*.
Приложение: Гигантские оптические телескопы будущего.

THE STARRY SKY, SPRING 2005
Compiled by *Irena Pundure*
“Mācību grāmata”, Rīga, 2005
In Latvian

ZVAIGŽŅOTĀ DEBESS, 2005. GADA PAVASARIS
Reģ. apl. Nr. 0426
Sastādījusi *Irena Pundure*
© Apgāds “Mācību grāmata”, Rīga, 2005
Redaktore *Dzintra Atuziņa*
Datorsalicējs *Jānis Kuzmanis*



Vasaras astronomijas nometnes "Ērģļa Ksi" dalībnieki.

K. Salmiņa foto

Sk. M. Krastiņa rakstu "Vidzemes debesis raugoties".

Abonēt žurnālu

terra

kļūvis vieglāk!

Izvēlies sev ērtāko veidu:



Latvijas Pasta nodaļās

Abonēšanas indekss 2213

Cena:

vienam numuram – **Ls 1,19**
visam gadam – **Ls 7,14**

PNS

Izdevniecībā
"Mācību grāmata"

iemaksājot naudu SIA "Mācību grāmata"
(reģ. nr. 50003107501)
kontā LV60 LPNS 0001000096214
jebkurā Latvijas Pasta nodaļā

Cena:

vienam numuram – **Ls 1,19**
visam gadam – **Ls 7,14**

Abonēšanas centrā
"Diena"

Cena:

vienam numuram – **Ls 1,29**
visam gadam – **Ls 7,74**

Papildus informācija:

www.lu.lv/terra

**Juridiskās personas
var pieprasīt rēķinu
pa tel. 7325322**

2005. gadā Terra iznāk

janvāra, marta, maija, jūlija, septembra un novembra sākumā

ZVAIGŽNOTĀ DEBĒSS

Komēta *C/2004 Q2 (Machholz)*. Fotografēts 2005. gada 9. janvārī ar ciparu spoguļkameru *D70* teleskopa *TAL-150* ($d = 150$ mm, $f/5$) tiešajā fokusā. Izmantotais montējums *EQ-6*. Ekspozīcija 30 sekundes pie ISO 1600.

Jura Lavendela foto

Sk. M. Gilla rakstu "Rīgā novēro Mačbolca komētu".

ISSN 0135-129X



9 770135 129006

Cena Ls 1,50

Nākotnes gigantiskie optiskie teleskopi

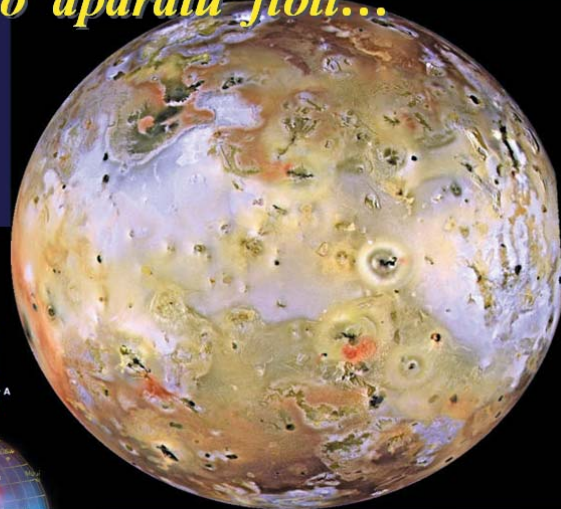
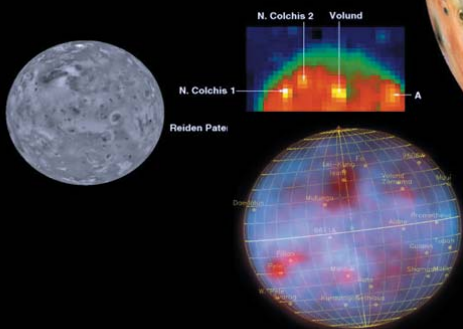
OWL: www.eso.org/projects/owl

Euro-50: www.astro.lu.se/~torben/euro50

TMT: www.astro.caltech.edu/observatories/tmt

Aizvietojot kosmisko aparātu floti...

4.8 μm attēls no Zemes



~ OWL attēls, 4.8 μm

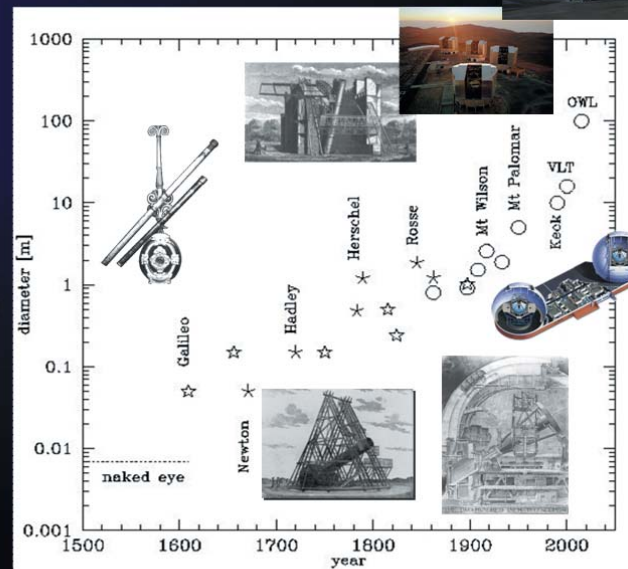
"ZVAIGŽNOTĀS DEBESS" PAVASARIS'2005 PIELIKUMS

Ilustrācijas no D. Draviņa (Zviedrija) referāta Latvijas Astronomijas biedrības sanāksmē 2. II. 2005.

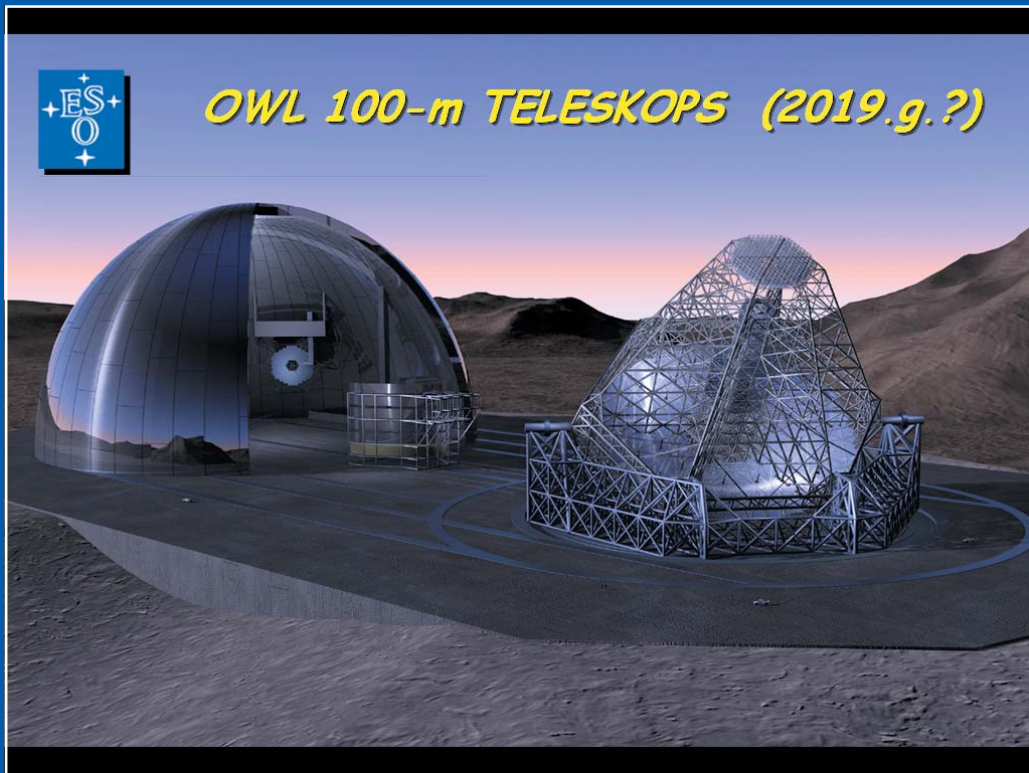
Sk. A. Balklava rakstu "Kāda ir uz zemes novietotu teleskopu efektivitāte?" (89.–93. lpp.).

Teleskopu attīstība kopš Galileja laikiem

- Teleskopu izmērus noteica pieejamā tehnika, kur stikls bija galvenais ierobežojošais faktors.
- 1980-os gados sākās 8-10-metrīgu teleskopu konstrukcija. Tehnoloģija bija ierobežojošais faktors.
- Šodienas ražošanas iespējas pieļauj 100-metrīgu teleskopu spoguļu izgatavošanu ar pieņemamu izmaksu un laika grafiku.



Pasaules astronomijas dižteleskopi 21. gadsimta sākumā



Ilustrācijas no D. Draviņa (Zviedrija) referāta Latvijas Astronomijas biedrības sanāksmē 2.II.2005.

