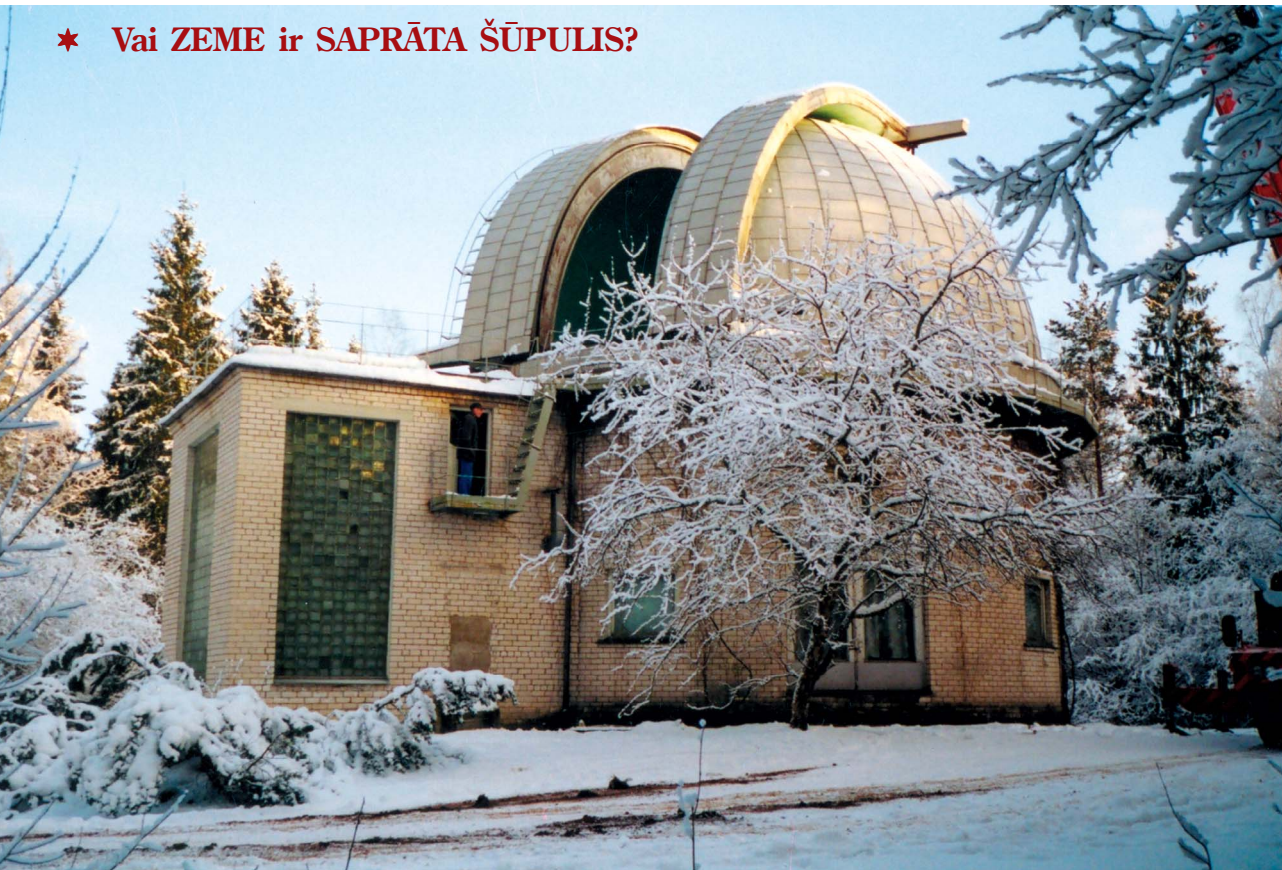


ZVAIGŽNOTĀ DEBĒSS

2005/06
ZIEMA

★ Vai ZEME ir SAPRĀTA ŠŪPULIS?



★ CITPLANĒTU MEKLĒŠANAS turpmākie PLĀNI

★ MĒNESS BĀZE ... jau 2018.

★ Vai MILZĪGAIS KOIPERA JOSLAS "REZIDENTS" ir PLANĒTA X?

★ SVEICAM KĀRĻA KAUFMAŅA PIRMOS STIPENDIĀTUS!

*Pielikumā: Astronomiskās parādības un
Planētu redzamības diagramma 2006*



“Zvaigžņotās Debess” redakcijas kolēģija 2004. gada 22. decembrī pilnā sastāvā (no kreisās): Mārtiņš Gills, Dzintra Auziņa, Atis Edvards un Kārlis Bērziņi, Ilgonis Vilks, Jānis Jaunbergs, Irena Pundure, Arturs Balklavs, Leonids Roze, Rihards Kūlis, Andrejs Alksnis, Agnis Andžāns.

M. Gilla foto

Vāku 1. lpp.:

Šmita teleskopa paviljons Astrofizikas observatorijā Baldones Riekstukalnā (ekspluatācijā kopš 1967. gada) 2005. gada janvāra beigās teleskopa spoguļa demontāžas laikā (sk. A. Alksnis. “Baldones Šmita teleskopa spogulis atjaunots” un I. Pundure. “Daži momenti no ERAF līdzekļu apgušanas” – *ZvD*, 2005, rudens, nr. 189, 11.–13. un 89.–95. lpp.)

O. Paupera foto

Vāku 3. lpp.:

Zemes attēls no pavadoņa NOAA-17 (NOAA – the National Oceanic and Atmospheric Administration). Attēls, kurā redzams Rīgas jūras līcis, veidots nosacītās krāsās, sintezējot 2003. gada 11. janvārī divos viļņu garumos izdarītās fotogrāfijas.

Sk. A. Balklava-Grīnbofa rakstu “Zeme – dzīvības un saprāta šūpulis”.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

LATVIJAS ZINĀTŅU AKADĒMIJAS,
LATVIJAS UNIVERSITĀTES
ASTRONOMIJAS INSTITŪTA

POPULĀRZINĀTNISKS
GADALAIKU IZDEVUMS

IZNĀK KOPŠ 1958. GADA RUDENS
ČETRAS REIZES GADĀ

2005./06. GADA ZIEMA (190)



Redakcijas kolēģija:

Dr. hab. math. A. Andžans (atbild. red. vietn.),
Dr. phys. A. Alksnis, K. Bērziņš,
Dr. sc. comp. M. Gills, Ph. D. J. Jaunbergs,
Dr. phil. R. Kūlis, I. Pundure (atbild. sekr.),
Dr. phys. L. Roze, Dr. paed. I. Vilks

Tālrunis 7034581

E-pasts: astra@latnet.lv

<http://www.astr.lu.lv/zvd>

<http://www.lu.lv/zvd>


Mācību grāmata
Rīga, 2005

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

SATURS

Pirms 40 gadiem “Zvaigžnotajā Debessī”

Rentgena un γ staru astronomija. “*Mariner-4*”
fotografē Marsu. Vistālākie objekti Visumā.

Pirmā Mēness karte.....2

Zinātnes ritums

Citplanētu atklāšanas desmit gadu (*nobeig.*)

Zenta Alksne, Andrejs Alksnis.....3

Zeme – dzīvības un saprāta šūpulis.

Arturs Balklavs-Grīnhofs.....8

Jaunumi

Vai ir atklāta Saules sistēmas 10. planēta?

Dmitrijs Docenko.....11

Kosmosa pētniecība un apgūšana

Ceļojums uz Saules sistēmas krēslas zonu.

Jānis Jaunbergs.....19

“*Google Earth*” – tā pati Zeme, bet citāda. *Mārtiņš Gills*.....26

Latvijas zinātnieki

Prof. *Dr. phys.* Artura Balklava-Grīnhofa bibliogrāfija

(1959–2005) (*nobeig.*).....30

Jauni zinātņu doktori

Mārtiņš Gills – jaunais datorzinātņu doktors.

Juris Borzovs.....40

Īsa uzziņa par *Dr. sc. comp.* Mārtiņu GILLU.....41

Par testēšanu un trasējāmību. *Mārtiņš Gills*.....42

Latvijas Universitātes mācību spēki

LU docents Jānis Fridrichsons – 100. *Jānis Jansons*.....44

Konferences un sanāksmes

Astronomu sanāksme Maskavā. *Andrejs Alksnis*.....59

Skolā

Zvaigžņu spožums – redzamais un patiesais.

Arturs Barzdis.....61

Latvijas 30. atklātā fizikas olimpiāde. *Viktors Fļorovs,*

Andrejs Cēbers, Dmitrijs Bočarovs,

Vjačeslavs Kaščejevs, Dmitrijs Docenko.....63

Latvijas 31. atklātās matemātikas olimpiādes

uzdevumu isi atrisinājumi. *Agnis Andžans*.....70

Marss tuvplānā

Mēness un Marsa ekspediciju nesējaķetes.

Jānis Jaunbergs.....77

Amatieriem

Vizuālās astronomijas iespēju robežas. *Varis Karitāns*....81

3. oktobra Saules aptumsuma novērojumi.

Arturs Barzdis.....84

Atskatoties pagātnē

Indoeiropēiskā kalendāra sākotne (*nobeig.*)

Jānis Klētnieks.....87

Hronika

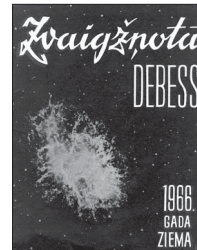
Kārļa Kaufmaņa stipendija piešķirta. *Ivars Šmelde*.....91

Sveicam Kārļa Kaufmaņa pirmos stipendiātus!.....92

Zvaigžnotā debess 2005./06. gada ziemā. *Juris Kauliņš*.....95

Pielikumā: Astronomiskās parādības un Planētu

redzamības kompleksā diagramma 2006. gadam



RENTGENA UN GAMMA STARU ASTRONOMIJA

Zvaigznēs, galaktikās un kosmiskajā telpā rit vareni procesi, kuru gaitā liela daļa enerģijas tiek izstarota elektromagnētiskā starojuma veidā, kas ir svarīgākais astronomiskās informācijas avots. Diemžēl astronomus ārkārtīgi ierobežo Zemes atmosfēra. Ir tikai divi "logi" – optiskais un radio –, caur kuriem kosmiskais starojums var sasniegt Zemes virsmu, reģistrējošo aparāturu un ierices. Visu citu viļņu garumu elektromagnētisko starojumu atmosfēra pilnīgi absorbē. Taču pat neliela novērojumiem pakļauta spektra robežu paplašināšana sola ļoti daudz. Tāpēc ļoti nepieciešams pacelt novērojumu tehniku ārpus Zemes atmosfēras. Kosmisko rentgena un γ starojumu var novērot ar teleskopiem, kuru uzbūves principi ir stipri atšķirīgi no optisko un radioteleskopu uzbūves, jo ne γ , ne rentgena starī nelūst un neatstarojas no objektīvu lēcām vai spoguļiem. Tāpēc šo teleskopu galvenā sastāvdaļa ir šo staru jutīgs elements, piemēram, Geigera skaitītājs. Lai ar rentgena vai γ staru teleskopu izdarītu spektrālnovērojumus, skaitītāju priekšā novieto dažāda biezuma ekrānus – filtrus, kas absorbē visus šo staru kvantus, kuru enerģija $E < E_0$. Mainot ekrānus un līdz ar to kritisko enerģiju E_0 , var iegūt informāciju par kosmiskā rentgena un γ starojuma spektrālo sastāvu. Saule bija pirmais debess ķermenis, kam rentgena starojums tika izpētīts plašās robežās (0,1–100 Å), izmantojot raķetēs uzstādītas ierices.

(Saisināti pēc A. Balklava raksta 6.–20. lpp.)

"MARINER-4" FOTOGRAFĒ MARSU

Pēc vairāk nekā septiņu mēnešu lidojuma, pārvarot 520 milj. km lielu attālumu, 1965. gada 15. jūlijā amerikāņu kosmiskā stacija "Mariner-4" (svars 260 kg) plkst. 0:18 pēc Griničas sāka pārraidīt uz Zemi Marsa fotogrāfijas, kas tika uzņemtas aptuveni 9000 km attālumā no planētas. Kosmiskās stacijas signāli ir tik vāji, ka tos spēj uztvert tikai gigantiskas antenas. Turklāt, signālam sasniedzot Zemi, tā jauda ir tikai 10^{-19} W.

(Saisināti pēc I. Pundures raksta 25.–27. lpp.)

VISTĀLĀKIE OBJEKTI VISUMĀ

M. Šmidts, izpētījis vairāku kvazaru (angl.: *quasar – quasi stellar radio sources*) optiskos spektrus, kas iegūti ar Palomara kalna 5 m reflektoru, pēc gaišajām līnijām tajos konstatējis, ka tie ir vistālākie līdz šim zināmie Visuma objekti, kas izstaro milzīgi daudz enerģijas. Šie objekti ir samērā nelieli, tik vāji, ka pat ar šo teleskopu to spektri jāekspozē 4–5 stundas. Spektrus ir identificētas 2–5 gaišās līnijas, kas sarkanās nobīdes dēļ ir pārbīdītas uz redzamo spektra daļu no tālā ultravioletā spektra apgabala.

(Saisināti pēc A. Alkšņa raksta 32.–33. lpp.)

PIRMĀ MĒNESS KARTE

Nesen, studējot arhīvu materiālus, Maskavas zinātnieks E. Strauts atrada dokumentus par Mēness novērojumiem, ko izdarījis angļu matemātiķis Tomass Hariots. Dokumenti liecina, ka Hariota rīcībā ir bijis teleskops vismaz kopš 1590. gada. Ar to viņš novērojis Mēnesi un redzēto atzīmējis Mēness kartē. Hariots arī sīki aprakstījis Mēness virsmu jau krietni agrāk nekā Galilejs darbā "Siderius nuntius" 1610. gadā.

(Saisināti pēc I. Daubes raksta 40. lpp.)

ZENTA ALKSNE, ANDREJS ALKSNIS

CITPLANĒTU ATKLĀŠANAS DESMIT GADU

(*Nobeigums*)

Skatoties no Saules sistēmas iedzīvotāju viedokļa, daļa atklāto planētu savas zvaigznes apriņķo neparasti tuvu. Saulei tuvākā planēta Merkurs atrodas no tās 0,39 a. v. attālumā un apriņķo to 115 dienās, bet pie trim citām zvaigznēm tuvāk nekā 0,03 a. v. atrastas milzu planētas, kuru apriņķošanas periodi ir isāki par divām dienām. Tās dēvē par ļoti karstiem “jupiteriem”. No 0,03 līdz 0,05 a. v. attālumā atrastas 15 planētas, kuru apriņķošanas periods atrodas robežās no 2,8 līdz 4,0 dienām. To skaitā ir gan karstas Jupitera tipa, gan karstas Zemes tipa planētas. Planētām, kuru orbītas lielā pusass pārsniedz vienu a. v., apriņķošanas laiks ilgst simtus un pat tūkstošus dienu.

Planētu orbītu ekscentricitāte e ir visai dažāda – no 0,0 (planēta riņķo pa aploci) līdz 0,9 (planēta riņķo pa ļoti izstieptu elipsi). Daudzām saimniekzvaigznei tuvām planētām piemīt aplveida vai gandrīz aplveida orbītas. Domājams, ka to kustību spēcīgi ietekmējis zvaigznes pievilkšanas spēks un orbītu nopalojis. Ja šo planētu orbītas neņem vērā, tad pārējo planētu vidējā ekscentricitāte ir ap 0,25. Tas liecina par labu ne pārāk izstieptu orbītu pārsvaram. Atcerēsimies, ka Saules sistēmā gandrīz visas planētas kustas pa aploci (e ir no 0,01 līdz 0,09). Nedaudz izstieptas orbītas piemīt tikai Merkuram un Plutonam ($e = 0,2$). Šajā ziņā neviena no citām vairāku planētu sistēmām Saules sistēmai īsti nelīdzinās.

Tā kā “*Citplanētu enciklopēdijā*” netiek sniegti dati par saimniekzvaigžņu spektra klasi, vecumu, attālumu u. c., tad pilnīgu ieskatu to raksturojumā nevaram gūt. Taču ir skaidrs, ka visilgāk un visaktīvāk planētas ir meklētas pie Saulei

radniecīgām F, G, K spektra klases zvaigznēm, panākumiem neizpaliekot. Šo meklējumu rezultāti ļauj pētniekiem secināt, ka ap 3,5% Saulei radniecīgo zvaigžņu piemīt tām tuvas planētas ar masu 0,5–13 M_J . Par mazas masas planētu procentuālo klātbūtni vēl agri spriest.

Saulei radniecīgo F, G, K spektra klases zvaigžņu masa ir ap 1 M_\odot , to temperatūra ir apmēram 6000 K. Astronomus interesē, vai planētas pastāv arī pie tādā pašā attīstības stadijā esošām mazāk masīvām ($\sim 0,5 M_\odot$) un krietni aukstākām ($T \sim 3000$ K) M spektra klases pundurzvaigznēm. Neskatoties uz jau vairākus gadus ilgušiem 150 auksto punduru novērojumiem ar Keka teleskopu un 100 auksto punduru novērojumiem ar Hobija–Eberlija teleskopu, pie šīm zvaigznēm ir atrastas tikai divas planētas. Planētu atklājēji spriež, ka planētas varētu būt apmēram 0,7% M spektra klases punduru.

Saule un tai radniecīgās zvaigznes paverda miljardus gadu relatīvā miera stāvoklī, kamēr vien to iekšienē turpinās udeņraža “degšanas” kodolreakcijas. Šis laiks ir labvēlīgs planētu ilgstošai pastāvēšanai mazmainīgos apstākļos, veicinot dažādu dzīvības formu rašanos un attīstību tā saucamajā apdzīvotības zonā, kurā ūdens atrodas šķidrā stāvoklī. Apvienotās Karalistes astronomi B. Džounss, D. Andervuds un N. Slips (*Barrie Jones, David Underwood un Nick Sleep*) jau vairākus gadus ir rosīgi pētījuši tieši Zemes masas planētu pastāvēšanas iespējas 110 viņiem zināmo planētu sistēmu apdzīvojamības zonā. 2005. gada aprīlī žurnālā “*The Astrophysical Journal*” viņi ziņo, ka divās trešdaļās šo sis-

tēmu Zemes masas planētas var atrasties apdzīvojamības zonā kādu miljardu gadu, kas ir pilnīgi pietiekami dzīvības attīstībai.

Kad udeņraža krājumi ir beigušies, zvaigžņu dzīvē sākas jauns posms, kura laikā tās izplešas, pārvēršoties par milžiem (rādiuss desmitiem reižu lielāks par Saules rādiusu), un vienlaikus kļūst aukstākas, mainot krāsu no dzeltenas uz sarkanu. Lai noskaidrotu, vai arī pie sarkaniem milžiem pastāv planētas, Eiropas un Brazīlijas astronomu grupa novēro 80 šādas zvaigznes EDO Lasijas filiālē. Tām pievērsušies arī Japānas astronomi Okajamas observatorijā. Pēc mūsu rīcībā esošiem datiem, vismaz pie pieciem sarkanajiem milžiem ir atrastas planētas. Sarkaniem milžiem tuvu planētu liktenis nav apskaužams. Izplešoties sarkano milžu atmosfērai, tā tuvās planētas pamazām apskaus, sakarsēs, sadedzinās, kremēs. Bet apdzīvojamības zona ap sarkano milzi nepazudīs, tā tikai pārvietosies tālāk un tālāk no zvaigznes, radot apstākļus dzīvības pastāvēšanai uz arvien citām tālākām planētām. Ja vien Zemes civilizācija pārdzīvos savas vietējās krīzes, tad ļoti tālā nākotnē, Saulei pārtopot par sarkano milzi, mūsu civilizācija varēs droši migrēt uz Saules sistēmas nomali.

Vēl viena svarīga visu saimniekzvaigžņu iezīme ir to vielas lielais metāliskums. Zvaigžņu metāliskumu raksturo ar dzelzs un udeņraža attiecību [Fe/H], salīdzinot to ar šo attiecību Saulei. Jau pēc pirmo desmitu planētu atklāšanas radās nojausma par saimniekzvaigžņu lielo metāliskumu, salīdzinot ar bezplanētu zvaigznēm. Kā neatlaidīgākos un rūpīgākos saimniekzvaigžņu pētniekus var atzīmēt G. Izraeli Kanāriju salu Astrofizikas institūtā, kā arī N. Santosu un M. Maioru Ženēvas observatorijā. 2005. gada pavasarī viņu rokās jau bija bagātīgs statistiskais materiāls – metāliskuma novērtējumi 119 saimniekzvaigznēm un 95 bezplanētu zvaigznēm. Šis materiāls pārliecinoši pierāda planētu esamības atkarību no zvaigznes metāliskuma. Tagad ir zināms, ka planētas pastāv pie 3% zvaigžņu, kam metāliskums ir mazāks nekā Saulei, un

pie 25% zvaigžņu, kam metāliskums ir ievērojami lielāks nekā Saulei. Šķiet, ka vairāk planētu sistēmu pastāv pie metāliem pašām bagātākajām zvaigznēm, taču šajā ziņā statistiskais materiāls vēl ir trūcīgs. Tāpat vēl trūkst skaidru pierādījumu, ka planētu saimniekzvaigznes radušās metāliem bagātākos gāzes un putekļu mākoņos nekā bezplanētu zvaigznes.

Planētu veidošanās vieta – apzvaigžņu disks. Zvaigznes tapšanas procesā pārpalikusi viela veido ap zvaigzni no gāzes un putekļiem sastāvošu disku. Lielais kontrasts starp spožās zvaigznes un vājā diska starojumu novērojumus apgrūtina, tomēr dažāda vecuma un dažādas masas zvaigžņu diski tagad ir novēroti visos viņu garumos, sākot no virzāliem stariem līdz pat milimetru starojumam, iegūstot ziņas par disku uzbūvi un sastāvu. Īsi apkoposim šīs ziņas.

Diski mēdz plēsties vairākus simtus a. v. tālu no savām zvaigznēm, tomēr ap pašām zvaigznēm pastāv šaurākas vai plašākas tukšas atveres. Pavisam jaunu zvaigžņu diskos novērots, ka viela diskos sadalīta nesimetriski, diski izskatās saliekti, sametušies, nevis pilnīgi plakani, tie ir sadalījušies atsevišķos gredzenos. Teiktais attiecas, piemēram, uz tikai 10 miljonus gadu vecās zvaigznes Hidras TW un kādus 100 miljonus gadu vecās zvaigznes Gleznatāja β diskiem. Pie miljardiem gadu vecām Saules tipa zvaigznēm ir novēroti mazāk izteiksmīgi plaši un plāni diski, kas izskatās visai simetriski, bez atsevišķiem sabiezinājumiem. Uz sīkām daļiņām pildīto disku fona tomēr izdalās viens vai vairāki plati gredzeni, kas sastāv no prāvākām daļiņām. Saulei radniecīgās Vegas diskā ir saskatīts gredzens, ko, iespējams, pilda asteroīdu tipa ķermeņi. Tas atgādina Koopera joslu Saules sistēmā. Diski ir atrasti arī pie Saules tuvāko apkārtni bagātīgi apdzīvojamām aukstām pundurzvaigznēm, piemēram, tikai 32 g. g. no mums attālās Mikroskopa AU zvaigznes. Tuvu disku novērojumi paver iespējas sīkāk izpētīt tajos ritošos procesus.

Idejas par planētu veidošanos apzvaigžņu diskos aktualizējās līdz ar pirmo citplanētu

atklāšanu. Kopš tā brīža rodas arvien jauni šā procesa teorētiski pētījumi, jo atklāto planētu kopums aug, dažādojot priekšstatus par saimniekzvaigžņu un planētu masām, par planētu orbītu parametriem. Izstrādājot planētu veidošanās modeļus, jāievēro visi dati. Jāņem vērā arī arvien precizētās ziņas par disku vielas sakārtojumu, izmēriem un sastāvu. Tomēr pamata priekšstati par planētu veidošanās procesu mainās maz.

Šis process sākas no dažāda izmēra cietu daļiņu veidošanās, diska gāzei un putekļiem saduroties, salīpot. Savukārt cietās daļiņas pakāpeniski apvienojas oļos, prāvākos akmeņos, klintsbluķos, līdz rodas 1–10 km lieli planetezīmāļi – planētu celtniecības ķieģeļi. Planetezīmāļiem satuvojoties un saplūstot, aug ciets kodols, uz kā sāk nosēties diska gāze, veidojot apvalku. Kādu laiku planetezīmāļi turpina pievienoties kodolam, gāze – apvalkam. Tālākā planētas veidošanās gaita ir atkarīga no tās atrašanās vietas diskā, jo diska vielas temperatūra un blīvums mainās līdz ar attālumu no zvaigznes. Tādos diskos, kas ir līdzīgi kādreizējam Saules sistēmas veidošanās diskam, apmēram 3 a. v. attālumā no zvaigznes atrodas tā saucamā ledus robeža, aiz kuras no gāzes sāk kondensēties ledus. Uz iekšpusi no ledus robežas zvaigznes tuvumā gāze samērā ātri iztvaiko, tas bremsē cieto daļiņu rašanos, tāpēc planetezīmāļi neaug un nav no kā veidoties kodoliem. Līdz ar to kodoli neizaug pietiekami masīvi, lai ātri piesaistītu gāzi, kamēr tā visa nav pilnīgi iztvaikojusi. Ja gāze uz kodoliem necik daudz nenosēžas, tie paliek pliki, klinšaini mazas masas veidojumi. Tā diska iekšējā malā, netālu no zvaigznes, var veidoties nesen atklātās Zemes tipa planētas.

Tuvu aiz ledus robežas kodolu masa aug ļoti strauji tāpēc, ka līdz ar ledus rašanos putekļu diska virsmas blīvums vairākkārt palielinās, kas ārkārtīgi veicina planetezīmāļu augšanu un lielu, masīvu kodolu veidošanos. Masīvie kodoli spēj piesaistīt pamatīgu daudzumu gāzes, veidojot ap kodoliem biezu

slāni. Tā rodas milzīgās Jupitera tipa planētas, kādu ir vairākums starp līdz šim atklātajām citplanētām. Daudz tiek spriests, bet ne pilnībā izprasts, kā tad milzu planētas nonāk tik ciešā zvaigznes tuvumā, kādā tās tiek atklātas. Visizplatītākais skaidrojums – dzīves gaitā milzu planētas no savas veidošanās vietas migrē uz diska iekšējo malu. Cits skaidrojums ir saistīts ar diska metāliskumu, kas varētu būt tāds pats kā saimniekzvaigžnei. Ja vielas metāliskums ir liels, tad pat iekšpus ledus robežas kodoli var ātri sasniegt straujai gāzes piesaistīšanai nepieciešamo kritisko masu. Kodoli pagūst “pieaudzēt” gāzi pirms diska iztukšošanās no tās. Tādos nosacījumos arī zvaigznes tuvumā var rasties milzu planētas.

Teorētiķi spriež, ka diska ārējā malā planētu rašanās ir apgrūtināta, jo cietie kodoli nespēj izaugt, pirms diska viela ir pilnībā izklidusi. Starp citu, 2005. gadā publicētie novērojumu rezultāti liecina, ka planetezīmāļi satuvojoties ne vienmār salīp, saplūst. Tie var arī ar spēku triekties cits pret citu, atstājot aiz sevis dažāda lieluma gruvešu mākonī. Sīkākās dražu daļiņas zvaigznes radiācijas spiediens var aiznest tālu prom, bagātinot ar vielu diska nomales. Šīs ziņas varētu ieviest labojumus teorētiskajos spriedumos. Planētu veidošanās likumības ir atkarīgas arī no diska masas. Tās būs atšķirīgas biežā masīvā un plānā mazas masas diskā, radot novirzes no tikko apskatītā modeļa vidējās masas diskam.

Kad vairs neaug ne cietā kodola, ne gāzes apvalka masa, planēta ir izveidojusies, taču tās viela turpina sakārtoties, saspīsties, sabrukt ciešāk kopā. Šajā laikā planēta ne tikai atstaro no savas zvaigznes saņemto enerģiju, bet arī pati nedaudz izstaro sabrukšanas procesā radušos enerģiju. Tāpēc savā jaunībā planētas ir nedaudz spožākas nekā vecumā, kad pilnībā ir atdzisušas, aukstas, līdzīgas Saules sistēmas locekļiem.

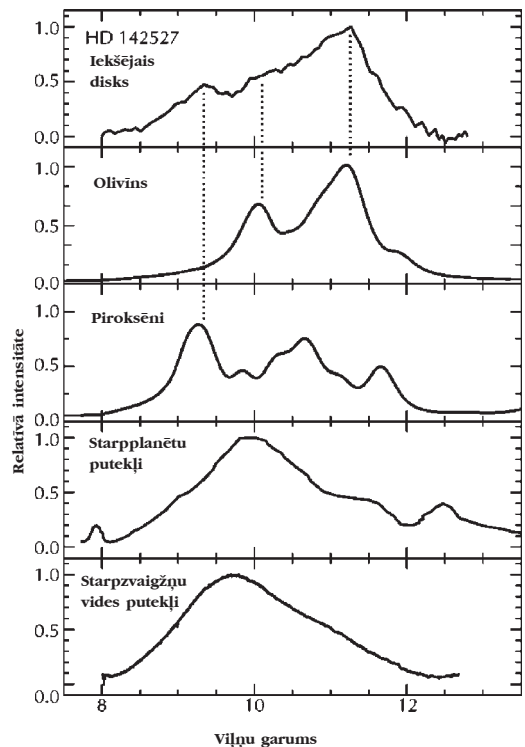
Ir ļoti svarīgi, ka Zemes tipa planētu rašanās iespēju apstiprina ne tikai teorētiskie spriedumi, bet arī nesen gūtie pirmsplanētu disku sastāva novērojumi. Par tiem EDO zi-

ņojumā presei 2004. gada nogalē vēstija starptautiska 23 pētnieku grupa, kurā ietilpst astronomi no Nīderlandes, Vācijas, Francijas un EDO – R. van Bekels, M. Mins, R. Voters (*Roy van Boekel, Michiel Min, Rens Waters et al.*) u. c. Viņi ieguvuši trīs jaunu zvaigžņu pirmsplanētu disku infrasarkanos spektrus, turklāt atsevišķi katra diska iekšējai, zvaigznei tuvākajai malai, un ārējai, no zvaigznes tālākajai malai. Šādi disku atsevišķu daļu novērojumi veikti pirmo reizi un kļuvuši iespējami, tikai pateicoties tam, ka sācis darboties EDO ILLT interferometrs, kam ir izcili augsta izšķirtspēja – ap 0,02 loka sekundes. Sevišķi interesanti bijis iegūt disku iekšējās malas spektru.

Novērojumi rāda, ka disku iekšējā malā pastāv ļoti liels daudzums kristālisku silikātu daļiņu jeb, vienkārši sakot, smilšu (*sk. 7. att.*). Šo silikātu daļiņu diametrs vidēji ir ap 0,001 mm. Tās ir izveidojušās no daudzām sīkākām, putekļiem līdzīgām daļiņām ar diametru apmēram 0,0001 mm, kas ietilpst starpzvaigžņu mākoņos – zvaigžņu un apzvaigžņu disku tapšanas vietās. Šīs sīkās daļiņas dzimtajos mākoņos veidojas no haotiski izvietotiem atomiem un molekulām, tāpēc tās ir irdenas, pūkainas, bez asi iezīmētām malām jeb, citiem vārdiem, amorfas. Pēc zvaigznes tapšanas amorfās daļiņas, kas atrodas diska iekšējā malā saimniekzvaigznes tuvumā, ir nonākušas vidē ar augstāku temperatūru un blīvumu nekā starpzvaigžņu mākoņos. Tas ne tikai veicina sīko amorfo daļiņu apvienošanās lielākās, bet izraisa arī daļiņas ietilpstošo molekulu pārkārtošanos ģeometriskā rakstā. Tā diska iekšējā malā pirmatnējās sīcīnās amorfās daļiņas drīz vien pārveidojas sakārtotās lielākās kristāliskās daļiņās.

Salīdzinot visu trīs novēroto zvaigžņu pirmsplanētu disku iekšējo un ārējo malu spektrus (*sk. 6. krāsu att. 49. lpp.*), kļūva redzams, ka zvaigžņu HD 144432 un HD 163296 disku iekšējā malā daļiņas ir sakārtotas, kristāliskas, kamēr ārējā malā tās ir gandrīz pirmatnējas. Zvaigznei HD 142527 daļiņas ir sakārtotas jau visā diska apjomā, tomēr vispilnīgāk sakārto-

tas, visas pārveidojušās kristāliskā formā, tās ir diska iekšējā daļā. No jauniegūtajiem novērojumiem izriet svarīgs secinājums, ka Zemes tipa planētu būvmateriāls – smiltis – diskos, it sevišķi disku iekšējā malā, izveidojas drīz pēc pašu zvaigžņu un apzvaigžņu disku tapšanas. Pastāvot smiltim, nekavējoties var sākties klinšainu planētu pakāpenisks būvniecības process. Tāpēc var domāt, ka līdzīgi Saules sistēmai arī citu zvaigžņu planētu sistēmās klinšainu Zemes tipa planētu netrūkst.



7. att. Attēla augšējā daļā redzams zvaigznes HD142527 pirmsplanētu diska iekšējās malas infrasarkanais spektrs. Zemāk redzami divējādu kristālisko minerālu – piroksēna un olivīna – laboratorijas spektri. Abu minerālu raksturīgās spektra iezīmes parādās arī diska spektrā, skaidri norādot uz šo kristālisko minerālu klātbūtni diska iekšējā malā. Zemāk redzami starpplanētu daļiņu un starpzvaigžņu vides daļiņu spektri, kas nemaz nelīdzinās diska iekšmalas spektram. ESO PR foto

Citplanētu meklēšanas un pētīšanas turpmākie plāni.

Gūtie panākumi astronomus rosina izvērst planētu meklēšanu, paplašinot novērojamo zvaigžņu loku, blakus vecajām metodēm ieviešot jaunas, novērojumus veicot ar arvien vairāk iekārtu uz Zemes virsmas, bet, galvenais, iesaistot šai darbā iekārtas, kas paceltas virs Zemes atmosfēras.

Plaša astronomu apvienība lieto radiālo ātrumu metodi pēc vienotas programmas un izmantos lielos Keka, Magelāna un "Subaru" teleskopus. Savā programmā viņi iekļāvuši ap 2000 zvaigžņu, kas ir spožākas par vizuālo zvaigžņlielumu 10,5, tātad krietni vājākas par līdz šim novērotām. Taču programmas zvaigžņu atlases galvenais trumpis ir to lielais metālistums, kas vieš cerību nodrošināt bagātīgu planētu birumu. Darbs jau rit pilnā sparā, un ir gūti pirmie panākumi.

No pāriešanas metodes lietotājiem der pieminēt Apvienotās Karalistes vairāku universitāšu apvienību, kas sākusi realizēt *super-WASP (Wide Angle Search for Planets)* programmu. Izmantojot ārkārtīgi plata leņķa fotometriskās kameras un novērojot vienlaikus ļoti daudz spožu zvaigžņu, viņi cer ātri atklāt lielu skaitu planētu pāriešanas gadījumu. Pagaidām gan par pozitīviem rezultātiem nav dzirdēts. Labākus panākumus varētu gaidīt no Francijas Nacionālās kosmosa aģentūras kosmiskās iekārtas *COROT* (plānota 2005. gadā) un *NASA* 2007. gadā plānotās Keplera vārdā nosauktās kosmiskās iekārtas. Ar abām šīm iekārtām domāts atrast Zemes tipa planētu pāriešanas gadījumus.

Līdz šim nelietotu astrometrisku metodi planētu atklāšanai plānots ieviest, izmantojot Čīlē būvējamo milzīgo *ALMA* antenu kompleksu, kas strādās milimetru viļņos (*sk. A. Balklavs. "ALMA – jaunā gadsimta instruments". – ZvD, 2002. g. pavasaris, 19.–23. lpp.*). Neredzama planēta, apriņķodama savu zvaigzni un iedarbodamās ar savu pievilksanas spēku, šūpo zvaigzni ne tikai pa skata līniju uz priekšu un atpakaļ, bet arī debess plaknē, piemēram, pa kreisi, pa labi. Lai iz-

mērītu niecīgo zvaigznes pozīcijas maiņu pie debess, nepieciešami ārkārtīgi precīzi astrometriski mērījumi. Teorētiski izspriests, ka *ALMA* varēs veikt mērījumus ar precizitāti loka sekundes desmittūkstošā daļa, kas būtu pietiekami. 2009. gadā plānots uzsākt planētu meklēšanu pie tuvām zvaigznēm, veicot precīzu astrometriju no kosmosā paceltas iekārtas *SIM (Space Interferometry Mission)*. Paredzēts, ka ar *SIM* kopumā izdosies atrast no 25 līdz 160 dažādas masas planētu atkarībā no iekārtas darbības ilguma, jo pietiekamas precizitātes sasniegšanai jāizdara ļoti daudz pozīciju mērījumu pētāmām un atbalsta zvaigznēm. Toties, pietiekami ilgi strādājot, varēs atklāt arī ļoti mazas masas Zemei līdzīgas planētas.

Pati interesantākā varētu būt programma, kas paredz ne tikai meklēt, bet arī pētīt Zemei līdzīgas planētas tuvo zvaigžņu apdzīvotības joslās. Šo programmu realizēs kosmosā paceltas iekārtas: *NASA* plānotais Zemes tipa planētu meklētājs (*Terrestrial Planet Finder*) un *ESA* plānotā Darvina vārdā nosauktā iekārta. Palaišanas laiks – 2012.–2015. gads. Īpaši paredzēts pētīt Zemei līdzīgo planētu atmosfēras, lai pārlicinātos, vai tajās pastāv tādas dzīvības klātbūtnes apliecinātājas kā O_2 , O_3 , H_2O , CO un CH_4 molekulas. No zemas dispersijas spektriem varēs novērtēt arī planētu temperatūru un rādiusu. Bet no fotometriskiem mērījumiem – izsecināt datus par planētas rotācijas ātrumu, kustību atmosfērā – vēju, gada laiku maiņām. Novērojot spektra infrasarkanā daļu, iecerēts pat meklēt uz Zemes pazīstamās veģetācijas iezīmes.

Neskatoties uz ieilgušu Visuma klusēšanu, sakaru meklējumi ar citām civilizācijām turpinās. Citplanētu reāla pastāvēšana dod šiem meklējumiem jaunu elpu. Jāpiemin, ka Zemes civilizācija 20. gs. 70.–80. gados deva ziņu par sevi gan ar radioviļņu palīdzību, gan ievietojot īsus ziņojumus uz Saules sistēmas planētām nosūtītajos kosmiskos kuģos, kas pēc sava uzdevuma veikšanas aizgāja Visuma tālēs. Varbūt tos patiešām pārtvers kāda citplanētu civilizācija? 🐦

ZEME – DZĪVĪBAS UN SAPRĀTA ŠŪPULIS

Viens no astronomijas plaši sazarotajiem pētījumu virzieniem ir salīdzinošā planetoloģija. Tās pētījumu objekts ir arī trešā no Saules planēta Zeme (*sk. att.*), bet metode – dažādo Saules sistēmas planētu fizikālo raksturlielumu salīdzināšana, ņemot vērā to attālumu no Saules – sistēmas centrālā spidekļa. Tas ļauj izdarīt secinājumus par šo planētu veidošanās un evolūcijas likumsakarībām un līdz ar to, izskatot arī citu saulī (zvaigžņu) sistēmu planētu iespējamās attīstības scenārijus, spriest par šo, tā saukto eksoplanētu, piemērotību dažādu dzīvības formu pastāvēšanai. Šāda pieeja atvieglo eksoplanētu izvēli rūpīgākiem, detalizētākiem pētījumiem, ja to mērķis ir tieši iespējamie ārpuszemes dzīvības vai saprāta meklējumi, kas, viegli saprast, izraisa ļoti lielu, lai neteiktu – vislielāko, interesi gan no zinātniska, gan tīri cilvēciska viedokļa.

Ja, ņemot vērā tieši Zemes pētniecībā iegūtos datus un pieredzi (citas pieredzes no šā viedokļa mums pagaidām vienkārši nav), kā pamatpostulāti vismaz uz oglekļa bāzes veidojušos dzīvības formu pastāvēšanai tiek pieņemti: pietiekami blīvas atmosfēras un šķidra ūdens okeānu vai cita veida plašu ūdenstilpju pastāvēšana un ilgstošs (miljonos gados mērāms) stacionārs vai ļoti lēni mainīgs centrālā spidekļa starojums, tad, izejot no centrālā spidekļa starjaudas, var samērā viegli aprēķināt to attāluma intervālu no centrālā spidekļa, kurā šīs olbaltumvielu dzīvības formas varētu pastāvēt un attīstīties. Šis attālums, kā viegli saprast, determinē vidējo temperatūru, kāda varētu valdīt uz planētas, un tas olbaltumvielas dzīvības formām, lai tās varētu pastāvēt un attīstīties, ir ļoti svarīgs parametrs. Tā, piemēram, planetārie apstākļi, kuros vides temperatūra ir nedaudz zem 0 °C vai nedaudz virs 100 °C jau padara olbaltum-



Zemeslodes attēls, kas iegūts no "Apollo 10" misijas komandmoduļa 1969. gada maijā. Redzams arī ļoti asais Mēness horizonts, jo Mēnesim nav atmosfēras, kas horizontu varētu padarīt izplūdušu. *NASA attēls*

vielas dzīvības formu eksistenci un evolūciju visai problemātisku.

Attāluma intervāls no centrālā spidekļa – biosfēras iespējamās pastāvēšanas robežas – ir samērā šaurs: Venēra atrodas par tuvu Saulei, bet Marss jau par tālu. Mums, varētu teikt, ir laimējies tajā ziņā, ka Zeme ir gan pietiekami masīva (lai nezaudētu savu atmosfēru, kā, piemēram, Merkurs, bet ne pārāk masīva, kā, piemēram, Jupiters, jo mēs nezinām, kā liels smaguma spēks ietekmē dzīvības rašanos un attīstību), gan atrodas optimālā attālumā no Saules, lai uz tās varētu pastāvēt šķidrums ūdens (*sk. att. vāku 3. lpp.*) un rasties un attīstīties dzīvība.

Konkrētāk šo intervālu, kā arī citus planētas Zeme parametrus, izejot no Saules fizikālajiem raksturlielumiem, raksturo šādi galvenie dati.

Pats būtiskākais parametrs, t. i., Zemes vidējais attālums no Saules ir $149,6 \cdot 10^6$ km. Tas nosaka, ka Saules starojuma (integrālā) plūsma uz Zemes atmosfēras augšējās robežas ir $1,3676 \text{ kW/m}^2$ un šādas intensitātes plūsma

savukārt nodrošina par 0 °C augstākas (apmēram, + 15 °C) vidējās temperatūras un līdz ar to šķidra ūdens masas pastāvēšanu uz Zemes virsmas. Otrs svarīgs parametrs ir Zemes masa = $5,9736 \cdot 10^{27}$ g.

Kā trešo var minēt Zemes magnētisko lauku, kas kopā ar atmosfēru pasargā Zemi no kosmiskas izcelsmes lādēto daļiņu plūsmas, kura ir nāvējoša daudzām olbaltumvielas dzīvības formām. Zemes magnētiskais lauks, tā ģenerācija, tāpat kā citiem debess ķermeņiem ir saistīta ar planētas šķidra metāliska kodola pastāvēšanu un planētas rotāciju ap savu asi, kas nosaka diennakts garumu. Zemei tas ir $23^{\text{h}}56^{\text{m}}4^{\text{s}},1$, bet nav pārlicinošu apsvērumu, ka diennakts garums varētu kardināli ietekmēt dzīvības rašanos un pastāvēšanu.

To pašu var teikt attiecībā uz Zemes rotācijas periodu ap Sauli, kas ir = 365,256 diennaktis, jo tas būtiski neietekmē Saules radiācijas apstākļus uz Zemes, ja vien, protams, planētas orbita nav ar lielu ekscentricitāti. Zemei, kas apļo ap Sauli pa gandrīz riņķveida orbitu, šajā ziņā viss ir vislabākajā kārtībā – Zemes attālums no Saules perihēlijā (tur Zeme atrodas ap 3. janvāri) un afēlijā (kur Zeme nonāk ap 4. jūliju) ir attiecīgi 147,1 un 152,1 miljons km. Arī Zemes rotācijas ass noliecei pret rotācijas plakni ap Sauli (ekliptikas plakni), kas nosaka sezonālās apstākļu maiņas, nav būtiskas nozīmes attiecībā uz dzīvības rašanos un pastāvēšanu, taču šāda apstākļu maiņa ir veicinājusi dzīvības formu daudzveidību.

Zeme nav ideāla lode. Tās ekvatoriālais diametrs ir par 42 km lielāks nekā polārais diametrs. Šā nelielā ekvatoriālā izcilņa dēļ un Saules un Mēness – Zemes vienīgā dabiskā pavadoņa, kas tai turklāt ir padevis neparasti liels (Zemes un Mēness masu attiecība ir 81:1), – gravitācijas iespaidā Zemes rotācijas ass telpā ar 25 800 gadu periodu apraksta konusu, kura virsotnes leņķis ir $23^{\circ}26'$, t. i., notiek šīs ass precesija. Tās dēļ laika gaitā mainās polārās zvaigznes novietojums debess sfērā. Ēģiptes piramīdu celtniecības laikā šī

zvaigzne bija α Drac Pūķa zvaigznājā, pašlaik tā ir labi zināmā Polārzvaigzne Mazā Lāča zvaigznājā, bet pēc 12 000 gadiem polārā zvaigzne būs spožā Vega Liras zvaigznājā.

Zemes virskārtu klāj cieta, bet plāna garoza: zem okeāniem tās biezums ir tikai ap 10 km, zem kontinentiem – ap 50 km. Zemes temperatūra līdz ar tuvošanos tās centram pieaug, centrā sasniedzot 4000–5000 °C lielu vērtību. Tas ir iemesls aktīvai vulkāniskai darbībai un zemestrīcēm.

Līdz ar dzīvības rašanos un tās attīstību arī saprāta virzienā Zemes kā planētas evolūciju arvien vairāk ir sākuši noteikt ne kosmiski vai pašas planētas, t. i., ģeoloģiski un citi faktori, bet tieši cilvēku darbība un iedarbība, ko daudzkārt pastiprina uz zinātnes atziņām balstīto arvien jaudīgāko un izsmalcinātāko tehnoloģiju izmantošana. Jau samērā labi ir izpētītas plaši pazīstamās ar nepārtraukti augošo fosilo energoresursu (akmeņogles, nafta, gāze) izmantošanu saistītās atmosfēras piesārņojuma sekas – siltumnīcas efekta pastiprināšanās, kas izraisa globālu sasilšanu, un ozona caurumi, kas apdraud dzīvo organismu funkcionēšanu un pat to pastāvēšanu. Mazāk pazīstamas ir citas sekas un apdraudējumi, kas saistīti ar Zemes genofonda pakāpenisku noplicināšanu, dzeramā ūdens dabisko resursu ierobežoto daudzumu u. c.

No astronomisko pētījumu viedokļa, žurnāla lasītāju īpašu uzmanību varbūt varētu saistīt, piemēram, elektromagnētiskā starojuma plaša izmantošana sakaru nodrošināšanai, kas sevišķi attīstījusies pēdējo 50 gadu laikā īso un īpaši ultraīso viļņu diapazonā un rada labi pamanāmu atšķirību (ekscesu) no planētas dabiskā starojuma, jo šādas, ar tehnoloģiskām civilizācijām neapdzīvotas planētas izstaro raksturīgu, tā sauktajam *absolūti melnam ķermenim* atbilstošu, starojumu, ko nosaka tikai planētas vidējā temperatūra. Tas nozīmē, ka anomālais Zemes summārā starojuma fons, kas nepārtraukti un ievērojami pieaudzis pēdējo 50 gadu laikā, jau vismaz 50 gaismas gadu rādiusā lielā kosmiskās telpas

tilpumā liecina par to, ka uz Zemes pastāv tehnoloģiska civilizācija. Un, ja šajā tilpumā mīt kāda cita agresīvi noskaņota ārpuszemes civilizācija, tad mēs tai diemžēl esam devuši pārliecinošu signālu par savu eksistenci.

Šie apsvērumi arī ir par pamatu vienai no ārpuszemes civilizāciju meklēšanas radioastronomisko novērojumu metodēm. Pēc šīs metodes tiek novērotas tuvākas un tālākas zvaigznes radioviļņu diapazonā ar mērķi to starojumā reģistrēt atšķirības no absolūti melna ķermeņa starojuma spektra, lai, tādas konstatējot, analizētu šo atšķirību iespējamo saistību ar saprātīgu radījumu tehnoloģisko darbību.

Tas arī nosaka, ka Zemes pētniecībā kā viens no galvenajiem izvirzās šis vismaz tuvējā kosmosā pagaidām citur nenovērotais fenomenis – civilizācija – jeb, precīzāk, tehnoloģiskā civilizācija un ar to saistītās problēmas, jo visi pārējie Zemes pētniecības virzieni gan no fundamentālā, gan pielietojamā aspekta dažādu resursu kontekstā pa lielākai daļai kalpo šīs civilizācijas izvirzīto un nepārtraukti augošo vajadzību apmierināšanai.

Šādu pētniecības ievirzi nosaka civilizācijas (vai saprāta) evolūcijas raksturīgākā īpašība, proti, šīs evolūcijas paātrinātais (eksponenciālais) temps. Šā apgalvojuma ilustrācijai noder gan labi zināmais zemeslodes iedzīvotāju skaita nepārtrauktais un straujais pieaugums, gan skaitļošanas tehnikas attīstība u. c. jomas. Tā, piemēram, informācijas apstrādes ātrums pēdējos gados ir audzis 1000 reizi, respektīvi, palielinās gandrīz divas reizes ik divos gados.

Šis, no vienas puses, it kā iepriecinošais faktors, no otras puses, diemžēl rada virkni pašas civilizācijas pastāvēšanai ļoti bīstamu problēmu, kas galvenokārt saistītas ar to, ka Zemes civilizācijas kolektīvais saprāts, kā izrādās, tomēr nav... pietiekami saprātīgs. Ļoti bieži gan atsevišķu valstu, gan pat šauru grupu ekonomiski, politiski un tīri egoistiski apsvērumi dominē pār globālām sociālām un

ekoloģiskām prasībām, resp., – civilizācijas tehniskā, tehnoloģiskā u. c. varēšana nepārprotami apsteidz tās morālo izaugsmi. Kā piemērus tam var minēt gan jau labi zināmos, t. i., dzīves telpas, it īpaši gaisa un ūdenstilpju, tostarp okeānu, bet pēdējā laikā arī kosmiskās vides strauji progresējošo piesārņošanu, mežu izciršanu, floras un faunas noplicināšanu un iznīcināšanu utt. u. t. jpr., gan ne mazāk draudīgās garīgās vides deformācijas – izglītības sistēmas nepilnības, narkomāniju, noziedzību, it sevišķi terorismu un starptautisku noziedzīgu organizāciju veidošanos, kā arī to centienus saaugt ar valstiskām struktūrām, lai pārņemtu vadību un ievirzītu šo struktūru darbību sev vajadzīgā gultnē.

Tas viss, pieņemot, ka saglabāsies kā civilizācijas līdzšinējās fiziskās attīstības tendences, tā atpalcība morāles jomā, ļauj izdarīt visai nopietnas un dramatiskas gan tuvākās, gan tālākās nākotnes prognozes, ar ko pasaulē nodarbojas vairāki ļoti kompetentu pētnieku kolektīvi. Piemēram, angļu firmā *“British Telecommunication”* strādājošā nākotnes prognozētāju grupa jau līdz 2010. gadam paredz, ka pētījumi mākslīgā intelekta jomā novedīs pie robotu ar nervu sistēmu parādīšanās, ka valdības nespēs tikt galā ar terorismu, kā arī, ka planētas ierobežoto saldūdens krājumu dēļ sāksies kari. Līdz 2050. gadam tiek prognozētas fatālas klimata nestabilitātes, globāls elektromagnētisko sakaru sabrukums u. c. likstas, bet līdz 2100. gadam – pat gēnu inženierijas radīta naidīga super-rase.

Taču tā kā Zemes izpēte no šāda viedokļa nav tradicionālās astronomijas vai astrofizikas uzdevums, tad tiem, kuri interesējas par civilizācijas attīstības iespējamām perspektīvām, var ieteikt izlasīt filozofa Imanta Vilka rakstu *“Evolūcijas trajektorija”*, kas publicēts gadalaiku izdevumā *“Zvaigžņotā Debess”*, 2002. gada rudens, nr. 177, 39.–44. lpp. 🐦

DMITRIJS DOCENKO

VAI IR ATKLĀTA SAULES SISTĒMAS 10. PLANĒTA?

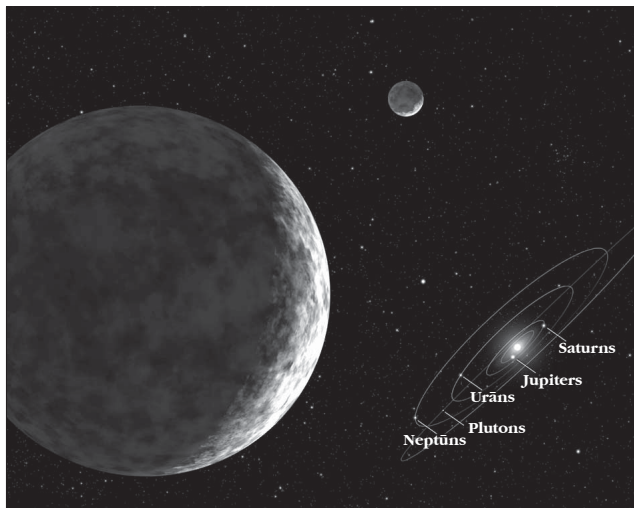
JAUNATKLĀTS MILZĪGS KOIPERA JOSLAS OBJEKTS

2005. gada 28. jūnijā pētnieku grupa, kas jau četrus gadus nodarbojas ar jaunu tālo Saules sistēmas objektu meklējumiem, paziņoja, ka ir atrasts objekts (pagaidu nosaukums *2003 UB₃₁₃*), kura izmērs pārsniedz Plutona izmēru. Daudzi (ieskaitot pašus atklājējus) uzreiz nodēvēja atklāto debess ķermeni par Saules sistēmas 10. planētu (*sk. 1. att.*). Šo zinātnieku grupu vada Maikls Brauns (*Michael Brown*) no Kalifornijas Tehnoloģiskā institūta; viņa līdzdarbinieki ir Čads Truhiljo (*Cbad Trujillo*, *Gemini* observatorija) un Dāvids Rabinovics (*David Rabinowitz*, Jēlas universitāte). Jau kopš 2001. gada viņi veic debess apskatu ar 1,2 metru lielu Samuela Ošīna teleskopu Palomāra observatorijā (ASV).

Objekta oficiālais pagaidu nosaukums – *2003 UB₃₁₃* –, ko noteica Starptautiskā Astronomijas savienība (*International Astronomical Union, IAU*), nozīmē, ka tas tika pirmoreiz atklāts, izmantojot 2003. gada oktobrī uzņemtus datus. Kāpēc bija pagājis tik ilgs laiks, kopš veikti uzņēmumi, līdz zinātnieku paziņojumam presē?

Iemesls slēpjas datu apstrādes metodikā. Protams, lielo apjomu dēļ datu apstrāde ir pilnīgi datorizēta. Teleskopa dati tiek automātiski analizēti, un cilvēkam tiek piedāvāts caurskatīt tikai iespējamās planētas kandidātus, kas izgājuši noteiktus testus. Lai atšķirtu kustošus objektus no zvaigznēm, programmā tika norādīta zemāka īpaškustības robeža – 1,5"/h (leņķa sekundes stundā). Taču *2003 UB₃₁₃* kustējās debesis ar leņķisko ātrumu 1,42"/h! Tāpēc pirmās analīzes laikā tas netika atrasts.

Tikai Sednas (*sk. nākamo paragrāfu un arī I. Začestē rakstu "Sedna, Kvavars un 2004DW no Koipera joslas"* – "ZvD", 2005. g. pavasaris, nr. 187, 94.–96. lpp.), kuras leņķiskais ātrums ir 1,75"/h, atklāšana vedināja zinātniekus domāt, ka viņu datus varētu būt atrodams objekts ar lēnāku kustību. 2005. gada 5. janvārī veicot datu at-



1. att. Mākslinieka vizija par iespējamās desmitās planētas *2003 UB₃₁₃* un tās pavadoņa izskatu ar Sauli un ārējām planētām fonā.

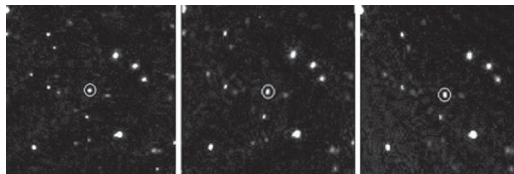
Autors Robert Hurt (IPAC)

kārtotu analīzi (zemākā robeža samazināta līdz 1"/h), 2003. gada 21. oktobra datus (2. att.) tika atrasts 2003 UB₃₁₃ (atklājēju grupa piešķīra tam neoficiālu nosaukumu Ksenā pēc populāra Amerikas seriāla “Ksenā: karojošā princese” (“Xena: Warrior Princess”) galvenās varones). Sākot ar janvāri, tika veikti vairāki fotometriski un spektroskopiski debess ķermeņa novērojumi ar dažādiem teleskopiem.

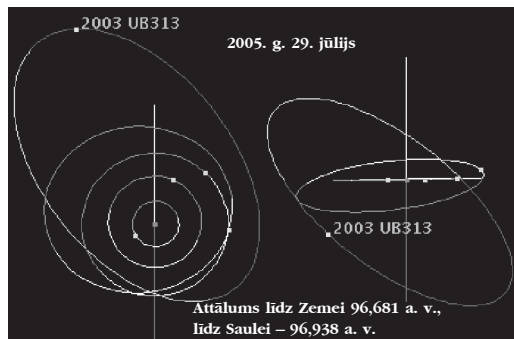
Objekta relatīvi lielais spožums¹ (zvaigžņlielums 18,9^m) un lēnā kustība atļāva to atrast arī arhīvu datus. Senākais atrastais 2003 UB₃₁₃ uzņēmums tika izdarīts 1989. gadā ar Šmita teleskopu Saidingspringsas observatorijā (Siding Springs Observatory) Austrālijā. Zinot objekta pārvietojumu 16 gadu laikā, tā orbītas parametri tika izskaitļoti ar augstu precizitāti. Tā orbītas lielā pusass ir $a = 67,89 \pm 0,01$ a. v., ekscentricitāte $e = 0,4378 \pm 0,0001$ un orbītas plaknes slīpums pret ekliptikas plakni ir $i = 43,993 \pm 0,001$ grādi. Šobrīd Ksenā atrodas tuvu afēlijam 97,5 a. v. attālumā no Saules (3. att.) un perihēliju sasniegs tikai 2257. gadā (tad tā atradīsies 38 a. v. attālumā). Ksenas orbīta ir 15:7 orbitālā rezonansē ar Neptūnu.

Taču debess ķermeņa izmēru nav tik viegli eksperimentāli noteikt kā orbītu, jo teleskopos tas izskatās līdzīgs punktam. Šādā gadījumā lielāka redzamā spožuma iemesls var būt gan lielāks objekta izmērs, gan arī lielāks albedo – atstarotās gaismas daļa. Arī dažāda viļņa garuma (krāsas) gaisma var tikt dažādi absorbēta vai atstarota atkarībā no virsmas sastāva. Tādā veidā, analizējot novērotos kosmiskā ķermeņa atstaroto (un izstaroto) spektru, var arī noteikt virsmas sastāvu.

Šāda 2003 UB₃₁₃ virsmas spektrālā analīze, kas veikta ar ziemeļu “Gemini” teleskopu (Ha-



2. att. Palomāras observatorijas Samuēla Ošīna teleskopa 2003. gada 21. oktobra uzņēmumi, kuros pirmoreiz tika ieraudzīts objekts 2003 UB₃₁₃. Laika starpība starp blakus uzņēmumiem ir apmēram 90 minūtes.



3. att. 2003 UB₃₁₃ stāvoklis 2005. gada 29. jūlijā. *Kreisajā pusē* ir redzama ekliptika “no augšas”, *labajā* – “no malas”. Attēlotas Saturna, Urāna, Neptūna, Plutona un 2003 UB₃₁₃ orbītas. Tumšākas orbītu daļas atrodas “zem” ekliptikas plaknes.

vaju salās, spoguļa diametrs – 8 metri, novērojumu ilgums – četras stundas), noteica, ka pētāmā objekta virsma ir līdzīga Plutona virsmai un sastāv galvenokārt no sasaluša metāna (CH₄), iespējams, maisījumā ar sasalušu slāpekli (N₂). Tiešām, 30 K temperatūrā², kāda ir šim debess ķermenim, minētās gāzes jau sasilst.

¹ Šis debess ķermenis ir pietiekami spožs tā atklāšanai vēl 1984. gadā, kad Čārlzs Kovals (Charles Kowal) veica 10. planētas meklējumus. Taču toreiz tika apskatīti tikai debess apgabali tuvu ekliptikas plaknei.

² Līdzsvara virsmas absolūto temperatūru var viegli novērtēt no proporcijas $T \propto 1/\sqrt{d}$, kur d ir attālums no Saules līdz objektam. Zinot, ka Zemei $d = 1$ a. v un $T \approx 300$ K, atrodam, ka attālumā 100 a. v. līdzsvara temperatūra ir ap 30 K.

Zinot virsmas sastāvu, var novērtēt tās albedo ρ . Pieņemot, ka virsmas sastāva līdzība nozīmē arī albedo līdzību, var ņemt Plutona vērtību $\rho = 60\%$. Tad $2003\ UB_{313}$ diametrs ir ap 2900 km, kas par ceturtdaļu pārsniedz Plutona diametru (ap 2320 km). Ja albedo vērtība ir lielāka (virsmā atstaro vairāk gaismas), tad šī netieši izskaitļotā diametra vērtība attiecīgi samazinās kā $1/\sqrt{\rho}$.

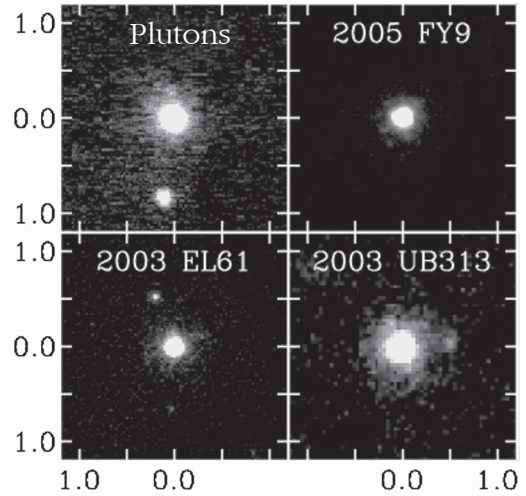
2005. gada 10. septembrī šis debess ķermenis tika novērots ar Keka teleskopu (Havaju salas, spoguļa diametrs – 10 metru, ekspozīcija – 40 minūtes), izmantojot jaunu adaptīvas optikas sistēmu, kas daudzkārt uzlabo teleskopa izšķiršanas spēju. 2005. gada 2. oktobrī tika paziņots, ka Ksenai ir atrasts pavadoņi (4. att.). Tā oficiālais pagaidu nosaukums ir **S/2005 (2003 UB₃₁₃) 1**, taču atklājēji to nosauca par Gabriēlu (Ksenas labāko draudzeni seriālā). Pavadoņa spožums ir aptuveni 60 reižu mazāks par $2003\ UB_{313}$ spožumu, no kā var novērtēt, ka tas ir aptuveni 8 reizes mazāks par Ksenu (t. i., 300–400 km diametrā). Turpmākie pavadoņa novērojumi ļaus noteikt sistēmas masu, kas dos informāciju par objektu iekšējo sastāvu.

CITI LIELI OBJEKTI AIZ NEPTŪNA

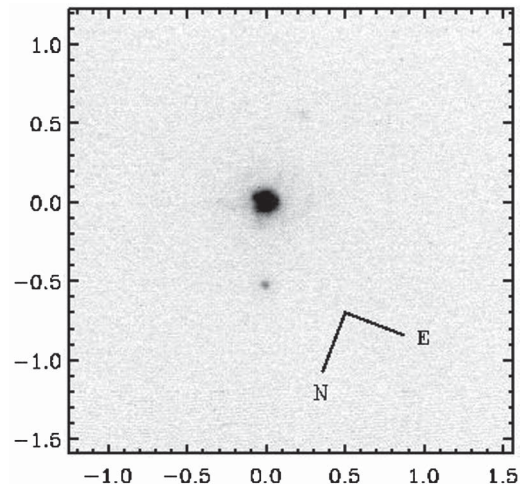
Jaunatklātā “planēta” nav vienīgais neseklātais debess ķermenis, kura izmērs ir ar tādu pašu kārtu kā Plutonam. Piemēram, tā pati zinātnieku grupa ir atklājusi vēl vienu līdzīgu objektu $2005\ FY_9$ (sk. 1. un 2. tabulu). Arī cita novērotāju grupa – spāņu astronomi J. L. Ortiza vadībā – 2005. gadā paziņoja par viena liela Koiperas joslas objekta $2003\ EL_{61}$ (5. att.) atklāšanu.

No šīs atklājumu “lavīnas” saprotams, ka tai iemesls ir tehnoloģiskais progress. Izmantojot jaunākus instrumentus, pakāpeniski kļūst iespējams atklāt arvien vairāk un vairāk objektu Saules sistēmas ārējā daļā³. Šķiet,

³ Šo debess ķermeņu pilns saraksts ir atrodams <http://cfa-www.harvard.edu/iau/lists/TNOs.html>.



4. att. Četrus lielāko zināmo Koiperas joslas objektu attēli. Redzams, ka trim no tiem ir pavadoņi. Skalu iedaļas – leņķa sekundes.



5. att. Koiperas joslas objektam $2003\ EL_{61}$ masa ir zināma ļoti precīzi, jo tam ir atrasts pavadoņi. Novērojot dubultsistēmu, no Keplera likumiem var noteikt komponentu masu. Pavadoņa masa veido ap 1% no $2003\ EL_{61}$ masas, apriņķošanas periods ir 49 dienas, un orbīta ir gandrīz riņķveida. Iedaļas uz asīm – leņķa sekundes.

1. tabula. Par Neptūnu tālāki zināmie objekti, kuru diametrs lielāks par 1000 km

Nosaukums	Pagaidu nosaukums	Albedo	Diametrs, km	Atklāš. gads	Atklājējs	Diametra not. (**)	Grupa (***)
	2003 UB ₃₁₃	0,6 ^(*)	2900 (> 2300)	2005	M. Brauns u. c.	(1)	2
Plutons		0,6	2320	1930	K. Tombo	(2)	1
	2005 FY ₉	0,6 ^(*)	ap 1900	2005	M. Brauns u. c.	(1)	2
(90337) Sedna	2003 VB ₁₂	> 0,2?	< 1800, > 1180	2003	M. Brauns u. c.	(3)	3
	2003 EL ₆₁	0,6 ^(*)	ap 1600	2005	J. L. Ortizs u. c.	(1)	2
(90482) Orkuss	2004 DW	0,09 ^(*)	ap 1600	2004	M. Brauns u. c.	(1)	4
(50000) Kvavars	2002 LM ₆₀	0,10±0,03	1260±190	2002	M. Brauns u. c.	(4)	1
Hārons		0,4	1170	1978	J. Kristijs (Christy)	(2)	1

Piezīmes

(*) Albedo vērtība pieņemta, vadoties pēc objekta spektra.

(**) Lietotas diametra noteikšanas metodes: (1) pieņemot doto albedo vērtību; (2) novērojot zvaigznes aizsegšanu; (3) novērojot infrasarkanā starojumu ar Spicera kosmisko teleskopu; (4) tieši novērojot objekta disku ar Habla kosmisko teleskopu.

(***) Debess ķermeņu grupas: 1 – Koipera josla; 2 – izkļiedēta Koipera josla; 3 – iekšējais Oorta mākonis; 4 – plutino (Koipera joslas ķermeņi, kas ir 3:2 orbitālā rezonansē ar Neptūnu).

2. tabula. Lielo objektu, kas atrodas tālāk par Neptūnu, parametri: orbītas ekscentricitāte e , lielā pusass a , perihēlija un afēlija attālumi q un Q , periods T , orbītas slīpums pret ekliptikas plakni i , redzamais spožums m un masa M

Nosaukums	e	a , a. v.	q , a. v.	Q , a. v.	T , gadi	i , °	m	M , 10 ²¹ kg
2003 UB ₃₁₃	0,4378	67,89	38,2	97,610	557	43,993	18,9 ^m	?
Plutons	0,2488	39,482	29,658	49,305	248,09	17,142	14 ^m	12,5
2005 FY ₉	0,15	45,64	38,71	52,57	308	29,00	17 ^m	?
Sedna	0,849	502,04	76,032	928,05	11249	11,932	21,5 ^m	1,6–6,1
2003 EL ₆₁	0,1888	43,339	35,155	51,524	285	28,19	17,9 ^m	4,2±0,1
Orkuss	0,218	39,466	30,861	48,071	247,94	20,559	18,5 ^m	0,62–7,0
Kvavars	0,034	43,405	41,914	44,896	285,97	7,983	18,5 ^m	1,0–2,6

Piezīme

Redzamais spožums mainās laikā. Šī atkarība aptuveni ir aprakstāma ar sakarību $m \propto r^{-4}$, kur r ir attālums no Saules līdz objektam. Dotie spožumi attiecas uz 2003.–2005. gadu.

ka šā tipa atklājumu būs vēl pietiekami daudz. Bet vai visus jaunatklātus lielus objektus saukt par planētām? Tas nešķiet loģiski.

Vispār debess ķermeņus, kas atrodas tālāk par Neptūnu, var sadalīt divās klasēs. Pirmā klase ir **Koiperas josla**. Kopš 1992. gada tajā ir atklāti vairāk nekā 900 objektu!

Koiperas joslas objektiem pamatā ir relatīvi neliels orbītas slīpums attiecībā pret ekliptikas plakni (līdz 20 grādiem). Josla ir relatīvi labi novērota, un objekti, lielāki par turpat esošo Plutonu, tajā netika atrasti. Koiperas joslai ir novērota **ārējā robeža** aptuveni 60 a. v. attālumā. Tās eksistēšanas iemesls nav skaidrs. Pēc analogijas ar asteroīdu joslu, daži zinātnieki uzskata, ka josla ir pārtraukta kādas tālākas masīvas neatklātas planētas gravitācijas mijiedarbības ietekmē.

Izkliedētā Koiperas josla ir Koiperas joslas daļa. Tās objektiem orbītas slīpums pret ekliptikas plakni ir lielāks un var sasniegt pat 45 grādus; orbītas tipiski ir vairāk izstieptas. Pastāv uzskats, ka šīs grupas debess ķermeņi tika izsviesti no ekliptikas plaknes pēc satuvināšanās ar milzu planētu (visdrīzāk, Neptūnu). Pirms tās tie atradās Koiperas joslas iekšējā daļā. Izkliedētās Koiperas joslas objektu meklējumi vēl nav pabeigti, jo šie objekti var atrasties uz debess sfēras lielākās daļas. Un tikai neseno atklājumu rezultātā tika saprasts, ka tajā var atrasties diezgan lieli objekti (piemēram, tai pieder *2003 UB₃₁₃*). Arī Saules sistēmas veidošanās datorsimulācijas liek domāt, ka izkliedētajā Koiperas joslā varētu atrasties daži Plutona izmēra vai pat lielāki objekti.

Otrā no zināmām Saules sistēmas tālo debess ķermeņu klasēm ir **Oorta mākonis** (*Oort Cloud*), kurā atrodas komētu kodoli un lielākie debess ķermeņi. Ar mūsdienu teleskopiem nav iespējams novērot objektus Oorta mākonī – to spožums ir pārāk mazs, jo tie atrodas ļoti tālu no Saules. Šobrīd ir zināms tikai viens objekts **iekšējā Oorta mākonī** – Sedna. Tā tika detektēta tikai tādēļ, ka šobrīd atrodas tuvu savas ļoti izstieptās orbītas

($e = 0,849$) perihēlijam (76 a. v. attālumā!). Taču, domājams, **iekšējā Oorta mākonī** atrodas vēl tūkstošiem neatklātu objektu.

KAS IR PLANĒTA?

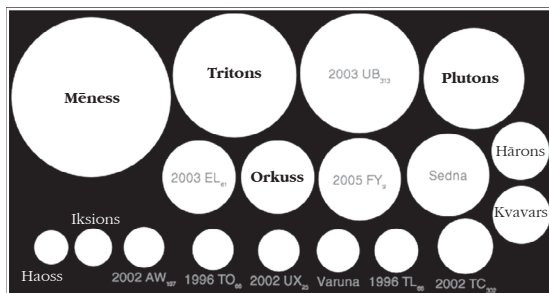
Agrāk bija pilnīgi skaidrs, kas ir planēta, tāpēc jēdzienu *“planēta”* definīciju nav iespējams atrast mācību grāmatās. Vēl pirms 15 gadiem mazākā zināmā zvaigzne bija 75 reizes smagāka par lielāko zināmo planētu (Jupiteru). Un mazākā planēta (Plutons) bija krietni lielāka un smagāka par lielāko asteroīdu (Cērēru). Tagad situācija ir mainījusies. Piemēram, pirms aptuveni pieciem gadiem orbītās ap citām zvaigznēm tika atklāti objekti ar masu starp planētu un zvaigzni. Tika pamanīti arī planētām līdzīgie objekti, kas brīvi klīda starp zvaigznēm.

Tad *IAU* strādāja, lai definētu, kādā veidā lielākas planētas atšķiras no mazākām zvaigznēm (brūnajiem punduriem). Tika izstrādāta definīcija, ka [saisināti] *“planēta ir debess ķermenis, kurā nekad nav notikušas kodolreakcijas un kurš kustas orbītā ap zvaigzni”*. Saskaņā ar šo definīciju (un kodolreakciju teorētiskajiem aprēķiniem) maksimālā planētas masa ir aptuveni 13 Jupitera masas. Virs tās sākas deitērija kodolu “degšana”.

Pagāja tikai pieci gadi, un izrādījās, ka šī definīcija neder, jo neatšķir asteroīdus no planētām. Šobrīd *IAU* (uzreiz pēc *2003 UB₃₁₃* atklāšanas) atkal ir izveidojusi darba grupu, kas definē planētas jēdzienu. Arī pašu astronomu vidū nav vienotības šajā jautājumā un valda atšķirīgi galvenie viedokļi.

1. Plutons nav planēta (tas gan neatrisina jautājumu kopumā). Tālāk doti divi pamatojumi šim viedoklim:

a) tiešām, ja tā atklāšanas laikā būtu zināms par Koiperas joslas eksistenci, tad Plutonam visdrīzāk nepiešķirtu planētas statusu, bet nosauktu par “Koiperas joslas milzu objektu”. Līdzīgā veidā pirmos četrus atklātos asteroīdus (Cērēru, Palladu, Junonu un Vestu) vairāk nekā 40 gadu pēc atklājuma atzi-



6. att. Salīdzinošie izmēri Mēnesim un dažiem lieliem objektiem ārējā Saules sistēmā.

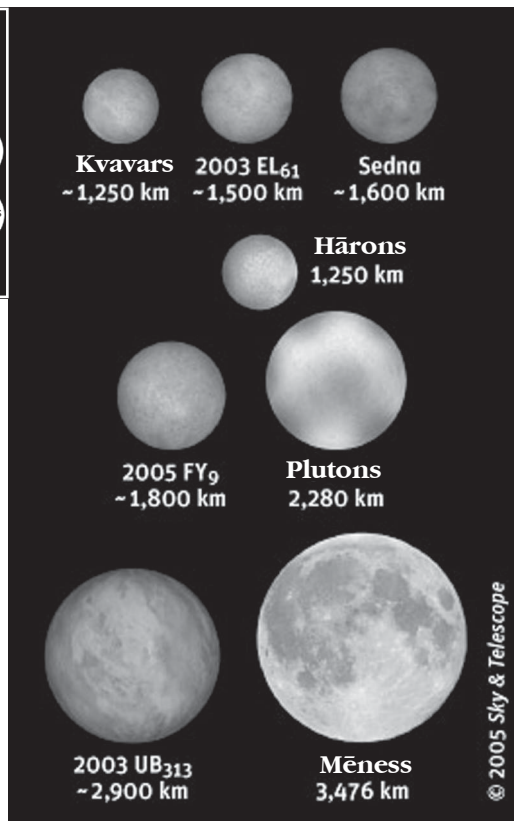
na par planētām, taču, kad kļūva skaidrs, ka līdzīgu ķermeņu ir daudz, tika nolemts atņemt tiem šo statusu;

b) līdzīgs spriedums – ja Plutonu uzskata par planētu, tad par tādiem arī jāuzskata līdzīga izmēra ķermeņi (Sedna, Orkuss, Kvavars). Tālāk, ja Kvavaru uzskata par planētu, tad ir daudzi citi Koopera joslas objekti, kas ir tikai nenozīmīgi mazāki par to. Un tā tālāk. Lai neuzskatītu, ka Koopera joslā ir, piemēram, 28 planētas, var pieņemt, ka tur nav nevienas, jo neviens no šiem ķermeņiem nav būtiski atšķirīgs no citiem.

2. Saules sistēmā ir deviņas planētas (ar Plutonu), taču citu planētu nav. Tas būtu vēsturisks pieņēmums, taču tam nav fizikālās jēgas.

3. Visi jaunatklātie objekti, lielāki par Plutonu, ir planētas. Šī definīcijas versija ir intuitīvi skaidra. Ja Plutons ir planēta, tad viss, kas ir lielāks par to, arī ir planētas. Taču zinātniski arī šī definīcija ir bezjēdzīga, jo Plutona izmērs nav īpašs (*sk. 6. att.*). Varētu definēt “īpašu” izmēru, par kuru mazāki objekti nav sfēriski (ap 500 km), bet tad lielākus asteroīdus un pavadoņus arī vajadzētu nosaukt par planētām.

4. Plutons ir planēta, jo visi ir pieraduši tā uzskatīt. Šis idejas proponētāji min šādus piemērus. Jau ir pārāk daudz fantastisku un mācību grāmatu, televīzijas un datorprogrammu, pierasto simbolu, interneta lapu, pastmarku u. c., lai to visu atceltu un no-



sauktu Plutonu vienkārši par Koopera joslas objektu, nevis par planētu. Tagad Plutons jau ir planēta, jo visa sabiedrība uzskata to par planētu un ir laimīga. Šā paša iemesla dēļ citi Koopera joslas objekti nav planētas. Un, piemēram, visi objekti, kas lielāki par Plutonu, ir planētas. Līdzīgā veidā Eiropu uzskata par atsevišķu kontinentu, kaut gan, skatoties uz kartes, loģiskāk būtu to kopā ar Āziju uzskatīt par vienu kontinentu – Eirāziju.

Katram no šiem uzskatiem ir savi piekritēji. Taču oficiāls lēmums ir jāpieņem IAU. To visi saprot un ar nepacietību gaida lēmumu.

VAI 2003 UB₃₁₃ IR PLANĒTA X?

Kaut gan oficiāls lēmums par 2003 UB₃₁₃ statusu vēl nav pieņemts, vairāki cilvēki un

grupas jau izsakās par un pret to. Piemēram, dažas sabiedrības, vadoties no vairākiem apsvērumiem, ir pilnīgi pārliecinātas par 10. planētas (vai “**Planētas X**”) eksistenci un gaida tās atklāšanu.

Zekārijs Sitčins (*Zecharia Sitchin*) pēta šumeru antīkos tekstus, pieņemot, ka tie apraksta reāli notikušus faktus (par to viņš aptuveni pirms 15 gadiem publicēja grāmatu “12. planēta”). No šiem tekstiem viņš secināja, ka Saules sistēmā eksistē vēl viena planēta, ko senie šumeri sauca par Nibiru. Tā ir dažas reizes lielāka par Zemi, atrodas uz izstieptas orbītas ar periodu ap 3600 gadu, un tās astronauti jau pirms vairākiem tūkstošiem gadu apmeklēja Zemi. Taču jau dažas dienas pēc paziņojuma par 2003 UB₃₁₃ atklāšanu uz viņa interneta lapas parādījās komentārs, ka tas **nav** Nibiru.

Šī atbilde šķiet interesanta, jo citi planētas X “meklētāji”⁴ izmanto jebkurus datus (ieskaitot tos, kas nav nekādā saistībā ar planētām) un spriedumus, lai liktu cilvēkiem domāt, ka nezināma planēta eksistē un, kā bieži vien tiek secināts, ir ļoti bīstama. Kā piemēri tiek minēti Saules uzliesmojumu skaita neparasta palielināšanās (kas nav taisnība), zemestrīču skaita palielināšanās (kas arī nav tiesa), laika apstākļu pasliktināšanās (bez ko-

⁴ Kā populārus pseidozinātnisko melīgo izteicienu avotus varētu nosaukt Nensiju Līderi (*Nancy Lieder*) un viņas interneta lapu “Zetalk”, Marku Hezlvūdu (*Mark Hazlewood*) un Džeimsu Makkaniju (*James McCanney*).

mentāriem) un tā tālāk. Paziņojumi par planētu X un tās “nāvīgu” atnākšanu 2003. gada maijā bija redzami visās populārās avīzēs (*sk. A. Balklavs-Grīnbofs. “Par “planētu X” jeb par 15. maija “saulrietu””. – “ZvD” 2003. g. vasara, 94.–95. lpp.*). Taču planētas X “identifikācija” visu laiku mainījās. Vienreiz uz kāda CCD attēla tika atrastas uzreiz divas “planētas X”! (Patiesībā tie bija kosmisko staru treki, kas ir redzami uz katra pietiekami ilga CCD uzņēmuma.) Par planētu X tika dēvēts pat relatīvi neliels (diametrs ap 500 km) Koiperas joslas asteroīds Iksions.

Jāpiebilst, ka šoreiz neatradu nevienu interneta lapu, kurā tiktu doti “pierādījumi” tam, ka 2003 UB₃₁₃ ir planēta X. Iespējams, ka pēc 2003. gadā pieļautās “kļūdas” (kad paredzētā “planēta” neparādījās) atsevišķu cilvēku skaļajiem apgalvojumiem vairāk neviens netic. Tās, manuprāt, ir labas pārmaiņas.

Avoti

1. Brown M. E., Trujillo C. A., Rabinowitz D. L. (2005). “Discovery of a planetary-sized object in the scattered Kuiper belt”. – Iesniegts publicēšanai žurnālā *Astrophysical Journal Letters* (<http://arxiv.org/astro-ph/0508633/>).
2. Maikla Brauna mājaslapa: <http://www.gps.caltech.edu/~mbrown/planetlila/>.
3. http://en.wikipedia.org/wiki/2003_UB313 un citi raksti turpat.
4. <http://www.planet-x.150m.com>.
5. <http://www.badastronomy.com/bad/misc/planetx/index.html> 

Rudens laidienā publicētās krustvārdu mīklas atbildes

Līmeniski. 1. Amalteja. 4. Kinosura. 9. Fokuss. 10. Gauss. 11. Elara. 15. Galaktika. 17. Siet. 18. Neri. 19. Siamaks. 20. Kapella. 23. Tito. 24. Orts. 26. Ikaunieks. 29. TIROS. 32. Tropi. 33. Mikrons. 34. Seteboss. 35. Himalija.

Stateniski. 1. Apogejs. 2. Lūiss. 3. Jofe. 5. Ikss. 6. Saule. 7. “Altairis”. 8. Akrukss. 12. Harpalike. 13. Ekliptika. 14. Temisto. 16. Keplers. 21. Steatīts. 22. Pandora. 25. Savicka. 27. Zonde. 28. “Ariel”. 30. Dins. 31. Andi.

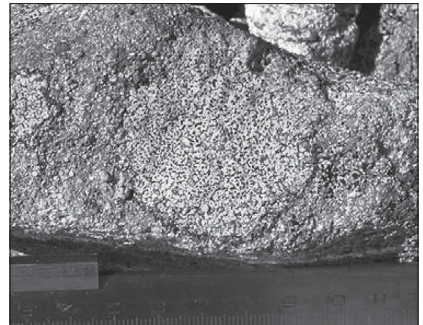
“Venus Express” ceļā uz Venēru. 1240 kg smagais kosmiskais kuģis startēja 2005. gada 9. novembrī plkst. 6:33 pēc Latvijas laika no kosmodroma Kazahstānā. Ceļā uz Venēru starplanētu kuģis pavadīs piecus mēnešus, veicot 350 miljonus km, mērķi sasniedzot 2006. gada aprīlī. “Venus Express” ir lidznieks kosmiskajam kuģim “Mars Express”, kurš Marsa orbitā atrodas jau kopš 2003. gada decembra. Uz kosmiskā kuģa atrodas fotokamera, divi attēlu spektrometri un spektrometrs atmosfēras sastāvdaļu mērīšanai, radio un plazmas un atomu detektorinstrumenti.



ESA foto

Ķīnieši veikuši otro kosmisko lidojumu. 2005. gada oktobrī ķīniešu kosmiskais kuģis “Shenzhou VI” veica piecu dienu garu kosmisko ceļojumu orbitā ap Zemi. Atšķirībā no 2003. gadā veiktā lidojuma šoreiz uz kosmiskā kuģa atradās divi astronauti. Ķīna neslēpj, ka tās mērķis ir nogādāt pirmos ķīniešu astronautus uz Mēness.

Ķērpji izdzīvo atklātā kosmosā. Zināms, ka ir atklātas baktērijas, kas spēj izdzīvot atklātā kosmosā un pārciest ceļojumu, piemēram, starp planētām. Uz ESA zemās orbitas Zemes pavadoņa “Foton-2”, kurš tika palaists 2005. gada maijā, tika uzstādīti ķērpji. 14,6 dienas pirms atgriešanās uz Zemes, nodalījums ar ķērpjiem tika atvērts, un tos ietekmēja vakuums, temperatūras svārstības, ultravioletie stari, kā arī kosmiskais starojums. Pirms pavadoņa ieiešanas Zemes atmosfērā ķērpju nodalījums tika aizvērts. Pēc bioloģu secinājumiem, ķērpjiem kosmosā pavadītais laiks nemaz nav kaitējis, tie saglabājuši visas savas funkcijas, ieskaitot fotosintēzi. Pēc šādiem eksperimentiem tika izteikta varbūtība, ka ķērpji spētu izdzīvot arī uz Marsa.



Ķērpju suga, kas pabija kosmosā, – *Rhizocarpon geographicum*.

ESA foto

Ledus Marsa vidējos platuma grādos. Augstas izšķirtspējas attēlos, ko ieguva “Mars Odyssey”, iespējams saskatīt ledus slāņus. Par ledus slāņu esamību Marsa vidējā platuma grādos liecina sanešu iežu līnijas, kas ir paralēlas ieleju sienām. Tās ir virzienā uz leju, it kā iezīmējot kādreizēja šķidruma plūsmu. Atšķirībā no Zemes uz Marsa ūdens nav sastopams šķidrā veidā, ledum izkūstot, tas pārvēršas gāzēs (nekļūstot šķidram), līdz ar to Marsa attēlos ļoti skaidri iezīmējas sanešu iežu līnijas. Šīs līnijas turpinās ielejās un saplūst kopā ar citām līnijām; tāda pati aina novērojama uz Zemes, ledājiem saplūstot kopā. Šīs līnijas ir tik biezas, ka, iespējams, arī šobrīd tajās atrodas ledus. Par ledus esamību liecina arī jaunākie meteorītu krāteri, kuros, krītot meteorītam, triecienā izsviestā viela ir ledus, kas pārvērties gāzēs.

I. Z.

JĀNIS JAUNBERGS

CEĻOJUMS UZ SAULES SISTĒMAS KRĒSLAS ZONU

Esam paraduši domāt, ka Saules sistēma būtībā beidzas ar Neptūnu un Plutonu. Tomēr tā nav. Pēdējo desmit gadu novērojumi atklāj arvien jaunus lielus objektus aiz Neptūna orbītas – apgabalā, ko sauc par Koipera joslu, amerikāņu astronoma Džerarda Pitera Koipera (*Kuiper G. P.*; 1905–1973) vārdā.

Ja iztēlojamies ap Sauli riņķojošās vielas masas sadalījumu atkarībā no attāluma līdz Saulei, tad maksimums, protams, pienākas milzu planētu orbītām. Jupitera, Saturna, Urāna un Neptūna veidošanās laikā to aizmetņi bija daudzkārt masīvāki par Zemi un spēja ar savu gravitāciju piesaistīt ūdeņradi un hēliju no gāzu un putekļu miglāja, kas tolaik griezās ap Sauli. Taču miglājs diez vai beidzās pie Neptūna orbītas. Ekstrapolējot miglāja blīvumu, arī aiz Neptūna vajadzēja būt ledum un putekļiem 10–30 Zemes masu apjomā.

Plutona/Hārona dubultsistēmas eksistence uz to netieši, bet nepārprotami norāda. Plutona pavadoņi Hārons nevarēja vienkārši ieiet orbītā ap Plutonu, lidojot tam garām. Ieejot orbītā, nepieciešams nobremzēt lieko ātrumu, kas vedina domāt par lielu sadursmi. Plutons un Hārons, gluži tāpat kā Zeme un Mēness, ir divu lielu protoplanētu sadursmes rezultāts. Dubultplanētas abas puses – Plutons un Hārons – kondensējās no šīs kosmiskās katastrofas gruvešiem.

Varbūtība, ka divi no Koipera joslas lielākajiem “iedzīvotājiem” varētu sadurties, ir tik niecīga, ka pat visā Saules sistēmas vēsturē tāda sadursme praktiski nevarēja notikt. Plutona un tā pavadoņa Hārona, kā arī 11 citu līdzīgu dubultsistēmu rašanos var izskaidrot

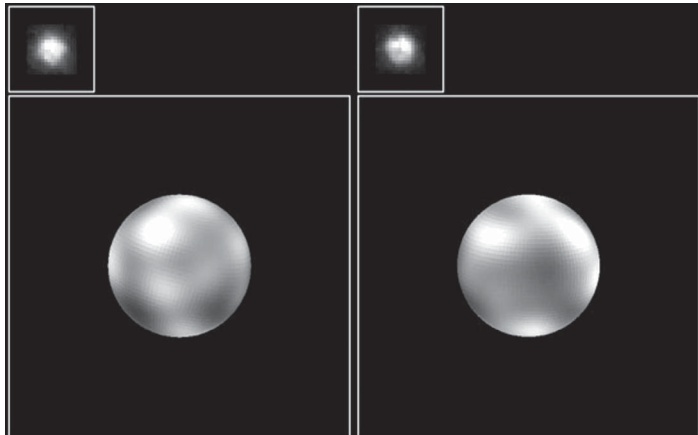
tikai tad, ja Koipera joslas masīvo ķermeņu populācija kādreiz bijusi simtreiz lielāka.

Lai varētu rasties Plutons, pirmatnējai Koipera joslai bija jābūt citādi un masīvākai pat tad, ja ignorējam Hāronu. Saules sistēmas perifērijas neaptveramie plašumi un lēnā orbītālā kustība nozīmē, ka jebkādas sadursmes tur ir ārkārtīgi reti. Tādā vidē nevarētu izveidoties pat 100 kilometru objekti, kur nu vēl 2270 km diametra Plutons (*sk. att. 50. lpp.*). Tikai 100 reižu lielāks sākotnējais vielas blīvums kombinācijā ar kārtīgām riņķveida orbītām ļautu notikt auglīgām sadursmēm, kurās no maziem ķermeņiem rodas lielāki.

Mūsdienu Koipera joslā tādas sadursmes vairs nenotiek. Ja arī notiek kāda reta sadursme, tās dalībnieki kustas viens attiecībā pret otru vidēji ar vienu kilometru sekundē un riņķo pārāk ekscentriskās orbītās, lai varētu apvienoties lielākos ķermeņos. Tā vietā notiek erozija, jo sadursmēs lielie ķermeņi sašķīst mazākās atlūzās.

Kāpēc Koipera josla ir tā mainījusies kopš Saules sistēmas pirmsākumiem? Kur palika 99 procenti vielas, un kāpēc atlikušo ķermeņu orbītas ir tik ekscentriskas?

Par Koipera joslas “rezidentu” vairumu pagaidām nav zināms gandrīz nekas, tikai paši lielākie ir novērojami pietiekami labi, lai varētu aprēķināt to orbītas un aptuveni novērtēt izmērus. Veicot sistemātiskus meklējumus ar modernajiem milzu teleskopiem, līdz 2005. gada vasarai ir izdevies atklāt deviņus simtus Koipera joslas planētiņu, kuru zvaigžņlielumi parasti ir lielāki par 22. Tās pārvietojas no austrumiem uz rietumiem attiecībā pret



Plutons, kādu to var novērot ar “*Hubble*” teleskopu.

NASA/ESA foto

zvaigžņu fonu ar dažu loka sekunžu stundā lielu ātrumu – tāds ir Zemes orbitālās kustības radītais efekts, kas meklēšanas datorprogrammām ļauj Koipera joslas objektus atšķirt no daudz tuvākajiem asteroīdiem.

Mazākie ķermeņi, protams, pagaidām nav pamanāmi, taču to skaitu var novērtēt, vadoties no lielo ķermeņu uzskaites. Leš, ka 30–50 a. v. attālumā no Saules riņķo ap simt tūkstošiem ķermeņu, kas ir lielāki par 100 km, un nepilns miljards ķermeņu, kas ir lielāki par 5 km. Lielo (> 100 km diametra) ķermeņu kopējais daudzums nav liels – to masa atbilst tikai 0,1 Zemes masai.

Koipera joslas ķermeņus šķiro vairākās grupās pēc orbītu parametriem. Lidzīgi Plutonam aptuveni 10% no tiem atrodas 3:2 rezonansē ar Neptūnu. Tas nozīmē, ka to orbītas ir stingri saistītas ar Neptūna orbītu un 496 gados, Neptūnam apriņķojot Sauli trīs reizes, Plutons un tā “radinieki” veic tieši divas orbītas. Šī 3:2 rezonanse ierobežo Plutona tuvošanos Neptūnam līdz 17 a. v., par spīti faktam, ka to orbītas krustojas. Neptūns tāpat nespēj ar savu masīvo gravitāciju novirzīt Plutonu no tā orbītas. Vēl vairāk, ja Plutons citu iemeslu, piemēram, sadursmes dēļ, nedaudz mainītu orbītu, tas sāktu dreifēt tuvāk Neptūnam, līdz Neptūns to atkal aizvilktu atpakaļ 3:2 rezonansē. Piemēram, ja Plutons sadursmē zaudētu mazliet no savas orbitālās

enerģijas, tas pārietu ciešākā, īsāka perioda orbītā ap Sauli un sāktu iedzīt Neptūnu, līdz Neptūna smaguma spēks to sāktu vilkt uz priekšu, un Plutona orbīta atkal paplašinātos līdz 3:2 rezonansei atbilstošajai orbītai. Ja Plutons kādā sadursmē iegūtu plašāku, aug-

stākas enerģijas orbītu, Neptūns to pavilktu atpakaļ, atņemot lieko enerģiju un atjaunojot rezonansi. Tāda rezonanse ir stabila, citiem vārdiem, Neptūns gana Plutonu, tāpat kā daudzus citus Plutino*, kuriem ir Plutonam līdzīgas orbītas.

Arī 5:3, 4:3 un 2:1 rezonanses ar Neptūnu ir stabilas un “apdzīvotas”. Nerezonantas, ar Neptūnu nesaistītas orbītas ir pietiekami stabilas vienīgi viņpus 42 a. v., jeb 40% tālāk par Neptūna orbītu. Tur riņķo sākotnējās Koipera joslas atlieku lielākā daļa – tie ķermeņi, ko Neptūns nav “apēdis” vai izsviedis tālu Oorta mākonī.

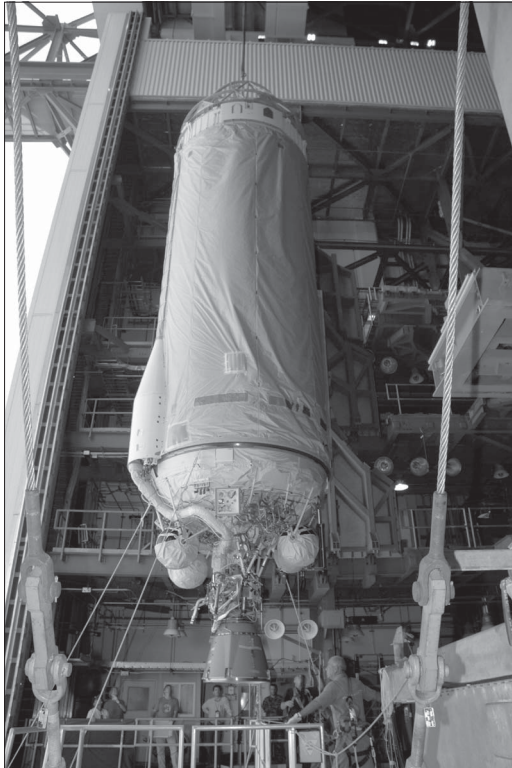
Ja zudušo Saules sistēmas nomales planētiņu kopējā masa tiešām 10 reizes pārsniedza Zemes masu, tad minēto planētiņu mijiedarbība ar Neptūnu nevarēja palikt bez pēdām. Neptūns, piemēram, ir par 18% jeb 2,6 Zemes masām smagāks nekā Urāns, kaut arī pārējo milzu planētu masa samazinās virzienā no Jupitera uz Saturnu un no Saturna uz Urānu.

Saduroties ar Neptūnu, Koipera joslas ķermeņi tam deva papildu orbitālo enerģiju, paplašinot Neptūna orbītu ap Sauli. Tā viela, ko Neptūns ar savu smaguma spēku novirzīja no Koipera joslas uz Urāna orbītas pusi,

* Par Plutino jeb Plutoniņiem sauc daudzus nelielus ķermeņus Plutonam līdzīgās orbītās 3:2 rezonansē ar Neptūnu.

lidzīgi atdeva Neptūnam daļu no kustības momenta, tātad paplašināja Neptūna orbītu. Savukārt objekti, kas šķērsoja Neptūna orbīto ceļu aiz tā, ieguva mazliet no Neptūna enerģijas un tika izsviesti tālu Oorta mākonī, taču pēc gadu miljoniem pa savām eliptiskajām orbītām atgriezās, lai atkal mīļiedarbotos ar Neptūnu un atdotu enerģijas parādu. No Koopera joslas populācijas zudušajiem 99 procentiem Neptūns tātad kopumā ieguva kinētisko enerģiju, tādējādi Neptūna orbīta ievērojami attālinājās no Saules.

Neptūna migrācijas vēsturi iespējams rekonstruēt, analizējot Plutona un tā saimes orbītas. Neptūna orbītai paplašinoties, pārvietojās arī 3:2 rezonanses zona. Kad šī rezonan-



“Centaur” raķešpakāpe, kas “New Horizons” dos otro kosmisko ātrumu.

NASA/KSC foto

ses zona sasniedza pirmatnējā Plutona orbītu, Plutons tika noķerts 3:2 rezonansē, kur tas atrodas vēl šobrīd. Tālāk Plutona orbīta auga kopā ar Neptūna orbītu, taču perihēlijs un afēlijs auga dažādā mērā. Ātrāk riņķojošā Neptūna gravitācijai velkot līdzī lēnāk riņķojošo Plutonu, Plutons saņēma visvairāk Neptūna enerģijas savas orbītas perihēlijā, kad tas bija tuvāk Neptūnam. Paātrinājums perihēlijā nozīmē, ka Plutons afēlijā aizskrēja tālāk no Saules, tātad orbīta kļuva arvien izstieptāka.

Pagāja daži desmiti miljonu gadu kopš Neptūna izveidošanās un migrācijas sākuma, kad Plutona lēnām augošais perihēlijs izrādījās Neptūna orbītas iekšpusē, bet ātrāk augošais afēlijs – arvien tālāk ārpusē. Plutona orbītas izteiktais ekscentriskums ir tipisks rezonantajām Koopera joslas planētiņām un liecina par kopējo enerģijas apjomu, ko Plutons savulaik aizguva no Neptūna. Lēš, ka Plutons nokļuva Neptūna 3:2 rezonanses kontrolē tad, kad Neptūna orbītas rādiuss bija tikai 25 a. v. Neptūna orbītai augot līdz tagadējam 30 a. v. rādiusam, Plutona orbītas lielā pusass attiecīgi pieauga no 33 a. v. līdz 39 a. v. Daži mazāki Plutona radinieki Neptūna rezonansu varā nokļuva vēl ātrāk, jo to orbītas ir vēl izstieptākas. No tā izriet, ka Neptūns sāka veidoties tikai 21 a. v. no Saules – pārsteidzošs secinājums, balstoties uz pavisam minimālu informāciju par Plutonu un tā radiniekiem, kuriem mēs tik tikko zinām orbītu parametrus, aptuvenus izmērus un neko vairāk.

Vai vajadzīgs uz Plutonu sūtīt pārlidojuma zondi, kas uzņemtu attēlus un spektrus? Tādi projekti vairākkārt ir uzsākti un atkal pārtraukti, jo Plutona pētīšanā ieinteresētie planetologi neprata izklāstīt Plutona pievilcību sabiedrībai un politiķiem. Pameģināsim novērtēt, kāpēc Plutons tiešām ir vienas “Voyager” klases zondes vērts.

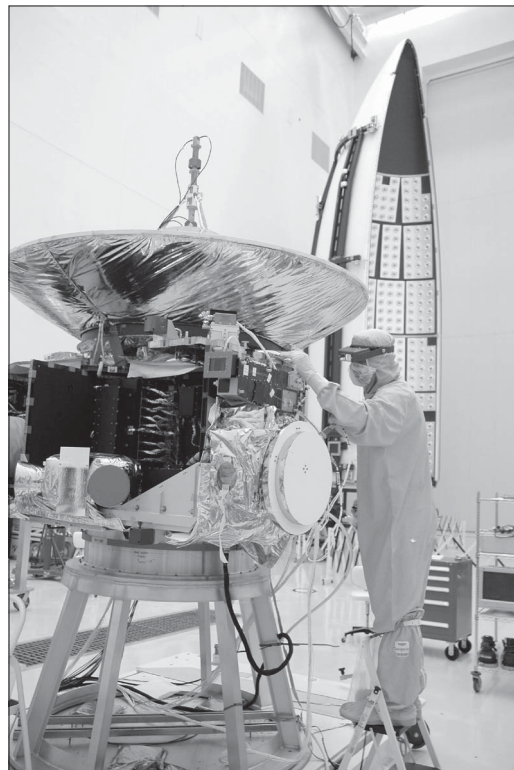
Kaut arī ļoti mazs un nežēlīgi auksts, Plutons ir viena no aktīvākajām pasaulēm mūsu planētu sistēmā. No lielo Zemes teleskopu uzņemtajiem spektriem ir zināms, ka Pluto-

na virsma ir klāta galvenokārt ar cietu slāpekli sarmas vai ledus veidā. Slāpekļa ledus uz Plutona ir tik daudz, ka tas pilnīgi apklāj Plutona pamatiežus, kuri, protams, sastāv no parastā ūdens ledus, tāpat kā visi ārējās Saules sistēmas ķermeņi. Slāpekļa ledus vietām satur citu sasalušu gāzu piemaisījumus – gan slāpeklim termodinamiski ļoti līdzīgo oglekļa monoksīdu CO (tvana gāzi), gan arī vienkāršāko organisko vielu – metānu CH₄.

Plutona virsmas neviendabīgumu var novērot ar “*Hubble*” kosmisko teleskopu, kaut arī “*Hubble*” attēlos Plutona diametrs līdzinās dažiem rastra elementiem. Plutona virsmas rupju attēlu sintezēja arī no Plutona/Hārona spožuma (fotometriskās) liknes no 1985. līdz 1990. gadam, kad Hārons kopā ar savu ēnu periodiski aptumšoja dažādus Plutona apgabalus. Papildu informāciju var atrast Plutona fotometrijas liknēs, kas ir uzņemtas jau kopš 1954. gada. No visiem šiem samērā trūcīgiem datiem ir secināts, ka Plutonam nav gaišu polāro cepuru un tumšas ekvatoriālās joslas, kā prognozēja sākumā. Gaišākais apgabals, acīmredzot slāpekļa ledājs, atrodas uz ekvatora, un citi gaiši apgabali ir vienlīdz bieži izkaisīti dažādos platuma grādos. Dienvidu polārie apgabali, kur 1987. gadā beidzās 100 gadus ilgusi polārā diena un Saule sāka rietēt, kaut kādu iemeslu dēļ saglabā fragmentāras, baltas slāpekļa sarmas cepures. Abu polu rajonos ir arī tumši plankumi, kaut gan visvairāk tumšo plankumu ir ekvatora zonā.

Slāpekļa sarmas uzvedība, šķiet, apgāž visas prognozes, kas pamatojas uz Plutona īpatnējiem diennakts un gadalaiku cikliem. Plutons apgriežas ap savu asi 6,39 dienās sinhroni ar Hāronu, rādot Hāronam tikai vienu pusi, tāpat kā Hārons Plutonam. Saules diennakts kustība izraisa cikliskas temperatūras svārstības līdz dažu centimetru dziļumam Plutona irdenajā virsmā, tā liecina infrasarkanās kosmiskās observatorijas *ISO* mērījumi 2000. gadā.

Pretstatā mākslinieku priekšstatiem, Saule nav tikai spoža zvaigzne Plutona debesīs, bet gan dod jūtam siltumu no 1,6 vatiem



“*New Horizons*” zonde tiek gatavota montēšanai uz nesējaķeretes.

NASA/KSC foto

uz kvadrātmetru perihēlijā līdz 0,6 vatiem uz kvadrātmetru afēlijā. Ar to pietiek, lai tumšākās Plutona vietas sasiltu līdz -210 °C, kamēr nakts pusē valda -235 °C aukstums. No tumšākajiem, siltākajiem rajoniem slāpekļi iztvaiko, veidojot ļoti retinātu atmosfēru. Gaišajos, saulē mazāk sasilušajos apgabalos un nakts pusē slāpekļi kristalizējas sarmā. Sasalušo gāzu iztvaikošana no tumšajiem, ar slāpekli nabadzīgajiem apgabaliem pastiprina virsmas kontrastus, jo pāri palikušais, mazāk gaistošais metāna ledus ar laiku Saules ultravioletajos staros veido sarežģītākas struktūras organiskos savienojumus – sarkanbrūnu darvu, ko sauc par toliniēm. Tolīnu iekrāsotie Plutona apgabali atstaro mazāk Saules

gaismas, tāpēc katru Plutona dienu uzsūc vairāk Saules siltuma un nepārklājas ar slāpekļa ledājiem.

Plutona/Hārona sistēmas rotācijas ass slīpums ir 122 grādi, tātad Plutona un Hārona ziemeļpoli atrodas ekliptikas pretējā pusē nekā Zemes ziemeļpols. Plutona slīpā, ačgārnā rotācija rada interesantu gadalaiku miju (*sk. att. 51. lpp.*). Piemēram, 1989. gadā, kad Plutons bija perihēlijā un saņēma divreiz vairāk Saules enerģijas nekā vidēji, visvairāk Saule sildījās ekvatoriālā joslā. Tomēr ekvatora apgaismojums sadalās pa visiem ģeogrāfiskajiem garumiem, tāpēc vidēji vairāk siltuma tiek Plutona poliem vasaras saulgriežu laikā. Simt gadu ilgajā polārajā dienā poliem vajadzētu atbrīvoties no slāpekļa un iekrāsoties brūniem Saules ultravioletā starojuma ietekmē. Interesanti, ka novērojumi rāda pretējo. Pirmie Plutona fotometriskie novērojumi ar primitīvu fotoelementu 1954. gadā rādīja, ka 10 gadus pēc dienvidu puslodes vasaras saulgriežiem, kas bija 1944. gadā, Plutons bija ievērojami gaišāks nekā turpmākajos novērojumos 1964., 1975., 1980. un 1986. gadā. No 1954. līdz 1980. gadam Plutona virsma vidēji kļuva arvien tumšāka, bet 1986. gadā – atkal mazliet gaišāka. Turklāt Plutona spožums tā diennakts laikā 1954. gadā mainījās tāpat kā 1986. gadā. Acimredzot tumšo un gaišo plankumu izvietojums uz Plutona virsmas ir saglabājies, neskatoties uz gadalaiku pārmaiņām.

Plutona novērojumi no pārlidojuma trajektorijas rādīs, kāpēc daudzās slāpekļa ledus cepures ir tik stabilas un tieši kāds ir to sastāvs. Vēl interesantāk, no kā sastāv tumšās ieplakas starp slāpekļa ledājiem. Tomēr Plutona virsma nevar atklāt visbūtiskākos Koopera joslas vēstures noslēpumus. Nav gaidāms, ka Plutona pamatklintājs būs saskatāms garām lidojošas zondes fotokamerām, līdz ar to Plutona tektoniskā un sadursmju vēsture paliks apslēpta.

Par laimi, Plutona zonde novēros vēl arī Hāronu, kura triecienkrāteri dos pārskatu par

agrīnās Koopera joslas mazo un lielo ķermeņu skaitu. Daudz lielu krāteru uz Hārona nozīmētu, ka agrīnajā Koopera joslā bija daudz lielu ķermeņu, kurus pēc tam izsvaidīja Neptūna pievilksanas spēks. Daudz mazu krāteru vedinātu domāt, ka lielie ķermeņi bija retums un ka agrīnā Koopera josla nebija tik masīva, kā tagad uzskata.

Hārona virsma nav klāta ar gaistošām vielām, jo Hārona infrasarkanajā spektrā ir izteiktas parastā ledus absorbcijas līnijas. Precīzāki mērījumi nesen parādīja, ka Hārona ledus (*sk. att. 51. lpp.*) satur arī mazliet amonjaka un ka ledus ir drīzāk sarmas, nevis kosmosa apstākļos stabilā amorfā ledus veidā.

Novērotā amonjaka klātbūtne Hāronu izceļ starp citiem vidēja lieluma ledus ķermeņiem ārējā Saules sistēmā. Teorētiski amonjakam ir milzu nozīme ledus planētiņu evolūcijā. Piemēram, Titāna slāpekļa atmosfēra ir radusies, amonjakam sadaloties par slāpekli un ūdeņradi. Iespējams, ka tāpat izveidojās arī Plutona slāpekļa ledāji. Domājams, ka Saturna pavadoņa Encelada nesen atklātais ledus vulkāns var darboties, vienīgi pateicoties amonjaka un ūdens maisījuma ļoti zemajai sasaldēšanas temperatūrai. Amonjaka dēļ arī Urāna pavadoņu un, iespējams, Neptūna pavadoņa Tritona iekšienē varētu būt pusšķidra ūdens un amonjaka magma. Astrobiologus – ārpuszemes dzīvības meklētājus –, saprotams, intriģē amonjaku saturošie šķidrums milzu planētu pavadoņu dzīlēs. Taču Hārons ir vieniģais ledus ķermenis, kur amonjaks spektroskopiski novērots uz virsmas!

Nav brīnums, ka amonjaku tik grūti atrast. Gan Saules UV starojumā, gan kosmisko staru iedarbībā tas sadalās par slāpekli un ūdeņradi, bet ūdeņradi mazo ķermeņu vājā gravitācija nespēj noturēt, tāpēc pāri paliek tikai slāpekļi. Ja Hārona virsma satur amonjaku, tad tam ir jānāk no Hārona iekšienes, tātad uz Hārona varētu norisināties ledus vulkānisms. Mazāk ticams, ka Hārona ledus sastāvs kaut kā pasargā amonjaku no sadalīšanās, bet iespējams, ka amonjaks tomēr ir arī

uz Urāna pavadoņiem, piemēram, Hāronam pēc izmēriem līdzīgā Ariela – tikai spektroskopiskās metodes pagaidām nav pietiekami jutīgas, lai Ariela spektrā atrastu amonjaka pēdas.

Hārona unikālā rašanās divu lielu Koopera joslas ķermeņu sadursmē, protams, ietekmēja tā sastāvu. Sadursme, kas droši vien izkausēja topošā Plutona un Hārona vielu, to arī atbrīvoja no gāzēm, tajā skaitā metāna, tāpēc Hārons savā spektrā neuzrāda tolinu klātbūtni un ir gaišāks nekā citi vientuļie Koopera joslas objekti. Hārona daba acīmredzot uzdod ne mazāk miklu kā Plutona daba, un robotzondes ekspedīcija uz šo sistēmu lidzinās ekspedīcijai uz divām dažādām planētām.

Ekspedīcija uz Plutonu un Hāronu 20. gadsimta 90. gados tika plānota vairākkārt, bet pēdējo reizi pa istam sākās 2000. gada decembrī, kad NASA, balstoties uz ASV Zinātņu akadēmijas rekomendāciju, izsludināja konkursu par 700 miljonu dolāru vērtu Plutona misiju. Plutona zondes konkurss bija pirmais jaunajā “*New Frontiers*” programmā, kas labākajiem planētu misiju priekšlikumiem piedāvā divreiz lielāku finansējumu nekā “*Discovery*” programmā. No sešām komandām konkursā par Plutona misiju uzvarēja komanda, kurā piedalījās Dienvidrietumu pētniecības institūts (Sanantonio, Teksasa), Džonsa Hopkinsa universitātes lietišķās fizikas laboratorija (Laurela, Merilenda), Stenfordas universitāte (Palo Alto, Kalifornija), firma “*Ball Aerospace*” (Bouldera, Kolorado) un vēl 20 zinātnieki.

Pirmo reizi vēsturē ārējās Saules sistēmas izpētes projekts bija uzticēts nevis kādai NASA laboratorijai, bet konsorcijam, ko kontrolē samērā neatkarīgs menedžeris – pazīstamais planetologs profesors Alans Sterns, kurš ir misijas vadošais pētnieks. Alana Sterna projektu sauc “*New Horizons*” (latv. – jaunie apvāršņi). Četros gados uzbūvētā 450 kg smagā “*New Horizons*” zonde (sk. att. 51. lpp.) būs ātrākais kuģis, ko var palaist ar parastajām ķīmiskās degvielas raķetēm. Startam 2006.

gada janvārī izmantos jaudīgo “*Atlas V*” nesēja raķeti, kura pacels ārpus atmosfēras otro pakāpi – šķidrā ūdeņraža un skābekļa “*Centaur*” ar diviem *RL-10* dzinējiem. Legēndārā “*Centaur*” pakāpe ir visefektīvākā augšējā pakāpe, tās specifiskais impulss ir 449 sekundes, ļaujot sasniegt otro kosmisko ātrumu. Taču ar to vēl nepietiek – pēc “*Centaur*” atdalīšanās iedegsies trešā – cietās degvielas “*Star 48B*” raķešpakāpe, kura “*New Horizons*” zondei dos trešo kosmisko ātrumu. Ātrums būs tik liels, ka Mēness orbītu zonde šķērsos jau 9 stundas pēc starta – iepriekšējais rekords (10 stundas) piederēja “*Pioneer 10*” un “*Pioneer 11*”, kas startēja ar mazāk jaudīgajām “*Atlas 2*” – “*Centaur*” nesēja raķetēm.

Jupitera pārlidojums notiks pēc 13 mēnešiem – ātrāk nekā “*Ulysses*” (16 mēneši) vai “*Pioneer 11*” un “*Voyager 1*” (20 mēneši). Mainoties planētu stāvoklim, startējot 2006. gadā, no Jupitera pārlidojuma lielu paātrinājumu vairs neiegūs, taču tas dod iespēju četrus mēnešus novērot Jupiteru, tā pavadoņus un magnetosfēru ar “*New Horizons*” jaunajiem, pārakajiem instrumentiem pat no četras reizes mazāka attāluma nekā “*Cassini*”. Ievērojamais 37 kilobitu sekundē pārraides ātrums no Jupitera apkaimes nozīmē, ka “*New Horizons*” veiks nopietnu Jupitera izpēti un iegūs vairāk datu nekā no Plutona, kur milzīgā attāluma dēļ datu pārraides ātrums būs tikai 1 kilobīts sekundē. Plutona pārlidojuma lielais 13 km/s ātrums lika “*New Horizons*” apgādāt ar ietilpīgu, 2 x 64 gigabitu datoru atmiņu, lai instrumentu iegūto informāciju varētu ātri ierakstīt un pēc tam vairāku mēnešu laikā noraidīt uz Zemi.

Trīs no instrumentiem ir vadošā pētnieka Alana Sterna pārziņā, par pārējiem atbild instrumentu komandas, ko vada citi zinātnieki.

Visdziļāko informāciju par Plutonu, iespējams, sniegs infrasarkanais kartējošais spektrometrs ar iesauku “*Ralph LEISA*”. Tuvajā infrasarkanajā diapazonā 1250–2500 nanometru viļņa garumos tas reģistrēs 256 x 256 pikseļu attēlus, kuros katrs pikselis saturēs infrasarkanā

spektu no 170 “krāsām”. Infrasarkanie spektri ļaus identificēt slāpekļa, oglekļa monoksīda un metāna ledu, tolinus un citas vielas. Varbūt izdosies ieraudzīt arī ūdens ledu, kas globālajos Plutona spektros nav novērots. Visu šo vielu izvietojumu Plutona virsmā 170 pamatkrāsās parādīs “*Ralph LEISA*” attēli.

Otru “*Ralph*” instrumenta daļu sauc “*Ralph MVIC*” – tā ir redzamās gaismas fotokamera ar lineāro matricu, kas skenēs Plutona virsmu caur četriem krāsu filtriem, iegūstot 5000 pikseļu platus, lētei līdzīgus krāsu attēlus. No četriem krāsu filtriem viens rādīs metāna absorbciju 860–950 nanometru diapazonā – ļaujot novērot metāna daudzumu dažādos Plutona rajonos.

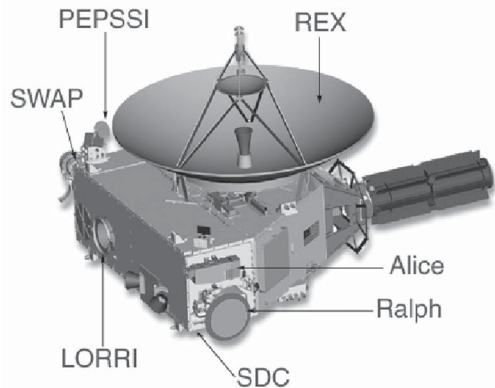
Trešais no Alana Sterna instrumentiem ir ultravioletais spektrometrs “*Alice*”, kas paredzēts Plutona atmosfēras pētījumiem. Atmosfēras gāzu fluorescences Saules ultravioletajā gaismā notiek ar raksturīgiem absorbētās un emitētās gaismas viļņa garumiem, ko novēros “*Alice*” spektrometrs. Spektri parādīs precīzu Plutona atmosfēras sastāvu.

Galveno fotokameru “*Ralph*” un “*Alice*” trūkums ir to mērenā izšķirtspēja. Pārlidojot Plutonu, varēs novērot tikai vienu tā pusi, bet otras Plutona (tāpat arī Hārona) puslodes novērošana būtu iespējama tikai par 3,2 Zemes diennaktīm agrāk, jo Plutona un Hārona rotācija notiek ar 6,39 dienu periodu. Lai trīs dienas pirms pārlidojuma no 3,6 miljonu kilometru attāluma kvalitatīvi novērotu Plutona un Hārona otru pusi, “*New Horizons*” autori izmanto speciālu garfokusa melnbalto fotokameru *LORRI*, kas sastāv no 20 centimetru diametra teleskopa un viena megapikseļa sensora. Arī Plutona tuvumā *LORRI* kamera tiks izmantota, dodot 100 metru izšķirtspējas Plutona virsmas attēlus. Tieši *LORRI* kameras iekļaušana “*New Horizons*” zondes projektā bija iemesls uzvarai konkursā par finansējumu.

Daļa no telekomunikāciju aparatūras kalpos kā radioviļņu zinātniskais eksperiments (*REX*). Jutīgais uztvērējs *REX* reģistrēs, kā Ze-

mes raidītais radio signāls noliecas Plutona atmosfērā, ļaujot aprēķināt atmosfēras temperatūru un molekulu vidējo masu. Gaidāms, ka atmosfēra tuvākajās desmitgadēs sasals, Plutonam attālinoties no Saules. Tāpēc atmosfēras mērījumi ir viens no atbildīgākajiem uzdevumiem, kuru nebūs iespējams atkārtot 200 gadus. Plānots, ka *REX* uztvers arī mikroviļņu siltuma starojumu no Plutona nakts puses, tādā precīzi izmēris tā virsmas temperatūru, no kuras savukārt var aprēķināt atmosfēras spiedienu pie virsmas.

Pēdējie trīs instrumenti pētīs daļiņas un putekļus ap Plutonu. Plazmas spektrometri *PEPSSI* un *SWAP* zināmā mērā dublējas, kas ir vēlams tik ilgā misijā. Diez vai Plutonam ir aktīva magnetosfēra, taču plazmas pētījumi ap Plutonu ļaus noskaidrot, ar kādu ātrumu tā atmosfēra aizplūst kosmosā, kas savukārt palīdzēs saprast Plutona slāpekļa krājumu evolūciju. Papildu instruments *SDC* ir studentu būvēts putekļu skaitītājs, kura mērķis ir attīstīt planetoloģijas studentu karjeras pieredzējušu speciālistu vadībā, kā arī skaitīt putekļu triecienus visa lidojuma laikā, bet jo sevišķi Koiopera joslā, kur putekļu daudzums varētu liecināt par sadursmju biežumu starp nelieliem,



“*New Horizons*” zonde un tās zinātniskie instrumenti.

NASA/JHU/SwRI zīmējums

citādi nemanāmiem ledus ķermeņiem.

Ilgu “*New Horizons*” mūžu nodrošinās plutonija-238 termoelektriskais ģenerators (*RTG*), kura elektriskā jauda 2015. gadā, Plutona pārlidojuma laikā, būs 192 vati jeb 85% no plānotajiem 225 vatiem. Pilnīgu *RTG* uzlādēšanu ar plutoniju pārtrauca ar ķīniešu pētniekiem saistītais datu zādzības skandāls Losalamosas kodolmateriālu laboratorijā, taču pat 192 vati ir pilnīgi pietiekama jauda visu instrumentu darbināšanai pie Plutona. Zonde turpinās produktīvi darboties tik ilgi, kamēr *RTG* dos vismaz 165 vatus, tātad līdz 2025. gadam, kas ļaus sasniegt citus Koopera joslas objektus līdz 50–60 astronomisko vienību attālumam. Visticamāk, ka tie būs tikai 1–2 nelieli desmit kilometru klases ķermeņi, jo “*New Horizons*” mazie degvielas krājumi

nepieļaus vairāk nekā 100 metru sekundē novirzes no sākotnējās trajektorijas.

Koopera joslas objektu dažādības pētīšanā nākotnē galveno ieguldījumu droši vien dos milzu teleskopu novērojumi no Zemes. Saules sistēmas krēslas zonā robotzondes no Zemes arī turpmāk būs ārkārtīgs retums, un acimredzot paies gadu desmiti, iekams radīsies pietiekami spēcīga motivācija turp palaist vēl kādu izpētes aparātu. Kosmosa zinātņu joma ar tik lēnu attīstību var tikai ar grūtībām pievilināt studentus un noturēt sabiedrības interesi. Tomēr “*New Horizons*” misija ir radusies, par spīti šiem un citiem šķēršļiem, un tās starts būs liels triumfs visiem, kuri cenšas saprast ļoti tālas pasaules – Koopera joslas ledus planētiņas, kas nakts debesīs tik vienkārši nemaz nav pamanāmas.

Avoti

Michael E. Brown. “Pluto and Charon: Formation, Seasons, Composition”.– Annual Reviews of Earth and Planetary Science 2002, 30:307–345.

David Jewitt. “Kuiper Belt Objects”.– Annual Reviews of Earth and Planetary Science 1999, 27:287–312.

Saites

<http://pluto.jhuapl.edu/> – “*New Horizons*” Plutona robotzondes mājaslapa.

<http://dosxx.colorado.edu/plutobome.html> – Kolorado universitātes Plutona mājaslapa.

<http://cfa-www.harvard.edu/cfa/ps/lists/TNOs.html> – Koopera joslas objektu katalogs.

<http://cfa-www.harvard.edu/cfa/ps/lists/OuterPlot.html> – ārējās Saules sistēmas mazo objektu karte.

<http://www.plutportal.net/> – Plutona izpētes aktivistu lapa. 🐦

MĀRTIŅŠ GILLS

“GOOGLE EARTH” – TĀ PATI ZEME, BET CITĀDA

Bez plašām reklāmas kampaņām, varbūt nedaudz klusi, internetā parādījās interesants, noderīgs un attiecībā pret līdzšiniejiem interneta rīkiem pat revolucionārs informācijas pārlūkošanas rīks “*Google Earth*” (“*GE*”). Ziņas par to izplatījās ātri – atliek tikai kaut ko minēt “*Google*” kontekstā, kad tas interneta lietotājos izraisa asociācijas ar kaut ko pozitīvu. Un tā tiešām ir. Aprakstīt šo rīku nav vienkārši, jo tas ir attīstības stadijā un tam veidojas visdažādākie paplašinājumi un

lietojumi. Vislabāk to pamēģināt pašiem, bet tomēr nelielam ieskatam aplūkosim tā galvenās iespējas.

Jāteic, ka “*GE*” ir vairākas līdzības ar ĢIS (ģeogrāfiskās informācijas sistēmas) programmatūru. Tomēr šajā kategorijā “*GE*” ir manāmi mazākas iespējas, taču tā priekšrocība – attēlojamie dati reālā laikā tiek saņemti no tīkla.

Pirmā un galvenā iespēja ir vienkārši aplūkot Zemi. “*GE*” ietvaros Zemes virsma ir veidota no fotogrāfijām – dažādiem reģioniem

ar atšķirīgu izšķirtspēju. Rīka lietotāja darbs sākas ar to, ka uz ekrāna ir aplūkojama Zemeslode (*sk. 1. att. 54. lpp.*), ko varam ar kursora palīdzību rotēt un nopozicionēt mums vēlamajā skatā (*2. att. 54. lpp.*). Tālāk varam sākt pietuvināt skatu jebkuram brīvi izvēlētam apvidum (*3. att. 55. lpp.*), pilsētai (*4. att.*) un tās daļai (*5., 6. att. 55. lpp.*). Pietuvināšanas laikā dinamiski mainās attēlu izšķirtspēja, ļaujot izjust šķietamu lidojumu no kosmiskās orbītas līdz pat dažu desmitu metru augstumam, lai kādas lielpilsētas centrā aplūkotu atsevišķas ēkas vai mašīnas (piemērs – Ņujorkas centrs, *Times Square, 7. att.*). Dažu apvidu attēlu augstā izšķirtspēja jau ir radījusi ne vienai vien institūcijai bažas par šādas informācijas pārāk brīvo pieejamību.

Nākamā būtiskā iespēja ir Zemes virsmu aplūkot ne tikai pretskatā, bet arī ieslipi no jebkura skatu leņķa – piemēram, varam virtuāli lidot pār un gar Alpu kalnu grēdām, aplūkot Eiropas Dienvidu observatorijas jaunās *VLT* observatorijas atrašanās vietu un apkārtni (*8. att. 54. lpp.*), gan novērtēt sava plānotā brauciena maršrutu telpiski.

Tomēr vislielākās ir iespējas veidot savas ģeogrāfiskās grāmatzīmes un pievienot dažā-

dus informatīvos slāņus. Ar šo informāciju var savstarpēji apmainīties ar citiem “*GE*” lietotājiem. Ikviens var bez problēmām izveidot ģeogrāfisko marķieru kolekciju par noteiktām tēmām. Šādi jau ir tapušas plaši pieejamas kolekcijas par meteorītu krāteriem, *UNESCO* pasaules mantojuma vietām, interesantiem dabas objektiem utt. Reaģējuši arī uzņēmēji – jau ne viena vien nekustamo īpašumu kompānija ASV veido “*GE*” rīkā apskatāmus sarakstus ar nopērkamiem nekustamajiem īpašumiem. Katrai ģeogrāfiskajai vietai var pievienot tekstuālu un vizuālu anotāciju. Tas ļauj veidot, piemēram, aktuālo Eiropas ziņu piesaisti ģeogrāfiskai vietai vai norādes uz okeāna krūžu kuģu aktuālo atrašanās vietu, tiešsaistē saņemot fotogrāfiju ar skatu no šā kuģa.

Pastāv iespēja atzīmēt ne tikai punktus, bet arī maršrūtus, ko var importēt no *GPS* atbalstošās programmatūras. Tādējādi daži privāto lidmašīnu īpašnieki publicē savu lidojumu maršrūtus – profesionāļiem ir iespēja novērtēt lidojumā veiktos manevrus.

“*GE*” satur virkni standarta režīmā pieejamu slāņu – ģeogrāfisko vietu nosaukumus, administratīvās robežas, autoceļus, ielas utt.

Ļoti nozīmīga ir iespēja veidot savus rastra režīmā veidotus slāņus (zīmējumus, fotogrāfijas). Tā, piemēram, var vizualizēt kādus vēsturiskus notikumus, dzīvnieku apdzīvotās teritorijas, dabas stihiju skartās teritorijas. Interesants ir papildinājums, kas ļauj aplūkot aktuālo mākoņu novietojumu jebkurai vietai virs Zemes. Saistoši ir papildinājumi, kas ļauj aplūkot vienu un to pašu ap-



4. att. Apskates objekts – Rīga.



7. att. "GE" skats uz Ņujorkas Taimskvēru.

vidu atšķirīgos gadalaikos – var lieliski redzēt, kā Eiropā pa mēnešiem mainās sniega sega.

Jāsecina, ka "GE" iebūvētais princips ļauj to lietot dažāda tipa režīmos, kas paver iespēju to izmantot visdažādākajiem mērķiem. Praktiski ik dienu parādās ziņas par jauniem lietojumiem. Piemēram, šā raksta sagatavošanas laikā autors konstatēja, ka astronomiskās informācijas serveris *calsky.com* ļauj sagatavot informatīvus "GE" slāņus ar Saules aptumsumu zonām.

Ņemot vērā to, ka attēlojamie dati atrodas uz servera, centralizēti var mainīties kādas vietas aplūkojamās informācijas pieejamība. Piemēram, 2005. gada septembrī būtiski tika papildināts to vietu saraksts, kur ir pieejami augstas izšķirtspējas attēli. Uzlabojas arī esošo pilsētu izšķirtspēja. Konkrētu solījumu nav, bet ir pamats domāt, ka augstās izšķirtspējas attēlu klāsts pastāvīgi papildināsies.

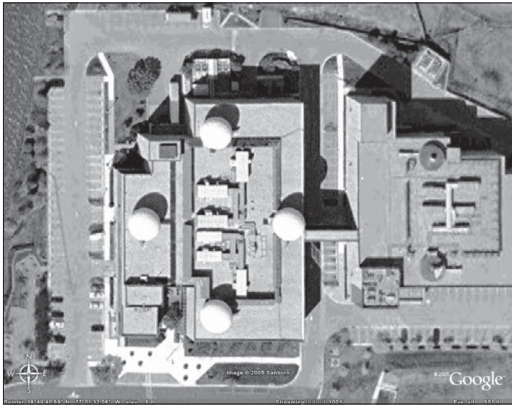
Ir pavidējusi ziņa, ka sagatavošanā jau ir Marsa un Mēness virtuālie globusi. Saprotama būtu arī debess apskates veidošana ar "GE" tipa programmu. Interesants jaunums ir NASA noslēgtā sadarbība ar kompāniju "Google". NASA ļaus šai kompānijai izmantot kosmiskās aģentūras milzum lielo informācijas apjomu



9. att. Džodrelbenkas (Jodrell Bank) observatorija, Lielbritānija.



10. att. Lapalmas observatorija Kanāriju salās.



“Naval Research” observatorija Vašingtonā.



Vestfordas radioastronomiskā observatorija ASV.

apmaiņā pret risinājumiem lielu datu masivu apstrādē.

Noslēgumā var vienīgi ieteikt apmeklēt in-

terneta adresi <http://earth.google.com>, instalēt “GE” programmatūru un sākt savu Zemes izpēti. 🗺

PIRMO REIZI “ZVAIGŽŅOTAJĀ DEBESĪ”

Juris Borzovs – *Dr. habil. sc. comp.* (1999), beidzis Latvijas Valsts universitāti matemātikas specialitātē (1973), Baltkrievijas PSR ZA Matemātikas institūtā ieguvis fiz. mat. zin. kand. grādu (1989) skaitļošanas mašīnu, kompleksu, sistēmu un tīklu matemātikā un programmiskā nodrošinājuma specialitātē. Rīgas Informācijas tehnoloģijas institūta (RITI) direktors (1995), LZA Terminoloģijas komisijas Informācijas tehnoloģijas un telekomunikācijas (IT&T) apakškomisijas priekšsēdētājs (1999), viens no latviešu–latgāliešu–angļu ergonomiskās tastatūras projektētājiem. Kopš 2001. gada vada Latvijas Zinātnes padomes projektu IT&T terminoloģijā. Latvijas Universitātes profesors (2004). Pēdējā laikā viņa zinātnisko un praktisko interešu lokā ir programmatūras kvalitātes, neatkarīgas programmatūras testešanas, datorprogrammu autortiesību jautājumi.



RITI 10 gadu jubilejas pasākumā LZA Augstceltnē



LU Astronomiskajā tornī pie teleskopa montējuma.

Varis Karitāns – 2001. gadā beidzis Rīgas 69. vidusskolu. LU Fizikas un matemātikas fakultātes Optometrijas un redzes zinātnes nodaļas maģistrantūras 1. kursa students, Latvijas Astronomijas biedrības biedrs. “Zvaigžņoto Debesi” lasa jau vairāk nekā 10 gadus. Piedalās skolēnu astronomijas olimpiāžu un vasaras “Ērgļa” astronomijas nometņu organizēšanā. LU Astronomiskajā tornī zvaigžņotās debess objektu demonstrēšanā iesaistījies kopš 2003. gada, kad bija novērojams Marss savā lielajā opozīcijā.

Profesora *Dr. phys.* ARTURA BALKLAVA-GRĪNHOFA BIBLIOGRĀFIJA (1959–2005)

(*Nobeigums. Sākums ZvD, 2005. g. vasara, nr. 188, 10. lpp.*)

D. Populārzinātniskie un publicistiskie raksti (*sākums ZvD, nr. 189, 30. lpp.*)

1991

299. Vai jāmaina priekšstats par pulsāriem? – “ZvD”, 1991. gada pavasaris, nr. 131, 19.–20. lpp.
300. Latvijas astronomi pilnā Saules aptumsuma novērojumos. – “ZvD”, 1991. gada pavasaris, nr. 131, 53.–55. lpp. ar 2 il.
301. Eduardu Gēliņu atceroties. – “ZvD”, 1991. gada vasara, nr. 132, 29.–30. lpp. ar ģim.
302. Astroloģiju vērtējot. – “ZvD”, 1991. gada vasara, nr. 132, 60.–66. lpp.
303. Astronomiskās observatorijas ir nācijas garīguma simboli un centri. – Laikr. “Atmoda”, 1991. gada 11. jūlijā, nr. 27(141), 8.–9. lpp.
304. Vai ZMP tiks palaisti ar lielgabaliem? – “ZvD”, 1991. gada rudens, nr. 133, 32.–36. lpp. ar 2 il.
305. Latvija un zinātne ir vienotas un var pastāvēt tikai kopā [par *barikāžu nedēļu* janvārī]. – “ZvD”, 1991. gada rudens, nr. 133, 57.–59. lpp. ar 3 il.
306. NLO – izdoma un istenība. – “ZvD”, 1991. gada rudens, nr. 133, 60.–65. lpp.
307. Kosmiskās telpas piesārņojuma problēmas. – “ZvD”, 1991./92. gada ziema, nr. 134, 2.–6. lpp. ar 2 il.
308. Meteorītu meklēšana pēc seismogrammām. – “ZvD”, 1991./92. gada ziema, nr. 134, 11.–12. lpp.
309. Zibens izlāde – mazizpētīts mutagēns faktors. – “ZvD”, 1991./92. gada ziema, nr. 134, 12.–13. lpp.
310. Gravitācijas starojums – teorija un prakse. – “ZvD”, 1992. gada pavasaris, nr. 135, 2.–7. lpp. ar 3 il.
311. Neparasti teleskopu spoguļi. – “ZvD”, 1992. gada pavasaris, nr. 135, 11.–14. lpp. ar 2+1_{krās.} il.
312. Te sapulcējušies pasaules gudrākie latvieši... [par Vispasaules latviešu zinātnieku kongresu no 1991. gada 12. līdz 17. jūlijam Rīgā] – “ZvD”, 1992. gada pavasaris, nr. 135, 46.–48. lpp. ar 4 il.
313. Astroloģija Latvijā būs! Vai būs arī astronomija? [Par populārzinātnisko izdevumu *dotēšanu* un *Par situāciju Radioastrofizikas observatorijā*] – “ZvD”, 1992. gada pavasaris, nr. 135, 48.–51. lpp.
314. Ko mēs gribam un kā to sasniegt? – Žurn. “Atklājums”, nr. 3, 1992. gada janvāris, 13.–14. lpp.
315. Lodveida kopas un zilie bēgļi. – “ZvD”, 1992. gada vasara, nr. 136, 9.–11. lpp. ar il.
316. Vai Galaktikas spožākā zvaigzne? – “ZvD”, 1992. gada vasara, nr. 136, 12. lpp.
317. Jaunas atziņas par planētu veidošanos. – “ZvD”, 1992. gada vasara, nr. 136, 14.–17. lpp. ar 2 il.
318. Objektīvā – Galaktikas centrs. – “ZvD”, 1992. gada rudens, nr. 137, 8.–10. lpp. ar 2 il.
319. Vai atklāta visjaunākā zvaigzne? – “ZvD”, 1992. gada rudens, nr. 137, 11.–12. lpp.
320. Profesors Dainis Draviņš – Latvijas Zinātņu akadēmijas ārzemju loceklis. – “ZvD”, 1992. gada rudens, nr. 137, 26.–27. lpp. ar il.
321. Latvijas Zinātnes un augstākās izglītības reformas pamattēzes. – Laikr. “Zinātnes Vēstnesis”, nr. 14(42), 1992. gada decembris, 4. lpp. Līdzaut.: E. Grēns, U. Cielēns, M. Kalniņš, J. Dzelme, J. Kristapsons, U. Sedmalis, I. Tālberga, H. Zenkevičs.
322. Vai džungļu likums ir demokrātisks? – Laikr. “Doma”, nr. 14, 21.12.1992., 4. lpp.

323. Saules diametrs radioviļņos. – “ZvD”, 1992./93. gada ziema, nr. 138, 22.–23. lpp. ar il.
324. Laimons Začs – jauns zinātņu kandidāts. – “ZvD”, 1992./93. gada ziema, nr. 138, 36.–38. lpp. ar ģīm.
325. Nozīmīgākais Radioastrofizikas observatorijā I pusgadā. – “ZvD”, 1992./93. gada ziema, nr. 138, 50.–54. lpp. ar 3 il.
- 1993**
326. Nebaidisim bērnus ar zinātņi. Dažas pārdomas sakarā ar LR Likumu “Par zinātnisko darbību”. – Laikr. “Diena”, 1993. gada 11. februāris, nr. 28(535), 4. lpp.
327. Astronomija Latvijā. Vēsture. Sasniegumi. Attīstības perspektīvas. – Astronomiskais kalendārs 1993, nr. 41, 105.–115. lpp. Lidzaut.: J. Žagars, L. Roze
328. Signāli no sākotnes. Epohāls atklājums. – “ZvD”, 1993. gada pavasaris, nr. 139, 16.–21. lpp. ar 2 il.
329. Eiropas astronomu tikšanās Beļģijā. – “ZvD”, 1993. gada pavasaris, nr. 139, 45.–47. lpp. ar il.
330. Vai džungļu likums ir demokrātisks? – Laikr. “Atmoda”, nr. 9(202), 1993. gada marts, 2. lpp.
331. LR Likums “Par zinātnisko darbību” – dažas pārdomas, komentāri, ieteikumi. – Laikr. “Zinātnes Vēstnesis”, nr. 4(47), 1993. gada marts, 4. lpp.
332. Projekts SOHO – pavadoņi un programma. – “ZvD”, 1993. gada vasara, nr. 140, 16.–18. lpp. ar 2+1_{krās.} il.
333. Kosmonautiem jauns apavu modelis. – “ZvD”, 1993. gada vasara, nr. 140, 31.–32. lpp. ar 2+1_{krās.} il.
334. Lielā Sprādziena mirāža. – Žurn. “Atklājums”, nr. 4, 1992. gada februāris/decembris, 3.–10. lpp. ar il.
335. Par zinātnes politiku. – Laikr. “Nacionālā Neatkarība”, 1993. gada 2.–8. jūnijs, nr. 22(42), 7. lpp.
336. Vadoņa un tautas traģēdija. – Laikr. “Nacionālā Neatkarība”, 1993. gada 21.–27. jūlijs, nr. 29(49), 5. lpp.
337. Bāzes un granti – vai aizstāvēsim galējības? – Laikr. “Zinātnes Vēstnesis”, 1993. gada jūlijs, nr. 11(54), 2. lpp.
338. Fotosfēras virpuļi. – “ZvD”, 1993. gada rudens, nr. 141, 11. lpp.
339. Datorvīrusi. – “ZvD”, 1993. gada rudens, nr. 141, 30.–33. lpp.
340. 1994. gada 3. novembra pilnais Saules aptumsums. – “ZvD”, 1993. gada rudens, nr. 141, 34.–37. lpp. ar 5 il.
341. Latvijā briest Ginesa rekords. – Laikr. “Diena”, 1993. gada 9. decembris, nr. 266(773), 4. lpp.
342. Visuma kristāliskā struktūra. – “ZvD”, 1993./94. gada ziema, nr. 142, 8.–9. lpp.
343. Diennakts garuma izmaiņu cēloņi. – “ZvD”, 1993./94. gada ziema, nr. 142, 17.–18. lpp.
344. 1993. gads Radioastrofizikas observatorijā. – “ZvD”, 1993./94. gada ziema, nr. 142, 54.–55. lpp.
345. PBLA priekšsēdētājam G. Meierovica kg-am *par “Zvaigžņotās Debess” izdošanas pabalstīšanu*. – “ZvD”, 1993./94. gada ziema, nr. 142, 55.–57. lpp.
- 1994**
346. Lasisim “Zvaigžņoto Debeseš”! – Astronomiskais kalendārs 1994, nr. 42, 125. lpp.
347. Nobela prēmijas. 1993. gads. – Laikr. “Labrīt”, 1994. gada 7. janvāris, nr. 5, 6. lpp.
348. Zinātnei Latvijā – būt vai nebūt. – Laikr. “Nacionālā Neatkarība”, 1994. gada 12.–18. janvāris, nr. 2(72), 14. lpp.
349. Vai latviešiem vajadzīga astronomija? – Laikr. “Labrīt” (intervija A. Lauzīm), 1994. gada 21. marts, nr. 67, 14. lpp.
350. Pārdomas par pāvesta Jāņa Pāvila II vizīti Māras zemē. – “ZvD”, 1994. gada pavasaris, nr. 143, 2.–3. lpp. ar il.
351. Metagalaktikas attīstības matemātiskā modelēšana. – “ZvD”, 1994. gada pavasaris, nr. 143, 14.–15. lpp.
352. Identificēts pirmais ārpusgalaktiskais pulsārs. – “ZvD”, 1994. gada pavasaris, nr. 143, 15.–19. lpp. ar 2 il.
353. Asteroīdi aiz Plutona orbītas. – “ZvD”, 1994. gada pavasaris, nr. 143, 19.–23. lpp. ar 3 il.
354. Lasisim “Zvaigžņoto Debeseš”! – Laikr. “Zinātnes Vēstnesis”, 1994. gada aprīlis, nr. 8(71), 4. lpp.

^o Darbi ar uzvārdu Balklavs-Grinhofs.

355. Jautājums: vai līvu krastā būs starptautisks radioastronomisks centrs? – Laikr. "Neatkarīgā Cīņa", 1994. gada 14. jūnijs, nr. 137(882), 6. lpp.
356. Lielais Anihilators [par Galaktikas centra gamma starojuma novērojumiem]. – "ZvD", 1994. gada vasara, nr. 144, 2.–8. lpp. ar 4 il.
357. Saules granulas. – "ZvD", 1994. gada vasara, nr. 144, 15.–17. lpp. ar 2 il.
358. Vai "Jupitera āmura" belzieni būs dzirdami uz Zemes? – Laikr. "Labrīt", 1994. gada 14. jūlijs, nr. 161, 6. lpp.
359. Galaktiku statistika un kosmoloģija. – "ZvD", 1994. gada rudens, nr. 145, 2.–10. lpp. ar 4 il.
360. Habla teleskops par Oriona miglāju. – "ZvD", 1994. gada rudens, nr. 145, 14.–16. lpp. ar 2 il.
361. 1993. gada Nobela prēmiju fizikā saņem astrofizikā. – "ZvD", 1994. gada rudens, nr. 145, 25.–28. lpp. ar il.
362. Astronomija un ekoloģija. – "ZvD", 1994./95. gada ziema, nr. 146, 2.–5. lpp.
363. Akrēcijas disku fizika. – "ZvD", 1994./95. gada ziema, nr. 146, 21.–23. lpp.
364. Astronomiskās zināšanas un materiālās pasaules aina. – "ZvD", 1994./95. gada ziema, nr. 146, 47.–50. lpp.
365. Vai būs Ventspils radioastronomiskais centrs? – "ZvD", 1994./95. gada ziema, nr. 146, 55.–58. lpp. ar il.
- 1995**
366. Astroloģiju vērtējot. – Laikr. "Labrīt", 1995. gada 20., 22. un 23. februāri, nr. 43(343), nr. 45(345) un nr. 46(346), 14. lpp.
367. Papildinās ļoti tālo kvazāru saraksts. – "ZvD", 1995. gada pavasaris, nr. 147, 9.–11. lpp. ar 3 il.
368. Dramatiska cīņa par Ventspils antenām un VSRC. – "ZvD", 1995. gada pavasaris, nr. 147, 60.–63. lpp. ar 2_{krās.} il.
369. Globālā radiointerferometrija. – "ZvD", 1995. gada vasara, nr. 148, 2.–13. lpp. ar 14+10_{krās.} il.
370. Kas jauns VSRC lietā? – "ZvD", 1995. gada vasara, nr. 148, 57.–59. lpp. ar 2 il.
371. 1994. gads Radioastrofizikas observatorijā. – "ZvD", 1995. gada vasara, nr. 148, 59.–60. lpp.
372. Pašreiz vistuvākais zināmais pulsārs. – "ZvD", 1995. gada rudens, nr. 149, 11.–14. lpp. ar 3 il.
373. Brūno punduru problēma. – "ZvD", 1995. gada rudens, nr. 149, 18.–20. lpp.
374. Vai "Zvaigžņotās Debess" jubilejas numuram būt pēdējams? – Laikr. "Zinātnes Vēstnesis", 1995. gada septembris, nr. 14(98), 2. lpp.
375. Sveicot "Zvaigžņoto Debesei" un tās lasītājus. – "ZvD", 1995./96. gada ziema, nr. 150, 2.–4. lpp. ar 2 il.
376. Kosmisko māzerstarojuma avotu novērojumi ar ļoti garas bāzes radiointerferometriem. – "ZvD", 1995./96. gada ziema, nr. 150, 50.–55. lpp. ar 2 il., 3 tab.
377. Laika upes krastos. – Daugavas literārā gadagrāmata 1996, 199.–201. lpp.
378. Vēlreiz "Quo vadis?". – Laikr. "Zinātnes Vēstnesis", 1995. gada decembris, nr. 20(104), 3. lpp.
- 1996**
379. HKT un tumšā matērija. – "ZvD", 1996. gada pavasaris, nr. 151, 10.–12. lpp. ar 3 il.
380. Zvaigžņu ceļos [par Pētera Nilsona "Zvaigžņu ceļi. Grāmata par Visumu"]. – "ZvD", 1996. gada pavasaris, nr. 151, 54.–56. lpp. ar il.
381. Inženierzinātņu doktoram Edgaram Bervaldam – 60. – "ZvD", 1996. gada vasara, nr. 152, 20.–22. lpp. ar 2 il. Lidzaut. I. Pundure.
382. Mūsu ikdienā aizmirstais Kosmoss [par Braiena Džonsa enciklopēdiju jaunatnei "Kosmosa pētniecība"]. – "ZvD", 1996. gada vasara, nr. 152, 43.–46. lpp. ar il.
383. 1995. gads Radioastrofizikas observatorijā. – "ZvD", 1996. gada vasara, nr. 152, 56.–57. lpp.
384. VSRC iegūst patstāvību. – "ZvD", 1996. gada vasara, nr. 152, 58.–59. lpp.
385. Latvijas Zinātņu akadēmijai (un astronomijai akadēmijā) – 50. – "ZvD", 1996. gada rudens, nr. 153, 2.–3. lpp.
386. Galaktikas M51 radionovērojumi. – "ZvD", 1996. gada rudens, nr. 153, 10.–12. lpp. ar 2+4_{krās.} il.
387. Līgums ar Karalisko Zviedrijas Zinātņu akadēmiju. – "ZvD", 1996. gada rudens, nr. 153, 60.–64. lpp. ar 4+3_{krās.} il.
388. Astronomija LZA 50... un vairāk ne. – Laikr. "Zinātnes Vēstnesis", 1996. gada 7. oktobris, nr. 15(119), 2. lpp.

- 389.) Par zvaigznēm debesis un mūsu sirdīs. Aicinājums par astronomijas mācīšanu skolās un astronomiska satura raidījumiem Valsts radio un televīzijā. – Laikr. "Izglītība un Kultūra", 1996. gada 10. oktobris, nr. 37(2509), 16. lpp. Līdzaut. I. Pundure.
- 390.) Kāda zvaigzne atspīdēja virs Betlēmes? – Laikr. "Izglītība un Kultūra", 1996. gada 19. decembris, nr. 47(2519), 3. lpp.
- 391.) Latvijas ceļi debēsīs. – Laikr. "Izglītība un Kultūra", 1997. gada 3. janvāris, nr. 1(2520), 10. lpp.
- 392.) Astronomijai Zinātņu akadēmijā – 50. – Astronomiskais kalendārs 1997, nr. 45, 119.–121. lpp.
393. Jauna astronomijas mācību grāmata vidusskolām. – "ZvD", 1996./97. gada ziema, nr. 154, 53.–56. lpp. ar il.
394. LZA Radioastrofizikas observatorijas 50. un pēdējā gadskārta. – "ZvD", 1996./97. gada ziema, nr. 154, 60.–65. lpp. ar 3+1_{krās.} il.
- 1997**
395. Atklāta rekordsmaga Volfa–Raijē zvaigzne. – "ZvD", 1997. gada pavasaris, nr. 155, 12.–13. lpp.
396. Seminārs skolotājiem un "Zvaigžņotās Debess" lasītājiem. – "ZvD", 1997. gada pavasaris, nr. 155, 34.–38. lpp. ar 3 il.
- 397.) Aicinājums par astronomijas mācīšanu skolās un astronomiska satura raidījumiem Valsts radio un televīzijā. – "ZvD", 1997. gada pavasaris, nr. 155, 43. lpp.
398. Jauns ceļvedis pa debess jumu [par Ilgoņa Vilka grāmatu "Zvaigžņotās debess ceļvedis"]. – "ZvD", 1997. gada pavasaris, nr. 155, 75.–77. lpp. ar il.
399. Diskutabls jautājums [par MK jaunizveidoto "Zinātnes reformu un attīstības stratēģijas komisiju"]. – Laikr. "Zinātnes Vēstnesis", 1997. gada 24. marts, nr. 6(130), 1. lpp.
- 400.) Kad sāksies 21. gadsimts? – Laikr. "Zinātnes Vēstnesis", 1997. gada 28. aprīlis, nr. 8(132), 4. lpp.
401. Infrasarkanās astronomijas attīstības tendences. – "ZvD", 1997. gada vasara, nr. 156, 2.–7. lpp. ar 5+4_{krās.} il., tab.
402. VSRC ZKP pirmā sanākums. – "ZvD", 1997. gada vasara, nr. 156, 62.–63. lpp.
- 403.) Jauns Latvijas Universitātes institūts. – Laikr. "Zinātnes Vēstnesis", 1997. gada 8. septembris, nr. 14(138), 4. lpp.
404. LZA RO turpinājums – LU AI. – "ZvD", 1997. gada rudens, nr. 157, 2.–5. lpp.
405. Latvijas Universitātes Astronomijas institūts. – Astronomiskais kalendārs 1998, nr. 46, 118. lpp. ar il.
406. Atbildība. – Politisks mēnešraksts "Tautas Atmoda", 1997. gada novembris, nr. 25, 8. lpp.
407. Meteorīts ALH 84001 joprojām uzmanības centrā. – "ZvD", 1997./98. gada ziema, nr. 158, 13.–15. lpp.
408. Izveidota jaunā Astronomijas institūta vadība. – "ZvD", 1997./98. gada ziema, nr. 158, 73.–74. lpp.
- 1998**
409. Habilitēties vai nehabilitēties? – Laikr. "Zinātnes Vēstnesis", 1998. gada 2. janvāris, nr. 22(146), 3. lpp.
410. Zvaigznes sen jau saskaitītas jeb profesija – astronoms. – Laikr. "Jaunā Avīze", 1998. gada 17. februāris, nr. 40(66), 4. lpp. Līdzaut. I. Šmēlds (intervija M. Pohodņevai).
411. AB Dor – intensīvu pētījumu objekts. – "ZvD", 1998. gada pavasaris, nr. 159, 11.–15. lpp. ar 2 il.
412. Infrasarkanās debesis COBE skatījumā. – "ZvD", 1998. gada pavasaris, nr. 159, 15.–17. lpp. ar 1+1_{krās.} il.
413. Informatīvā sabiedrība. – "ZvD", 1998. gada pavasaris, nr. 159, 79.–81. lpp.
- 414.) Apsveikums Latvijas Astronomijas biedrības 50. gadskārtas jubilejā. – "ZvD", 1998. gada pavasaris, nr. 159, 89.–90. lpp. ar il.
415. Latvijas astronomija jau ir Eiropā un pasaulē. Astronomija kā zinātnes neatņemama sastāvdaļa attīstītā valstī. – Žurn. "Tehnikas Apskats", 1998. gads, nr. 132, 18.–21. lpp. ar 2 il.
416. Bet kāpēc tikai astroloģija? – Laikr. "Jaunā Avīze", 1998. gada 14. maijs, nr. 110(136), 5. lpp.
417. Bet kāpēc tikai astroloģija? [Par "astroloģijas iespējamo lomu pedagoģijā"] – Laikr. "Zinātnes Vēstnesis", 1998. gada 25. maijs, nr. 10(155), 2.–3. lpp.
418. Bet kā būs ar fundamentāliem pētījumiem? – Laikr. "Zinātnes Vēstnesis", 1998. gada 20. jū-

- nijs, nr. 12(157), 2. lpp.
419. Vai galaktikas M 106 centrā atklāts melnais caurums? – “ZvD”, 1998. gada vasara, nr. 160, 10.–12. lpp. ar 2 il.
420. S. Hokings par Visumu un Dievu [par Stivena Hokinga grāmatu “Īsi par laika vēsturi. No Lielā Sprādziena līdz melnajiem caurumiem”]. – “ZvD”, 1998. gada vasara, nr. 160, 63.–68. lpp.
421. Jaunā Astronomijas institūta pirmais gads. – “ZvD”, 1998. gada vasara, nr. 160, 82.–84. lpp. Lidzaut. I. Pundure.
422. Par tā saukto “ozona caurumu” veidošanos. – “ZvD”, 1998. gada vasara, nr. 160, 85.–88. lpp. ar krās. il.
423. ^o Baldones Riekstukalns – vieta, kur Latvija satiekas ar zvaigznēm. – Laikr. “Baldones Ziņas”, 1998. gada septembris, 4., 6. lpp.
424. Četri gadu desmiti zvaigžņu ceļos. – “ZvD”, 1998. gada rudens, nr. 161, 2.–3. lpp. ar 1+1_{krās.} il.
425. Panākumi ļoti tālu kvazāru meklējumos. – “ZvD”, 1998. gada rudens, nr. 161, 13.–14. lpp. ar 2 il.
426. Par astronomu “legalizēšanu” Latvijā. – “ZvD”, 1998. gada rudens, nr. 161, 65.–66. lpp. Lidzaut. I. Pundure.
427. “Tehnikas Apskats” turpinās Latvijā. – “ZvD”, 1998. gada rudens, nr. 161, 67.–68. lpp. ar il.
428. Astronomija – attīstītais valsts zinātnes rādītājs. – Žurn. “Tehnikas Apskats”, 1998. gads, nr. 133, 16.–17. lpp.
429. ^o Populārzinātniskā literatūra – obligāts priekšnoteikums normāla mācību un sabiedrības izglītošanas procesa nodrošināšanai jeb Četri gadu desmiti ar “Zvaigžņoto Debesi”. – Laikr. “Zinātnes Vēstnesis”, 1998. gada 26. oktobris, nr. 17(162), 2. lpp.
430. Bet ar ko rotaļājas mūsdienu žurnālisti? – Laikr. “Rīgas Balss”, 1998. gada 12. novembrī, nr. 219(12340), 5. lpp.
431. Trauksmei nav pamata. – Laikr. “Rīgas Balss”, 1998. gada 17. decembrī, nr. 243(12363), 5. lpp.
432. Melnie caurumi vai Q-zvaigznes? – “ZvD”, 1998./99. gada ziema, nr. 162, 25.–29. lpp. ar 4+2_{krās.} il.
433. Vai pesteļošana var sekmēt pedagogiju? – “ZvD”, 1998./99. gada ziema, nr. 162, 64.–68. lpp.
434. Eiropas kosmiskās observatorijas – darbībā un iecerēs. – Astronomiskais kalendārs 1999, nr. 47, 104.–110. lpp. ar 4 il.
435. ^o Kad sāksies 21. gadsimts? – Laikr. “Latvijas Vēstnesis”, 1998. gada 30. decembris, nr. 388/399(1449/1460), 1. lpp.

1999

436. ^o Zvaigznes noslēpums (intervija A. Tukišai). – Laikr. “Svētdienas Rīts”, 1999. gada 16. janvāris, nr. 2(1305), 5. lpp.
437. ^o Stripitizs zvaigžņu pasaulē. – Laikr. “Diena”, 1999. gada 10. marts, nr. 58(2368), 14. lpp.
438. Zvaigžņuzliesmojums galaktikā NGC 5253. – “ZvD”, 1999. gada pavasaris, nr. 163, 11.–13. lpp.
439. Rekordliels radiokvazārs. – “ZvD”, 1999. gada pavasaris, nr. 163, 13.–16. lpp. ar 5+1_{krās.} il.
440. Par V. Reguta grāmatu “Latvijā redzami zvaigznāji”. – “ZvD”, 1999. gada pavasaris, nr. 163, 70.–73. lpp. ar il.
441. Populārzinātniskā literatūra – obligāts priekšnoteikums normāla mācību un sabiedrības izglītošanas procesa nodrošināšanai jeb Četri gadu desmiti ar “Zvaigžņoto Debesi”. – “ZvD”, 1999. gada pavasaris, nr. 163, 77.–84. lpp. ar 8 il.
442. ^o Pavasarī garāki, rudenī īsāki? – Laikr. “Diena”, 1999. gada 21. aprīlis, nr. 92(2402), 14. lpp.
443. ^o Visas zvaigznes ir vienādi laimīgas. – Žurn. “Labā Vēsts”, 1999. gada aprīlis/maijs, nr. 2(52), 28.–29. lpp.
444. Interesanta dubultzvaigzne. – “ZvD”, 1999. gada vasara, nr. 164, 11.–13. lpp.
445. Vai Galaktikā atklāti pirmatnējie melnie caurumi? – “ZvD”, 1999. gada vasara, nr. 164, 14.–16. lpp.
446. Kosmoss visiem [par Ilgoņa Vilka grāmatu “Kosmoss”]. – “ZvD”, 1999. gada vasara, nr. 164, 61.–62. lpp. ar il.
447. Astronomijas institūts 1998. gadā. – “ZvD”, 1999. gada vasara, nr. 164, 76.–79. lpp. ar 4 il.

- 448.) Piedalīsimies konkursā un vērosim Saules aptumsumu! – Laikr. “Zinātnes Vēstnesis”, 1999. gada 12. jūlijs, nr. 13(179), 4. lpp.
449. Tev mūžam dzīvot Latvijā! [par Latvijas Universitātes 80. gadskārtu] – “ZvD”, 1999. gada rudens, nr. 165, vāku 2. lpp. ar il.
450. *Sigma Orionis* – jauni dati par jaunām zvaigznēm. – “ZvD”, 1999. gada rudens, nr. 165, 16.–19. lpp. ar 1+1_{krās.} il.
451. Izcili! [par Gunāra Raņķa grāmatu “Eksaktā zinātnē kultūras vēsturē”] – “ZvD”, 1999. gada rudens, nr. 165, 59.–61. lpp. ar 1+1_{krās.} il.
452. LZA FTZN sēde Jāņa Ikaunieka dzimšanas dienā. – “ZvD”, 1999. gada rudens, nr. 165, 62.–63. lpp. ar il.
453. Latvijas laika atgūšana. – “ZvD”, 1999. gada rudens, nr. 165, 82.–88. lpp. ar 4 il.
- 454.) ATKLĀTĀ VĒSTULE par trešās tūkstošgades sākumu. – Laikr. “Zinātnes Vēstnesis”, 1999. gada 11. oktobris, nr. 16(182), 4. lpp. Lidzaut.: A. Andžāns, I. Pundure, A. Alksnis, M. Gills, R. Kūlis, T. Romanovskis, L. Roze, I. Vilks.
- 455.) Ar Latviju saistītie vārdi zvaigžņotajās debesis. – “Dabas un vēstures kalendārs 2000. gadam”, 157.–159. lpp.
456. Kosmoloģija pie jaunās tūkstošgades sliekšņa. – “ZvD”, 1999./2000. gada ziema, nr. 166, 3.–13. lpp. ar 6 il.
457. Saules rādiusa precizējums. – “ZvD”, 1999./2000. gada ziema, nr. 166, 14. lpp.
458. Astronomi vēro planetāro miglāju dzimšanu. – “ZvD”, 1999./2000. gada ziema, nr. 166, 23.–27. lpp. ar 2+2_{krās.} il.
459. Latvijas Zinātņu akadēmija vakar, šodien un rit [par Jāņa Stradiņa grāmatu “Latvijas Zinātņu akadēmija: izcelsme, vēsture, pārvērtības”]. – “ZvD”, 1999./2000. gada ziema, nr. 166, 66.–68. lpp. ar 2+2_{krās.} il.
- 2000**
460. Astronomi paver ceļu nākotnei (intervija Ģ. Kasparānam). – Laikr. “Jaunā Avīze”, 2000. gada 16. februāris, nr. 39(668), 6. lpp.
461. Astronomija Internetā. – “ZvD”, 2000. gada pavasaris, nr. 167, 37.–40. lpp. ar il.
462. Patiesības meklējumos [par Edgara Imanta Silņa grāmatu “Lielo patiesību meklējumi”]. – “ZvD”, 2000. gada pavasaris, nr. 167, 66.–70. lpp. ar krās. il.
463. “Aldaris” – “Zvaigžņotās Debess” sponsors. – “ZvD”, 2000. gada pavasaris, nr. 167, 80. lpp.
464. Cilvēka augums Saules ritmā. – “ZvD”, 2000. gada pavasaris, nr. 167, 87.–89. lpp. ar 2 il.
465. Oriona objekti turpina uzdot miklas. – “ZvD”, 2000. gada vasara, nr. 168, 20.–21. lpp. ar il.
466. Māris Ābele – Fridriha Candra balvas laureāts. – “ZvD”, 2000. gada vasara, nr. 168, 30.–32. lpp. ar 5 il.
467. Astronomijas institūts 1999. gadā. – “ZvD”, 2000. gada vasara, nr. 168, 78.–84. lpp. ar 4 il.
468. “Astronomiskais kalendārs” turpmāk. – Laikr. “Zinātnes Vēstnesis”, 2000. gada 19. jūnijs, nr. 12(199), 4. lpp.
469. Astrofizika gadsimta garumā. – “ZvD”, 2000. gada rudens, nr. 169, 3.–18. lpp. ar 10+8_{krās.} il.
470. Melnos caurumus medijot. – “ZvD”, 2000. gada rudens, nr. 169, 29.–33. lpp.
471. Jauns mācību līdzeklis astronomijā [par Ilgoņa Vilka grāmatu “Kā iekārtots Visums”]. – “ZvD”, 2000. gada rudens, nr. 169, 69.–70. lpp. ar krās. il.
472. “Astronomiskais kalendārs” – “Zvaigžņotās Debess” pielikums. – “ZvD”, 2000. gada rudens, nr. 169, 84. lpp.
- 473.) Izbeigsim manipulācijas ar Latvijas laiku. – Laikr. “Diena”, 2000. gada 13. oktobris, nr. 240 (2854), 2. lpp.
474. Tūkstošgadēm mijoties. – “ZvD”, 2000./2001. gada ziema, nr. 170, 2.–3. lpp. ar il.
475. Fullerēni starpzvaigžņu telpā. – “ZvD”, 2000./2001. gada ziema, nr. 170, 18.–22. lpp. ar 2+2_{krās.} il.
476. Esamības būtība. – “ZvD”, 2000./2001. gada ziema, nr. 170, 39.–43. lpp.
477. Visvaldis Jumiķis atstājis Riekstukalnu... – “ZvD”, 2000./2001. gada ziema, nr. 170, 78.–79. lpp. ar 3 il. Lidzaut.: A. Alksnis, I. Pundure.
478. Vecākā māsa sveic jaunāko jeb žurnālam “Terra”, gaitas uzsākot. – “ZvD”, 2000./2001. gada ziema, nr. 170, 80. lpp.
- 2001**
- 479.) Daži fakti un pārdomas par vasaras laiku. –

- Laikr. "Zinātnes Vēstnesis", 2001. gada 5. februāris, nr. 3(211), 2. lpp.
480. Kad tad tomēr sākās trešais gadu tūkstošs? – Laikr. "Svētdienas Rīts", 2001. gada 17. februāris, nr. 6(1405), 5. lpp.
481. Astronomijas institūts, tūkstošgadi noslēdzot. – "ZvD", 2001. gada pavasaris, nr. 171, 74.–80. lpp. ar il.
482. Pasaules radišana – Bībele un zinātne. – "ZvD", 2001. gada pavasaris, nr. 171, 84.–88. lpp.
483. Astronomija – mūžam jaunā un zvaigžņotā. – Žurn. "Sakaru Pasaule", 2001. gada nr. 2(22), 19.–23. lpp.
484. Interesants ārpusgalaktiska objekta novērojums ar kosmisko radiointerferometru. – "ZvD", 2001. gada vasara, nr. 172, 12.–14. lpp. ar 2 il.
485. *HALCA* – solis kosmiskajā radiointerferometrijā. – "ZvD", 2001. gada vasara, nr. 172, 15.–19. lpp. ar 1+1_{krās.} il., 2 tab.
486. ³ Horoskopi ir līdzīgi narkotikai (intervija J. Iljinam). – Žurn. "Labā Vēsts", 2001. gada jūnijs–jūlijs, nr. 3(65), 30–31. lpp. ar il.
487. Jauni dati par masīviem objektiem galaktiku kodolos. – "ZvD", 2001. gada rudens, nr. 173, 13.–15. lpp. ar 2+5_{krās.} il.
488. Pundurgalaktiku pētījumu aktualitātes. – "ZvD", 2001. gada rudens, nr. 173, 16.–18. lpp. ar krās. il.
489. Radioastronomija Latvijā. Kā tas notika. – "ZvD", 2001. gada rudens, nr. 173, 35.–45. lpp. ar 8+4_{krās.} il. Lidzaut. N. Cimahoviča.
490. Neparastais kosmos: galaktikas – killeri. – Žurn. "Sakaru Pasaule", 2001. gada nr. 3(23), 16.–17. lpp.
491. ³ Cik dziļi grimsim tumsonības purvā? jeb Aicinājums abonēt skolās "Zvaigžņoto Debesi" (Atklāta vēstule izglītības un zinātnes ministram K. Greiškalnam). – Laikr. "Zinātnes Vēstnesis", 2001. gada 22. oktobris, nr. 17(225), 3. lpp.
492. ³ A. god. priesterim Sergijam, atsaucoties aicinājumam aktīvi piedalīties bezmiljonu jaunas partijas izveidošanā. – Laikr. "Svētdienas Rīts", 2001. gada 10. novembris, nr. 42(1441), 3. lpp.
493. ³ Saules vējš ir stiprāks par horoskopiem (intervija Ģ. Kondrātam). – Laikr. "Lauku Avīze", "Mājas Viesis", 2002. gada 4. janvāris, nr. 2(1376), 32. lpp.
494. Kosmoloģisko gamma staru uzliesmojumu miklas minot. – "ZvD", 2001./02. gada ziema, nr. 174, 3.–10. lpp. ar 4+3_{krās.} il., tab.
495. Pasaules latviešu zinātnieku 2. kongress. – "ZvD", 2001./02. gada ziema, nr. 174, 25.–28. lpp. ar 4+2_{krās.} il.
496. Latvijas astronomija pēc Trešās atmodas. – "ZvD", 2001./02. gada ziema, nr. 174, 28.–35. lpp. ar 4+1_{krās.} il., 2 tab.
497. ³ Vai mūžam Saule debesis? – Žurn. "Sakaru Pasaule", 2001. gada nr. 4(24), 23.–25. lpp.

2002

498. *ALMA* – jaunā gadsimta instruments. – "ZvD", 2002. gada pavasaris, nr. 175, 19.–23. lpp. ar 3+7_{krās.} il., 2 tab.
499. ³ Par "Zvaigžņoto Debesi" Latvijas skolām (ATKLĀTA VĒSTULE izglītības un zinātnes ministram K. Greiškalnam ar 3 pielikumiem). – "ZvD", 2002. gada pavasaris, nr. 175, 62.–66. lpp. ar 6 il.
500. ³ Dzimst jaunas saules. – Žurn. "Sakaru Pasaule", 2002. gada nr. 1(25), 22.–23. lpp.
501. ³ Par Jāni Ikaunieku un "Zvaigžņoto Debesi". – Laikr. "Izglītība un Kultūra", 2002. gada 3. maijs, nr. 18(2785), 12. lpp. Lidzaut.: A. Andžāns, I. Pundure, A. Alksnis, K. Bērziņš, M. Gills, R. Kūlis, T. Romanovskis, L. Roze, I. Vilks.
502. ³ Jānis Ikaunieks – zinātnes popularizētājs. – Laikr. "Zinātnes Vēstnesis", 2002. gada 6. maijs, nr. 9(238), 2. lpp.
503. ³ LZA Ētikas komisijā [par LMA Anatomijas un antropoloģijas institūta darbinieku iesniegumu]. – Laikr. "Zinātnes Vēstnesis", 2002. gada 20. maijs, nr. 10(239), 4. lpp. Lidzaut.: V. Kluša, M. Kūle, A. Strakovs, P. Zālītis.
504. ³ Zvaigžņu aicinājums. – "Latvijas grāmata. 2002", 2002. gads, Rīga, "Jumava", 168.–170. lpp.
505. ³ Kristīgi demokrātiskās savienības (KDS) skatījums uz Latvijas patiesu neatkarību un attīstību nodrošināšanā prioritātēm. – Laikr. "Izglītība un Kultūra", 2002. gada 23. maijs, nr. 21(2788), 10. lpp.
506. Seismiskie elektriskie signāli. – "ZvD", 2002. gada vasara, nr. 176, 17.–18. lpp. ar 2 il.

507. Kas mēs patiesībā esam? – “ZvD”, 2002. gada vasara, nr. 176, 77.–81. lpp. ar krās. il.
508. Dažas lappuses no Latvijas Universitātes Astronomiskās observatorijas vēstures. – “ZvD”, 2002. gada vasara, nr. 176, 84.–89. lpp. ar 13 il.
509. Astronomijas institūts 2001. gadā. – “ZvD”, 2002. gada vasara, nr. 176, 90.–93. lpp. un 2002. gada rudens, nr. 177, 87.–89. lpp.
510. ^o Eksoplanētas – planētas pie citām saulēm. – Žurn. “Sakaru Pasaule”, 2002. gada nr. 2(26), 105.–107. lpp.
511. ^o Kāpēc KDS par svarīgāko Latvijai uzskata izglītību un zinātni? – Laikr. “Svētdienas Rīts”, 2002. gada 13. jūlijs, nr. 26(1472) un 2002. gada 20. jūlijs, nr. 27(1473), 6. lpp.
512. ^o Cilvēces nākotne un politika. – Laikr. “Izglītība un Kultūra”, 2002. gada 20. jūlijs, nr. 29(2796), 12.–13. lpp.
513. ^o “Zvaigžņotās Debess” periods akad. Edgara Siliņa dzīvē. – Grāmatā “Edgars Imants Siliņš mūsu atmiņās”, Rīga: Latvijas Akadēmiskā bibliotēka, 2002, 13.–17. lpp. ar krās. foto.
514. ^o Par V. Lauciņa rakstu “Jaunā Jeruzaleme un Aglona”. – Laikr. “Svētdienas Rīts”, 2002. gada 24. augusts, nr. 31(1477), 6. lpp.
515. ^o Vieliskās pasaules rašanās un evolūcija (~47 lpp. ar 9+10_{krās.} il., tab.). – Latvijas Izglītības informatizācijas sistēmas projekts “Astronomija tīklā” www.liis.lv/astron/01/09/2002.
516. ^o Pēdējā replika uz V. Lauciņa rakstu “Kurp doties, Marija?”. – Laikr. “Svētdienas Rīts”, 2002. gada 14. septembris, nr. 34(1480), 5. lpp.
517. Kvizāri un fundamentālās konstantes. – “ZvD”, 2002. gada rudens, nr. 177, 3.–7. lpp. ar 4+3_{krās.} il.
518. Astronomija ar vidēja izmēra un maziem teleskopiem. – “ZvD”, 2002. gada rudens, nr. 177, 20.–22. lpp. ar 3+3_{krās.} il.
519. Jānis Ikaunieks – zinātnes popularizētājs. – “ZvD”, 2002. gada rudens, nr. 177, 78.–82. lpp. ar 3 il.
520. ^o Par ko balsosim šoreiz, Latvijas kristīgie ļaudis? – Laikr. “Svētdienas Rīts”, 2002. gada 4. oktobris, nr. 37(1483), 4. lpp.
521. ^o Merkurs – iznīcībai nolemta planēta. – Žurn. “Sakaru Pasaule”, 2002. gada nr. 3(27), 108.–110. lpp.
522. ^o Cik dziļi grimsim tumsonības purvā? – Žurn. “Labā Vēsts”, 2002. gada oktobris–novembris, 25. lpp.
523. ^o Vai Dievs rada no nekā? – Laikr. “Svētdienas Rīts”, 2002. gada 30. novembris, nr. 44(1490), 5. lpp.
524. Dimanti pie zvaigznēm. – “ZvD”, 2002./03. gada ziema, nr. 178, 10.–16. lpp. ar 4 il.
525. 2002. gada Nobela prēmijas fizikā – astrofizikā. – “ZvD”, 2002./03. gada ziema, nr. 178, 19.–22. lpp. ar 3+2_{krās.} il.
526. Pastāsts par kādu dzīvi [atbildes uz “ZvD” redakcijas kolēģijas jautājumiem par sevi]. – “ZvD”, 2002./03. gada ziema, nr. 178, 36.–44. lpp. ar 9 il.
527. Satriecošs dzīvesstāsts [par Kitijas Fērgusones grāmatu “Stīvens Hokings. Mērķis – teorija par visu. Stīvena Hokinga dzīve un darbs”]. – “ZvD”, 2002./03. gada ziema, nr. 178, 82.–86. lpp. ar krās. il.
528. ^o Venēra – Zemes karstā māsa. – Žurn. “Sakaru Pasaule”, 2002. gada nr. 4(28), 101.–103. lpp.

2003

529. ^o Ko sekmē pestīšana un kas sekmē pestīšanu. – Laikr. “Rīgas Balss”, 2003. gada 2. janvāris, nr. 1(13385), 26. lpp.
530. ^o Zinātnes robežas un patiesība. Tēzes. – Laikr. “Zinātnes Vēstnesis”, 2003. gada 10. marts, nr. 5(255), 2. lpp.
531. Izcili spoža I tipa pārnova – efektīva kosmiskā niķeļa kausētava. – “ZvD”, 2003. gada pavasaris, nr. 179, 13.–16. lpp. ar 3 il.
532. Visuma paātrinātās izplešanās iespējamais cēlonis. – “ZvD”, 2003. gada pavasaris, nr. 179, 17.–19. lpp.
533. ^o Nevainīgs vai vainīgs? – Laikr. “Svētdienas Rīts”, 2003. gada 19. aprīlis, nr. 15(1509), 3. lpp.
534. ^o Ētikas komisijā. Izraksts no LZP un LZA Ētikas komisijas sēdes protokola 2003. gada 26. maijā [par V. Bruneres iesniegumu]. – Laikr. “Zinātnes Vēstnesis”, 2003. gada 9. jūnijs, nr. 11(261), 4. lpp. Lidzaut.: V. Kluša, M. Kūle, A. Strakovs.
535. Iespējams kosmoloģisko gamma staru uzliesmojumu modelis. – “ZvD”, 2003. gada vasa-

- ra, nr. 180, 9.–11. lpp.
536. Pieaug melno caurumu kandidātu pulks. – “ZvD”, 2003. gada vasara, nr. 180, 11.–14. lpp. ar 3 il.
537. Astronomija Latvijas Universitātes 61. konferencē. – “ZvD”, 2003. gada vasara, nr. 180, 61.–63. lpp.
538. Grāmata par dzīvības meklējumiem Visumā. – “ZvD”, 2003. gada vasara, nr. 180, 82.–84. lpp. ar krās. il.
539. Astronomijas institūts 2002. gadā. – “ZvD”, 2003. gada vasara, nr. 180, 88.–89. lpp., 2003. gada rudens, nr. 181, 74.–76. lpp. ar il. un 2003./04. gada ziema, nr. 182, 88.–90. lpp.
540. ^o Par “planētu X” jeb par 15. maija “saulrietu”. – “ZvD”, 2003. gada vasara, nr. 180, 94.–95. lpp.
541. ^o Astromaģija, kuru dēvē par astroloģiju (~21 lpp. ar 2 il.). – Latvijas Izglītības informatizācijas sistēmas projekts “Astronomija tiklā” www.liis.lv/astron/, 01/08/2003.
542. Kā veidojas zvaigžņu klasteri. – “ZvD”, 2003. gada rudens, nr. 181, 3.–7. lpp. ar 9^{krās.} il.
543. Cik ilgi vēl mēs redzēsīm zvaigznes? – “ZvD”, 2003. gada rudens, nr. 181, 13.–14. lpp. ar 3^{krās.} il.
544. Japāna plāno jaunu kosmisko Saules teleskopu. – “ZvD”, 2003. gada rudens, nr. 181, 17.–18. lpp. ar 2+1^{krās.} il.
545. ^o Eiropas Savienība – cerības un bažas. – Laikr. “Svētdienas Rīts”, 2003. gada 20. septembris, nr. 35(1529), 5. lpp.
546. ^o Par dabaszinātņu sasniegumu popularizēšanu. – Laikr. “Universitātes Avīze”, 2003. gada 21. oktobris, nr. 4, 3. lpp. Lidzaut.: A. Alksnis, A. Andžāns, K. Bērziņš, M. Gills, R. Kūlis, I. Pundure, T. Romanovskis, L. Roze, I. Vilks.
547. ^o Ticamais scenārijs: Visums izpletiesies bezgalīgi (intervija A. Budam). – Laikr. “Lauku Avīze”, “Mājas Viesis”, 2003. gada 7. novembris, nr. 218(1799), 16. lpp.
548. ^o Sakarā ar “Zvaigžņotās Debess” 45. jubileju AICINĀJUMS Saeimai, valdībai un plašsaziņas līdzekļiem par dabaszinātņu sasniegumu popularizēšanu. – Laikr. “Zinātnes Vēstnesis”, 2003. gada 10. novembris, nr. 18(268), 3. lpp.
- un “ZvD”, 2003./04. gada ziema, nr. 182, 11.–12. lpp. Lidzaut.: A. Alksnis, A. Andžāns, K. Bērziņš, M. Gills, R. Kūlis, I. Pundure, T. Romanovskis, L. Roze, I. Vilks.
549. ^o LZS piektais kongress. Vai būs arī sestais? – Laikr. “Zinātnes Vēstnesis”, 2003. gada 24. novembris, nr. 19(269), 2. lpp.
550. ^o Dievs IR visvarens! – Laikr. “Svētdienas Rīts”, 2003. gada 20. decembris, nr. 47/48(1541/1542), 5. lpp.
551. *Es redzēju zvaigžņu sietu...* – “ZvD”, 2003./04. gada ziema, nr. 182, 6.–10. lpp. ar 7+5^{krās.} il. Lidzaut.: I. Pundure.
552. Bēgošs melnais caurums. – “ZvD”, 2003./04. gada ziema, nr. 182, 23.–25. lpp. ar krās. il.
553. Vai zinātnei ir robežas un kas ir patiesība? – “ZvD”, 2003./04. gada ziema, nr. 182, 43.–45. lpp.
554. Stīvens Hokings par pasauli no brānām [par grāmatu “Visums rieksta čaumalā”]. – “ZvD”, 2003./04. gada ziema, nr. 182, 84.–87. lpp. ar krās. il. un 2004. gada pavasaris, nr. 183, 79.–82. lpp.

2004

555. ^o LZA Ētikas komisijā [par Latvijas Bankas iesniegumu]. – Laikr. “Zinātnes Vēstnesis”, 2004. gada 9. februāris, nr. 3(274), 4. lpp. Lidzaut.: M. Kūle, V. Kluša, A. Strakovs.
556. Atbrīvotās planētas. – “ZvD”, 2004. gada pavasaris, nr. 183, 9.–13. lpp. ar 2+1^{krās.} il., 2 tab.
557. Tumsas kosmoloģija. – “ZvD”, 2004. gada pavasaris, nr. 183, 13.–16. lpp. ar 2 il.
558. Inovācijas un Latvijas inovācijas programma. – “ZvD”, 2004. gada pavasaris, nr. 183, 61.–64. lpp. un 2004. gada vasara, nr. 184, 47.–48, 57.–59. lpp.
559. Lielas masas zvaigžņu rašanās noslēpumi. – “ZvD”, 2004. gada vasara, nr. 184, 3.–9. lpp. ar 4+4^{krās.} il.
560. Jauni interesanti kosmisko objektu uzņēmumi – 1. – “ZvD”, 2004. gada vasara, nr. 184, 10.–13. lpp. ar 3+5^{krās.} il.
561. Lodveida kopu pētījumi. – “ZvD”, 2004. gada vasara, nr. 184, 17.–19. lpp. 3+1^{krās.} il.
562. Kosmisko mašīnu efektivitāte. – “ZvD”, 2004. gada vasara, nr. 184, 19.–21. lpp. ar 2 il.
563. Orbitalā observatorija *ODIN*. – “ZvD”, 2004. gada vasara, nr. 184, 22.–24. lpp. ar 3+2^{krās.} il.

564. Astronomijas institūts 2003. gadā. – “ZvD”, 2004. gada vasara, nr. 184, 83.–87. lpp.
565. Radiogalakтика – augstenerģētiska gamma starojuma avots. – “ZvD”, 2004. gada rudens, nr. 185, 13.–15. lpp. ar il.
566. Interesanti kosmisko objektu uzņēmumi – 2. – “ZvD”, 2004. gada rudens, nr. 185, 15.–17. lpp. ar 2+9_{krās.} il.
567. Jauni sīkstruktūras konstantes izmaiņas novērtējumi. – “ZvD”, 2004. gada rudens, nr. 185, 18.–19. lpp. ar il.
568. Jauni dati par Saules granulāciju. – “ZvD”, 2004. gada rudens, nr. 185, 22.–24. lpp. ar 3 il.
569. Vai panspermija vēl joprojām ir aktuāla? – “ZvD”, 2004. gada rudens, nr. 185, 92.–95. lpp.
570. Sekmīgas protozvaigžņu medības. – “ZvD”, 2004./05. gada ziema, nr. 186, 14.–17. lpp. ar 2+2_{krās.} il., tab.
571. Melnā cauruma siluets. – “ZvD”, 2004./05. gada ziema, nr. 186, 17.–19. lpp. ar krās. il.
572. Tāls milzu kvazārs. – “ZvD”, 2004./05. gada ziema, nr. 186, 19.–21. lpp. ar 1+2_{krās.} il.
573. Interesanti kosmisko objektu uzņēmumi – 3. – “ZvD”, 2004./05. gada ziema, nr. 186, 21.–25. lpp. ar 2+4_{krās.} il.
- 2005**
574. “Ziemas “Zvaigžņotā Debess”. – Laikr. “Zinātnes Vēstnesis”, 2005. gada 7. februāris, nr. 3(295), 4. lpp.
575. Antropais princips. – “ZvD”, 2005. gada pavasaris, nr. 187, 3.–11. lpp.
576. Vai Čandra tālā galaktikā saskatījusi melnos caurumus? – “ZvD”, 2005. gada pavasaris, nr. 187, 18.–21. lpp. ar 1+4_{krās.} il.
577. Masīvi melnie caurumi – pirmo zvaigžņu evolūcijas paliekas. – “ZvD”, 2005. gada pavasaris, nr. 187, 21.–23. lpp. ar il.
578. Interesanti kosmisko objektu uzņēmumi – 4. – “ZvD”, 2005. gada pavasaris, nr. 187, 24.–27. lpp. ar 1+6_{krās.} il.
579. Kāda ir uz Zemes novietotu teleskopu efektivitāte? – “ZvD”, 2005. gada pavasaris, nr. 187, 89.–93. lpp. ar 4 il. un krās. pielikumu “Nākotnes gigantiskie optiskie teleskopi”.
580. Galaktikas centra gamma starojums. – “ZvD”, 2005. gada vasara, nr. 188, 25.–27. lpp. ar 3_{krās.} il.
581. Interesanti kosmisko objektu uzņēmumi – 5. – “ZvD”, 2005. gada vasara, nr. 188, 30.–36. lpp. ar 5+6_{krās.} il.
582. “Zeme – dzīvības un saprāta šūpulis. – “ZvD”, 2005./06. gada ziema, nr. 190, 8.–10. lpp. ar 1+1_{krās.} il.

E. Raksti par Arturu Balklavu-Grīnhofu

- # Alksnis A., Tauvēna I. Jauns radioastronomijas speciālists [par zinātņu kandidātu Arturu Balklavu]. – “ZvD”, 1964. gada ziema, nr. 22, 40.–41. lpp. ar ģim.
- # Daube I. Balklavs Arturs. – LME, I sēj., Rīga: “Zinātne”, 1967, 164. lpp.
- # Balklavs Arturs. – LPE, I sēj., Rīga: Galvenā enciklopēdiju redakcija, 1981, 620. lpp.
- # Šmelde I. Artūram Balklavam – 60 gadu. – Astronomiskais kalendārs 1993, nr. 41, 152. lpp.
- # Alksnis A., Pundure I. Radioastrofizikim Arturam Balklavam – 70. – “ZvD”, 2002./03. gada ziema, nr. 178, 31.–35. lpp. ar 9 il.
- # Balklavs A. Pastāsts par kādu dzīvi [atbildīgais redaktors atbild uz “Zvaigžņotās Debess” redakcijas kolēģijas jautājumiem]. – “ZvD”, 2002./03. gada ziema, nr. 178, 36.–44. lpp. ar 9 il.
- # Latvijas Zinātņu akadēmija, Latvijas Zinātnieku savienība, “Zvaigžņotās Debess” redakcijas kolēģija. In memoriam. Arturs Balklavs-Grīnhofs 02.01.1933.–13.04.2005. – Laikr. “Zinātnes Vēstnesis”, 2005. gada 25. aprīlis, Nr. 8(300), 4. lpp.
- # LU Astronomijas institūts, “Zvaigžņotās Debess” redakcijas kolēģija. In MEMORIAM ARTURS BALKLAVS-GRĪNHOF. – “ZvD”, 2005. gada vasara, nr. 188, 2.–5. lpp. ar 2+1_{krās.} il.
- # Daube I., Jansone Ie., Eglītis I. u. c. Atvadu vārds Arturam Balklavam. – “ZvD”, 2005. gada vasara, nr. 188, 8.–10. lpp.
- # Institute of Astronomy, University of Latvia, Editorial Board of “Zvaigžņotā Debess”. In Memoriam. Arturs Balklavs-Grīnhofs. – An international journal “Baltic Astronomy”, vol. 14, N 3, 2005, p. 331–335, and 3 capt.

Sagatavojusi I. Pundure 15.10.2005.

JURIS BORZOVŠ

MĀRTIŅŠ GILLS – JAUNAIS DATORZINĀTŅU DOKTORS

Šā gada maijā datorzinātņu doktora disertāciju spoži aizstāvēja noteiktās aprindās labi zināmais Mārtiņš Gills.

Kas tās par aprindām?

Protams, pirmām kārtām tā ir a/s “*DATI Exigen Group*”, kurai piederošajā Rīgas Informācijas tehnoloģijas institūtā (RITI) Mārtiņš strādā kopš bakalaura studiju otrā gada, nodarbojoties ar teorētiskiem un praktiskiem programmatūras testēšanas jautājumiem, un ir otrais datorzinātņu doktors, kurš disertāciju izstrādājis tieši RITI. Jau krietni pasen Mārtiņš izvirzījās par vadošo testētāju, viņa vadībā veikti vairāki desmiti testēšanas projektu un iegūts *ISO 9001* kvalitātes sertifikāts neatkarīgas programmproduktu testēšanas jomā.

Ievērojami plašāka paziņu saime Mārtiņam ir Latvijas IT uzņēmumos, jo pēc viņa iniciatīvas notiek ikgadējas programmatūras testēšanas konferences, šogad – jau sestā.

Kā jau daudzi datorzinātņu doktori, pētnieciskā plāksnē Mārtiņš Gills nodarbojies ar algoritmiski neatrisināmu problēmu risināšanu, kādām pieder arī programmatūras testēšana. Citu jomu speciālistiem varbūt šķitīs negaidīti un pat neticami, bet algoritmu teorijā ir pierādīts – nevar eksistēt metode, kas par patvaļīgi dotu datorprogrammu spētu pateikt kaut ko netriviālu. Piemēram, pat pēc dota programmas teksta un konkrētām ieejas vērtībām nav iespējams noteikt, vai programma, strādājot ar šīm vērtībām, kaut kad apstāsies, nemaz nerunājot par to, vai šī programma ir pareiza. Taču prakse ar šādu parādību nākas sadzīvot, un testēšana (programmas darbināšana uz dažādām ieejas vērtībām) ir neatņe-



Mārtiņš Gills Rīgas Informācijas tehnoloģijas institūta 10 gadu jubilejas pasākumā LZA Augstceltnē 13.10.2004.

Foto no personiskā arhīva

mama datorprogrammu izstrādes sastāvdaļa, pat neraugoties uz to, ka testi gan var atklāt kļūdu programmā, bet nevar apstiprināt tās pareizību, jo dažādo testu potenciāli var būt bezgalīgi daudz.

Mārtiņa Gilla disertācijā “*Programmatūras testēšana un trasējāmība*” uzsvars likts uz ci-

tu programmizstrādes aspektu – notikumu un īpašību trasējamības jeb izsekošanas tehnoloģisku atbalstu (gan testēšanas, gan citu darbību kontekstā). Vienkāršoti izsakoties, Mārtiņš ir izgatavojis programmatūras rīku, kas, kā tas pierādīts ar praktisku izmēģināšanu vairākos desmitos reālu programmizstrādes projektu, ievērojami palīdz fiksēt un atcerēties projekta notikumu, lēmumu, darbību, topošā produkta īpašību izcelsmi un savstarpējo atkarību. Lielos programmizstrādes projektos, kuri ilgst gadiem un kuros piedalās desmitiem dalībnieku, kas turklāt vēl mēdz nākt un iet, šāds rīks ir neatsverams.

Bet paturpināsim man zināmo Mārtiņa paziņu loku. Jau pirms krietna laika, tiekoties ar Latvijas Zinātņu akadēmijas vadību, gluži negaidīti nācās dzirdēt atzinīgus vārdus par Mār-

tiņu Gillu, kurš, izrādās, bija veidojis pašu pirmo LZA mājaslapu. Protams, ne jau nu tāpēc LZA vēlāk viņam piešķīra jaunā zinātnieka gada balvu toreiz par izcilo maģistra darbu. Šķiet, vēl agrāk izpaudās Mārtiņa fotogrāfa meistarība, ko viņš liek lietā astronomisku parādību fiksēšanā (esam redzējuši viņa fotogrāfiju publikācijas laikrakstos). Tāpēc nav brīnums, ka Mārtiņš Gills arī šajā jomā nonācis tur, kur pienācās būt, – “*Zvaigžņotās Debess*” redakcijas kolēģijā, pēc kuras pasūtījuma šis īsais rakstiņš ir tapis. Rakstiju to ar prieku.

Novēlu jaunajam datorzinātņu doktoram, kādreizējam vadāmajam, bet tagad piltiesīgam kolēģim Mārtiņam Gillam panākumus akadēmiskajā un profesionālajā karjerā, kā arī dēla audzināšanā, un ceru uz turpmāku sadarbību. 🐦

ĪSA UZZIŅA PAR DR. SC. COMP. MĀRTIŅU GILLU



Pirmais no kreisās – 1999. gada 10. augustā, dienu pirms pilnā Saules aptumsuma, Budapeštā braucienā pa Donavu.
I. Pundures foto

Dzimis 1974. gadā Rīgā. Jau skolas gados Rīgas 2. vidusskolā aktīvi interesējies par astronomiju, fiziku un matemātiku. 1993. gadā pēc vidusskolas beigšanas kā studiju virzienu Latvijas Universitātē izvēlējās datorzinātnes, bet astronomiju saglabāja savā interešu lokā ar nemainīgi augstu prioritāti. 1997. gadā Latvijas Universitātē ieguva datorzinātņu bakalaura grādu, bet 1999. gadā – maģistra grādu datorzinātnēs.

Dažādās intereses noteica, ka Mārtiņš paralēli darbojās divos mazliet atšķirīgos virzienos. Astronomijas jomā veltīja savu laiku tās popularizēšanai, darbojoties Latvijas Astronomijas biedrībā (LAB), organizējot “*Ērģļa*” nometnes, veidojot pirmās tīmekļa lapas par “*Astronomiju Latvijā*” un līdzdarbojoties “*Zvaigžņotās Debess*” un “*Astronomiskā kalendāra*” izveidē. No iepriekš minētā šobrīd brīvais laiks pamatā tiek veltīts LAB un “*Zvaigžņotās Debess*” darbam. Savukārt profesionālais virziens saistījās ar darbu Rīgas Informācijas tehnoloģijas institūtā un a/s *DATI* (tagad – *DATI “Exigen Group”*) prog-



Pirmais no kreisās – 2002. gada 20. aprīlī pēc pavasara spodribas talkas LU AI Astrofizikas observatorijas teritorijā Baldones Riekstukalnā. Labajā pusē stāv LU AI direktors Arturs Balklavs-Grīnhofs.

Foto no "ZvD" arhīva

rammatūras testēšanas jomā – praktiskā testēšana, testēšanas apmācība, testēšanas metožu izstrāde un izpēte, kā arī projektu pārvaldīšana. Ir viens no Latvijas IT uzņēmumu ikgadējo konferenču "Testēšanas teorija un prakse" (kopš 2000. gada) dibinātājiem un organizētājiem. Regulāri ar referātiem piedalās dažādās starptautiskās konferencēs. Doktorantūras studiju laikā Mārtiņa pētījumu lokā nonāca programmatūras trasējāmības problemātika, kas apvienojumā ar programmatūras testēšanas jautājumiem kļuva par padziļinātas izpētes virzienu. 2005. gada 13. maijā tika aizstāvēts promocijas darbs un iegūts datorzinātņu doktora grāds. 🐼

MĀRTIŅŠ GILLS

PAR TESTĒŠANU UN TRASĒJAMĪBU

Ievada vietā. *Lai arī žurnāla "Zvaigžņotā Debess" tematika pamatā saistās ar astronomiju, bet mans "oficiālais" pētījumu virziens – ar datorzinātnēm (kur arī ir sastopami daudzi un dažādi zinātnisko pētījumu virzieni), redakcijas kolēģija aicināja mani kā vienu no tās locekļiem tomēr lasītājiem pastāstīt par doktora darba tēmu. Tālāk ir sniegts ieskats par konkrēto darbu un ar to saistītajiem darbiem.*

Doktora darbam bija dots nosaukums "Programmatūras testēšana un trasējāmība". Tas apkopo pētījumus un darbus, kas bija veikti vairāku gadu garumā divu datorzinātņu tēmu – testēšanas un trasējāmības – saskarsmē.

Testēšana. Lai arī programmatūras testēšanu tradicionāli dažādos kontekstos definē mazliet atšķirīgi, tas galvenais mērķis saglabājas nemainīgs – veikt programmatūras analīzi, lai iegūtu novērtējumu par tās atbilstību prasībām. Programmas veids, prasības un analīzes metodes var būt visdažādākās, un tas arī no-

saka dažādos programmatūras testēšanas veidus. Katrs no tiem ir lietojams konkrētu mērķu sasniegšanai, un parasti programmatūrai tās attīstīšanas laikā tiek izmantotas uzreiz vairākas atšķirīgas metodes. Nodarbojoties ar praktiskiem darbiem programmatūras testēšanas jomā, autors veica vairākus pētījumus par testēšanas un kvalitātes nodrošināšanas praksi IT uzņēmumos. Šiem jautājumiem savulaik bija veltīts maģistra darbs, kā arī veikta situācijas analīze, rezultātus apkopojot starptautisku konferenču referātos. Iegūtie rezultāti liecināja, ka Latvijas programmatūras izstrādātāji ievēro starptautiski atzītas programmatūras testēšanas praksi, tomēr ir arī virkne nianšu. Piemēram, tā kā projekti pārsvarā ir orientēti uz pirmreizējo programmatūras izstrādi, nav novērojama sistemātiska testēšanas automatizācija, un liela nozīme ir manuālās testēšanas metodēm. Autors ir novērtējis, kas ir būtiskākais testēšanas grupas izveidošanai.

Trasējamība. Novērtējot, kādas problēmas eksistē testēšanas procesā, turpmākajā darbā autors novēroja, ka būtiska problēma ir uzturēt trasējamības informāciju reāla projekta apstākļos. Lai arī sākotnēji nekādas likumsakarības netika formulētas, pirmie novērojumi bija pietiekams pamats, lai tālāk veiktu eksperimentus un novērojumus trasējamības jomā. Trasējamība tradicionāli tiek definēta kā spēja izsekot tam, kā prasības pārveidojas citos projekta informācijas tipos, kā arī – kas ir prasību avots. Labi nodrošinātas trasējamības apstākļos var viegli pārliecināties, cik daudz un kā ir realizētas prasības, kā tās ir pārbaudītas, un arī atbildēt uz virkni citu ar programmatūras kvalitāti saistītu jautājumu.

Trasējamība ir viena no programmatūras izstrādes procesa īpašībām, bez kuras teorētiski nav iespējams uzbūvēt jebkādu netriviālu programmatūru, kas izpilda kādus konkrēti definētus uzdevumus. Praksē visbiežāk par trasējamību netiek runāts vispār, tādēļ var šķist, ka tās nav. Tomēr tā bieži vien ir neformālā, vāji izteiktā vai formalizēti nedefinēta veidolā. Autora veiktā aptauja Latvijas IT kompānijās notiekošajos projektos atklāja faktu, ka lielākā daļa projektu uzskata, ka par trasējamību nedomā, tomēr tajā pašā laikā daļai no šādi apgalvojošu projektu bija labi strukturēti trasējamības modeļi, kas ļauj pārvaldīt projektā esošo informāciju.

Autors konstatēja trasējamības nozīmi testēšanas procesā, kā arī to, ka šis fakts līdz šim ir pētīts minimāli.

Savstarpējā ietekme. Balstoties uz darba ietvaros formulētajām tipiskākajām testēšanas procesa norisēm un trasējamības problēmām, tiek izvirzīts no trijām daļām sastāvošs apgalvojums par testēšanas un trasējamības savstarpējo saistību. Autors saskata iespēju, ka trasējamības uzlabošana var uzlabot testēšanu. Tika izvirzīts priekšlikums, ka trasējamību var uzlabot ar atbalstošas programmatūras (rika) palīdzību. Darba ietvaros ir sniegti identificēto problēmu risinājumi un ir pamatots apgalvojums ar autora veiktajiem pētījumiem un

trasējamības rika “*Tracelt*” lietošanu.

Atbalstošs rīks. Lidztekus teorētiskiem novērtējumiem par trasējamības veidiem un formām programmatūras izstrādes projektos autors lika pamatus eksperimentālam programmatūras rīkam “*Tracelt*”. Tā mērķis bija atbalstīt trasējamību, būt relatīvi vienkāršam un pielāgojamam dažādiem projekta apstākļiem.

Autors definēja šāda rīka sākotnējo koncepciju, kā arī noorganizēja rīka “*Tracelt*” izstrādi un eksperimentālu ieviešanu vairākos reālos programmatūras projektos, ko atspoguļoja publikācijās un referātos starptautiskās konferencēs. Rīks ir konfigurējams ar meta-modeļa palīdzību, un katrā projektā tas ir pielāgojams konkrētā projekta prasībām. Ņemot vērā to, ka jau rīka koncepcijas izstrādes laikā kļuva skaidrs, ka minētais trasējamības risinājums varētu atbalstīt trasējamību ne tikai testēšanas procesā, bet arī citos programmatūras izstrādes procesos, rīka eksperimentālā ekspluatācija tika veikta dažāda tipa programmatūras projektos. Pēc pirmajos izmēģinājumos iegūtajiem veiksmīgajiem rezultātiem tika veikti pētījumi par to, kādas trasējamības īpašības ir tieši testēšanas procesam, un par šo tēmu sagatavotas atbilstošas publikācijas. Runājot par rīka reālo izmantojamību, to trīs gadu garumā izmantoja vairāk nekā 20 projektos. Ir apzināts tā lietotāju vērtējums, kā arī sagatavotas prasības, kā programmatūras projektā izmantojamajiem rīkiem ir jāatbalsta trasējamība.

Galvenie rezultāti. Ja jāraksturo doktora darba ietvaros sasniegtais, tad būtiskākais praktiskais rezultāts ir rīks “*Tracelt*”, kas atbalsta ne tikai testēšanas procesu, bet ir veiksmīgi izmantojams arī citos programmatūras procesos, jo saistība ar testēšanu tam nav stingra, bet gan izrietoša no konkrētās konfigurācijas. Balstoties uz lietotāju sniegtajiem vērtējumiem, autors ir pārliecināts, ka rīka izmantošana programmatūras izstrādes un testēšanas projektos sniedz atbalstu projekta dalībniekiem tajās programmatūras izstrādes aktivitātēs, kurās nepieciešams pārzināt projekta informatīvās saites un informācijas vienumu izmaiņas. 🐦

JANIS JANSONS

LU DOCENTS JĀNIS FRIDRICHSONS* – 100



1. att. Jānis Fridrichsons ap 1930. gadu.

Jānis Fridrichsons (1. att.) dzimis 1906. gada 17. janvārī Tukuma apriņķa Remtes pagasta Vecsātu muižā Kārļa un Annas, dzim. Dunsdorfas, ģimenē kā jaunākais no sešiem bērniem. Trīs no bērniem – Žanis, Fricis un Ansis – jau bija miruši agrā bērnībā ar “galvas karsoni” (varētu būt – meningīts). Tēvs bija galdnieks Vecsātu lauksaimniecības skolā. 1910. gadā ģimene pārcēlās uz Tallinu,

kur Jānis mācījās vācu pamatskolā. Tēvs Tallinā nomira, un māte ar meitu Helēnu un dēliem Kārli un Jāni 1920. gadā atgriezās dzimtenē un apmetās uz dzīvi Rīgā.

Jāņa māsa Helēna (Lienite) bija skolotāja – audzinātāja garā vājiem bērniem, nebija precējusies, mira 1933. vai 1934. gadā. Reiz, drīz pēc kara, ejot ar māti gar Universitātes ēku, Lienite esot teikusi: “Vienam no Fridrichsoniem reiz pa šīm durvīm jāiet.” Apstākļi toreiz bija grūti, māte reizēm pelnījās ar veļas mazgāšanu. Jānis vēl gāja skolā, bet jau pelnījās, kā varēja, taču arī labprāt spēlēja futbolu.

Jānis 1921. gadā iestājās Rīgas pilsētas 4. vidusskolā. Tā bija reāla novirziena skola, kas izcēlās ar savu demokrātisko un brīvdomības garu. Skolā par fizikas skolotāju strādāja Cezars Serģis, kurš līdztekus bija subasistents LU Fizikas institūtā (FI) pie profesora F. Gulbja. Iespējams, ka skolotājs C. Serģis ar savām plašajām zināšanām un fizikas mācīšanas veidu – pēc iespējas vairāk rādīt fizikas atklājumu praktisko vērtību tautsaimniecības, tehnikas un zinātnes attīstībā – saistīja un iedvesmoja Jāni. Viņš pēc vidusskolas beigšanas 1925. gadā rudenī iestājās un sāka sekmiģi studēt LU Matemātikas un dabas zinātņu fakultātē fiziku. Māsas vēlēšanās piepildījās [1–3].

Jau 1927. gadā FI direktors docents Gulbis pieņēma J. Fridrichsonu darbā par subasistentu. Pēc gada 9. jūnijā Jānis salaulājās ar Martu Ābolu. Viens no lieciniekiem bija viņa fizikas skolotājs C. Serģis. Jaunajai ģimenei 1931. gada 1. oktobrī piedzima meita

* Uzvārdā saglabāta pirmskara laika rakstība.



2. att. J. Frīdrihsons ar meitu Metu 1933. gadā.

Meta (2. att.), kura profesijas izvēlē gāja viņa pēdās dabas zinātņu laukā (3. att.).

1928. gadā J. Frīdrihsons ļoti aktīvi nodarbojās ar elektrotehnikas un radioamatierisma popularizēšanu. Viņš tajā gadā publicēja četras grāmatas par minētajiem jautājumiem [sk. pielikumā J. Frīdrihsona popularizētisko grāmatu sarakstu, 1–4]. Pēc to satura var spriest, ka J. Frīdrihsons jau kopš bērnības ir pats aizrāvēs ar tehnisko amatierismu un šajās grāmatās ir apkopojis praktiskās atziņas, balstītas uz paša pieredzi. Arī vēlāk viņš turpināja palīdzību ar grāmatām radioamatieriem [5, 6].

J. Frīdrihsons kā pirmais FI ieguva Polijas Izglītības ministrijas stipendiju, lai 1929. gadā praktizētos Varšavas Universitātes Eksperimen-

tālās fizikas institūtā pie profesora S. Pieņkovska. 1930. gadā viņš atkārtoti ieguva šo stipendiju. Tur izstrādāja pirmos zinātniskos darbus atomu optiskajā spektroskopijā [1–6], kaut gan vēl nebija pabeidzis studijas. Jāatzīmē, ka tieši ar J. Frīdrihsona darbiem sākās atomu optiskās spektroskopijas virziens LU, ko turpināja R. Siksnis (sk. *ZvD*, 2001. g. *rudens*, 46.–48., 57.–66. lpp.) un L. Jansons (sk. *ZvD*, 1999. g. *rudens*, 29.–38. lpp.), bet E. Krauliņa (sk. *ZvD*, 2003. g. *pavasaris*, 26.–35. lpp.) 1967. gadā nodibināja LVU Spektroskopijas problēmu laboratoriju, kuru viņas skolnieks M. Jansons 1994. gadā pārveidoja par LU Atomfizikas un spektroskopijas institūtu.



3. att. J. Frīdrihsona ģimene meitas Metas bakalaura grāda svinībās 1956. gadā.

1934. gadā J. Fridrichsons pabeidza LU, aizstāvot zinātņu kandidāta (maģistra) darbu par izkļiedes X-staru (jeb rentgenstaru) intensitātes azimutālo sadalījumu. Viņu ievēlēja par jaunāko asistentu. No 1934. gada marta līdz 1936. gada septembrim viņš dienēja obligātajā karaklausībā. Atgriežoties no dienesta, tika ievēlēts par asistentu, 1938. gadā – par vecāko asistentu. Pamatā viņš vadīja studentiem laboratorijas praktiskos darbus.

J. Fridrichsons bija klusas dabas cilvēks. Bez darbošanās fizikā un tehnikā viņam patika mācīties svešvalodas. Attiecībās ar līdzgaitniekiem bija draudzīgs un nešķīroja cilvēkus pēc ieņemamā amata (4. att.). Tomēr visdraudzīgākās attiecības viņam izveidojās ar R. Siksnu un L. Jansonu (5. att.), jo visi no šīs trijotnes bija papildinājušies optiskajā spektroskopijā Varšavas Universitātes Eksperimentālās fizikas institūtā.

Galvenais vaļasprieks J. Fridrichsonam bija atrašanās dabā, it īpaši pie ūdeņiem. Atvaļinājuma laikā viņš kopā ar Martu ceļoja uz divriteņiem pa dzimto zemi. Reiz braucienā pa Vidzemi paņēma līdzī pat meitu Metu, sēdinot uz maza sēdekliša, kas bija piestiprināts pie tēva divriteņa rāmja stūres tuvumā.

1939. gada sākumā J. Fridrichsons pabeidza habilitācijas darbu par X-staru radīto fotoelektronu un izkļiedes elektronu skaita atiecību [4]. Pēc aizstāvēšanas viņš ieguva privātdocenta tiesības un pārņēma repatriētā vecākā docenta F. Treija lekcijas. Bija viens no dibinātājiem un biedrs Latvijas Fizikas un ma-



4. att. LU FI ierindas darbinieki 1934. gadā. Sēž (*no kreisās*): subasistents R. Krastiņš un mācību meistars J. Celinskis. Stāv (*no kreisās*): mehāniķi V. Jansons un R. Štrauss, asistents J. Fridrichsons, nezināms, subasistents P. Auziņš, nezināms, subasistents A. Apinis, mehāniķis K. Bērziņš.

temātikas biedrībā. 1940. gadā tika ievēlēts par docentu. Lasīja eksperimentālās fizikas kursu LU medicīnas, dabaszinātņu, farmācijas, inženierzinātņu studentiem, kā arī lekcijas optikā, spektroskopijā, X-staru fizikā, mērīšanas metodēs un vadīja fizikas laboratoriju darbus vecāko fizikas kursu studentiem. Zinātniski pētnieciskā darbā varēja nodarboties pamatā tikai ar X-staru iedarbību uz vielām, jo Varšavā sāktos optiskās spektroskopijas pētījumus turpināt FI praktiski nebija iespējams modernas spektrālās aparatūras trūkuma dēļ. Bez tam sākās Otrais pasaules karš, mainot gan Latvijas, gan tās pilsoņu likteņus.

Docents J. Fridrichsons 1942. gada janvārī pārgāja strādāt uz Jelgavas Lauksaimniecības akadēmiju par Fizikas un meteoroloģijas katedras vadītāju docenta R. Siksnas vietā, kuram bija pasliktinājusies veselība. J. Fridrichsons LU palika par ārštata docentu. Lauksaimniecības akadēmijā viņš lasīja lekcijas fizikā, meteoroloģijā un ievadu augstākajā matemātikā.



5. att. "Varšavas fiziķu trijotne" ar kundzēm 1937. gadā. *No kreisās*: Ludvigs Jansons, Milda Sikсна, Marta Fridrichsone, Reinhards Sikсна, Alma Jansone un Jānis Fridrichsons.

1944. gada vasarā, kad profesors F. Gulbis bija evakuējies uz Vāciju un pēc tam aizbrauca arī R. Sikсна, Fridrichsons īsu brīdi bija FI direktora vietas izpildītājs. Kad, sekojot ģimenei, pats devās uz rietumiem, 3. oktobrī atstāja vēstuli docentam L. Jansonam ar vārdiem: “*Tad nu uzņemies Tu, ja vari, to vadību.*” [5].

Vācijā J. Fridrichsons nonāca Sudetijā, kur sameklēja sievu un meitu kādā bēgļu nometnē. Viņš kļuva skolotājs Varnsdorfā, kur strādāja līdz 1945. gadam. Tuvojoties frontei no austrumiem, Fridrichsoni atsāka bēgšanu un pēc Vācijas kapitulācijas nonāca franču zonā. No 1945. līdz 1946. gadam J. Fridrichsons strādāja latviešu bēgļu nometnes vidusskolā Ēbenveilerā, bet no 1946. gada – bēgļu palīdzības organizācijā *UNRRA (United Nations Relief and Rehabilitation Administration* – Apvienoto Nāciju Palīdzības un rehabilitācijas administrācija) par darba pārvaldes vadītāju, jo labi mācēja vācu, angļu, krievu, franču un poļu valodu [1].

1949. gadā Fridrichsonu ģimene izceļoja uz Austrāliju. Tur J. Fridrichsons kopš 1950. gada strādāja Melburnā Valsts zinātnes un rūpniecības pētniecības organizācijas (*Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization – CSIRO*) Ķīmiskās fizikas nodaļā. Tur viņa amata apzīmējums sākumā bija “*Research Scientist*” (pētnieks); tam sekoja 1954. gadā paaugstinājums uz “*Senior Research Scientist*” (vecākais pētnieks) un 1958. gadā uz “*Principal Research Scientist*” (vadošais pētnieks). Viņš arī bija žurnāla “*Structure Reports*” līdzstrādnieks, biedrs “*Australian and New Zealand Association for the Advancement of Science*” un Austrālijas Kristalogrāfu biedrībā.

7. att. Upsalā 1963. gadā. Sēž otrs no kreisās J. Fridrichsons, ceturtais – R. Sikсна.

J. Fridrichsons LU pētīja fluorescences parādības gāzēs un metālu tvaikos, kā arī X-staru iedarbību uz vielu. Publicēja astoņus zinātniskus darbus, kā arī vismaz sešas populārzinātniskas grāmatas. Austrālijā nodarbojās ar rentgenkristalogrāfiju. Uzlabojot aparatūru un metodiku, izpētīja daudzu komplikētu organisko vielu molekulu uzbūvi. Publicēja 28 zinātniskus darbus, vairākus populārzinātniskus rakstus un piedalījās piecās starptautiskās konferencēs [1]. Kristalogrāfijas kongresā Romā 1963. gadā viņš satika slaveno latviešu ķīmijas profesoru Mārtiņu Straumani (6. att.) un pēc tam Upsalā satikās ar profesoru Reinhardu Sikсну (7. att.).



6. att. Doc. J. Fridrichsons ar prof. M. Straumani kristalogrāfijas kongresā Romā 1963. gadā.



Melburnā J. Fridrichsons atjaunoja pazišanos ar izcilo latviešu fizikas skolotāju Andreju Bumbēru un, sekojot Bumbēra ierosinājumam, 1952. gadā iestājās akadēmiskajā vienībā “*Austrums*”. Būdam kluss, satīcīgs un draudzīgs, viņš bija “*Austruma*” vecāko biedru padomē, reizēm arī to vadīja. Skaidroja latviešu vēsturi un dzīvesziņu. Meita Meita beidza Melburnas Universitāti ķīmijas jomā un 1962. gadā sāka strādāt Austrālijas Na-



8. att. J. Fridrichsons savā pensionēšanās dienā kopā ar Dr. A. McL. Mathiesonu pie “*Picker*” X-staru difraktometra 1967. gadā.

← 9. att. J. Fridrichsons pie sava ceļojumu “*Volkswagen*” autobusiņa.

↓ 10. att. Marta un Jānis Fridrichsoni, ceļojot pa Austrāliju 80. gados.



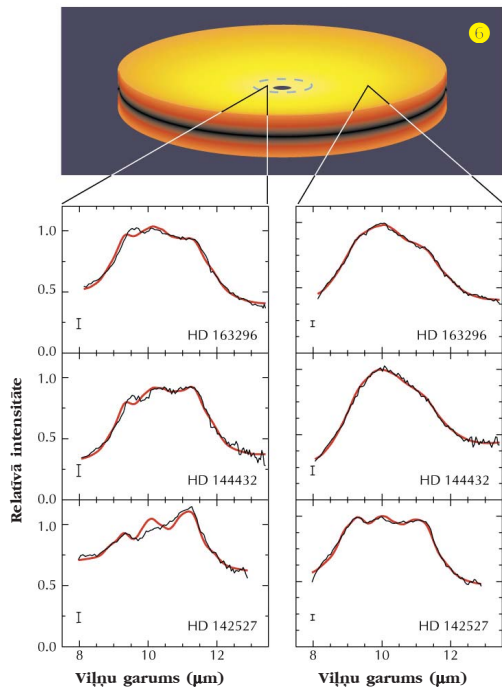
cionālajā universitātē (ANU) Kanberā.

J. Fridrichsons aizgāja pensijā 1967. gadā. Pensionēšanās dienā viņš nofotografējās kopā ar ilggadējo nodaļas vadītāju, kolēģi un draugu Dr. A. McL. Mathiesonu pie “*Picker*” X-staru difraktometra (8. att.).

Drīz pēc pensionēšanās viņš nopirka nelielu “*Volkswagen*” autobusu (9. att.), ko pats iekārtoja ceļošanas vajadzībām, un kopā ar kundzi Martu sāka apceļot Austrāliju (10. att.). 1972. gadā Jānis un Marta Fridrichsoni pārcēlās dzīvot uz Kanberu. Bez tam 80. gadu sākumā viņi nopirka nelielu vasarnīcu jūrmalā pie Klusā okeāna, jo Fridrichsoniem no ūdeņiem visvairāk patika jūra.



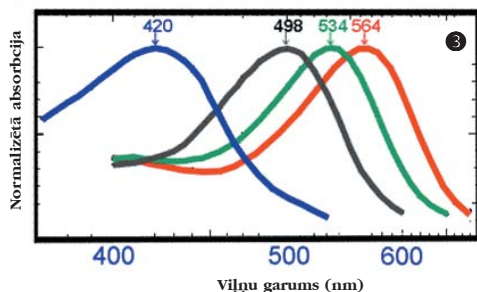
Docents J. Fridrichsons aizgāja mūžībā 1987. gada 15. jūlijā. Viņu izvadīja no Sv. Pētera luterāņu baznīcas Kanberā, piedaloties lielam draugu un paziņu pulkam. J. Fridrichsons daudziem palicis labā piemiņā kā zinātnieks, kurš sarežģītus jautājumus skaidroja viegli un saprotami [6].



6. Attēla pašā augšā shematiski uzzīmēts apzvaigznes disks ar norādēm uz diska iekšējo un ārējo malu. Zemāk zvaigžņu *HD163296*, *HD144432* un *HD142527* disku iekšējās (*kreisajā pusē*) un ārējās (*labajā pusē*) malas infrasarkanie spektri (*melnās līnijas*). Abu disku malu spektri atšķiras, liecinot par minerālu atšķirību to sastāvā. Iekšējās malas spektra līknes virsotnes saplacinājums norāda uz daļiņu lielākiem izmēriem, bet spektra izcilnis pie 11,3 μm norāda uz kristālisku silikātu klātbūtni. Sarkanā līnija demonstrē minēto minerāļu maisījuma modelētā spektra vislabāko tuvinājumu.

ESO PR foto

Sk. Z. Alksnes, A. Alkšņa rakstu "Citplanētu atklāšanas desmit gadu".



1. att. Oriona miglājs M42, kāds tas redzams ar aci teleskopā (*pa kreisi*) un kāds tas redzams astronomiskajā fotogrāfijā.

3. att. Acs fotoreceptoru spektrālās jutības līknes. Nūjiņu jutību attēlo melnā līkne, krāsainās līknes parāda vāļišu jutību.

Bowmaker& Dartnall, 1980



Sk. V. Karitāna rakstu "Vizuālās astronomijas iespēju robežas".

Plutona izmēru salīdzinājums ar Zemi un Mēnesi.

NASA/JHU/SwRI
zīmējums

Sk. J. Jaunberga rakstu
"Ceļojums uz Saules
sistēmas krēslas zonu".



Plutons
2300 km



Haleja komēta
12 km



Kvavars
1250 km



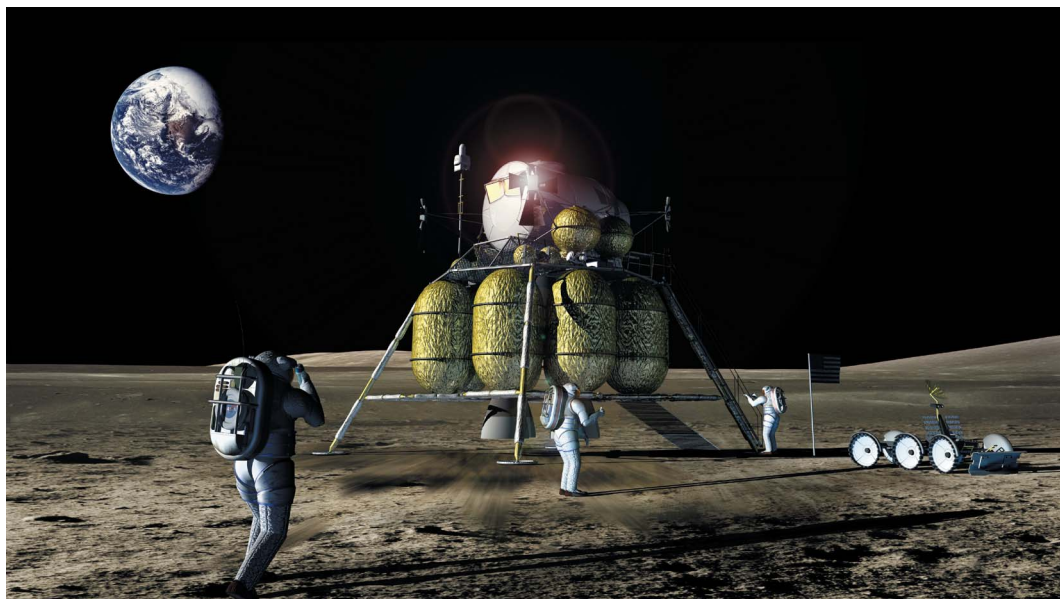
Sedna
1800 km



Mēness
3500 km



Zeme
12,800 km



Ekspedicija uz Mēness 2018. gadā.

NASA zīmējums

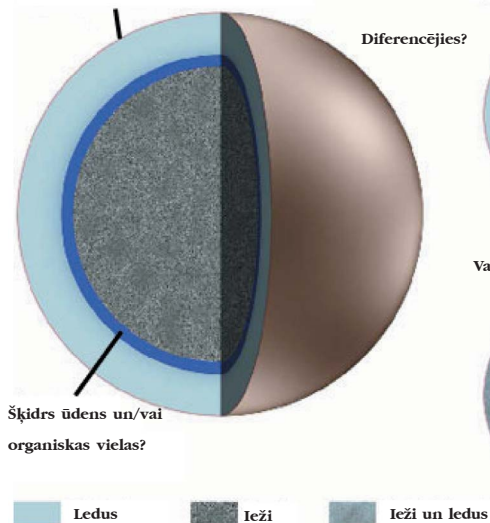
Sk. J. Jaunberga rakstu "Mēness un Marsa ekspediciju nesējraķetes".

Plutons

Rādiuss 1,140–1200 kilometri

Vidējais blīvums 1,75–2,15

Virsmas materiāli N_2 , CH_4 , CO , H_2O , darva?

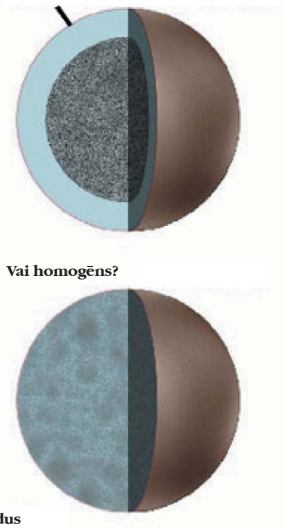


Hārons

Rādiuss 600–650 kilometri

Vidējais blīvums 1,3–2

Virsmas materiāli H_2O , NH_3 ?



a) Plutona un Hārona dziļu modeļi.

NASA/JHU/SwRI
zīmējums

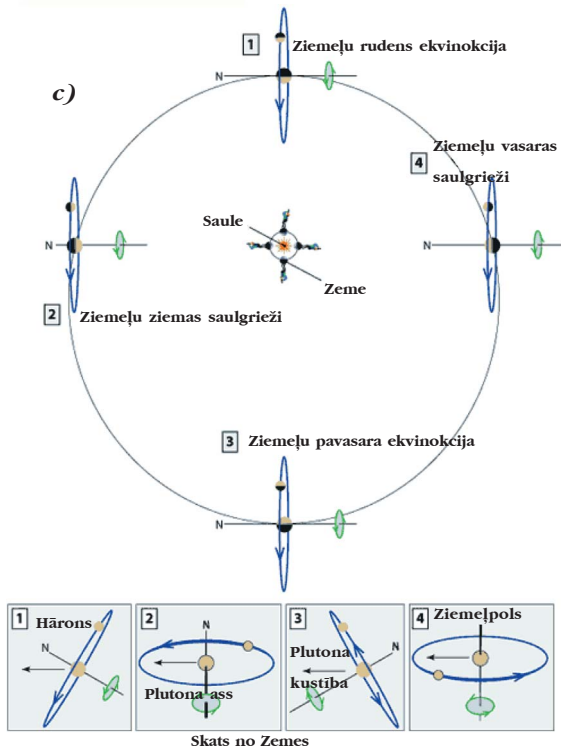
b) Antenas montēšana uz "New Horizons" zondes. Redzama zondes iekšpuse.

NASA/JHUAPL/SwRI
attēls

c) Plutona orbīta un gadalaiki.

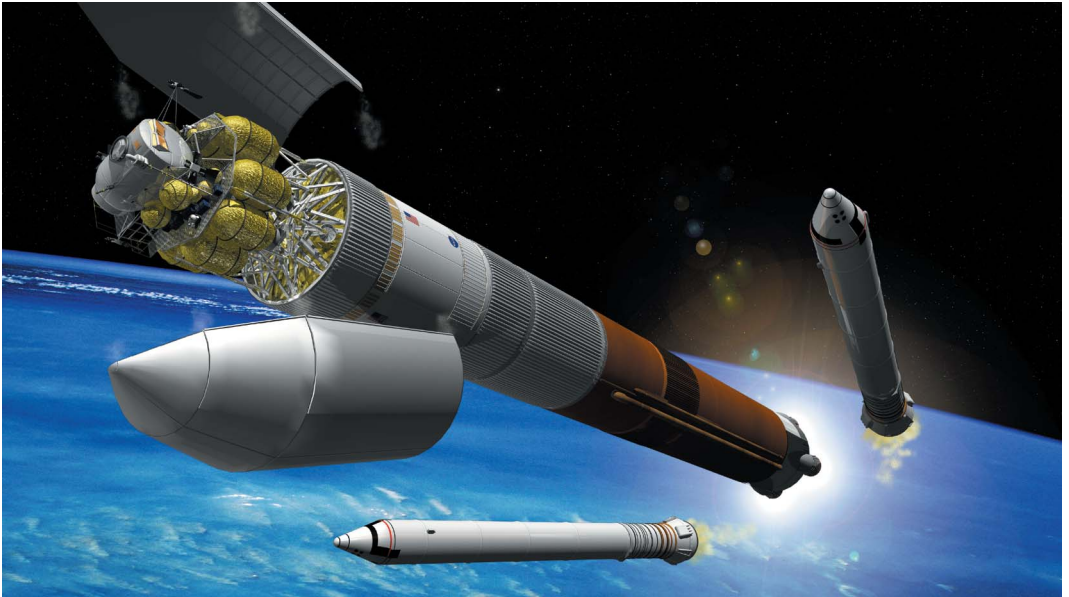
NASA/JHU/SwRI
zīmējums

Sk. J. Jaumberga rakstu "Ceļojums uz Saules sistēmas krēslas zonu".





Pilotējamais kuģis CEV 2012. gadā tuvojas pabeigtai Starptautiskajai kosmiskajai stacijai.



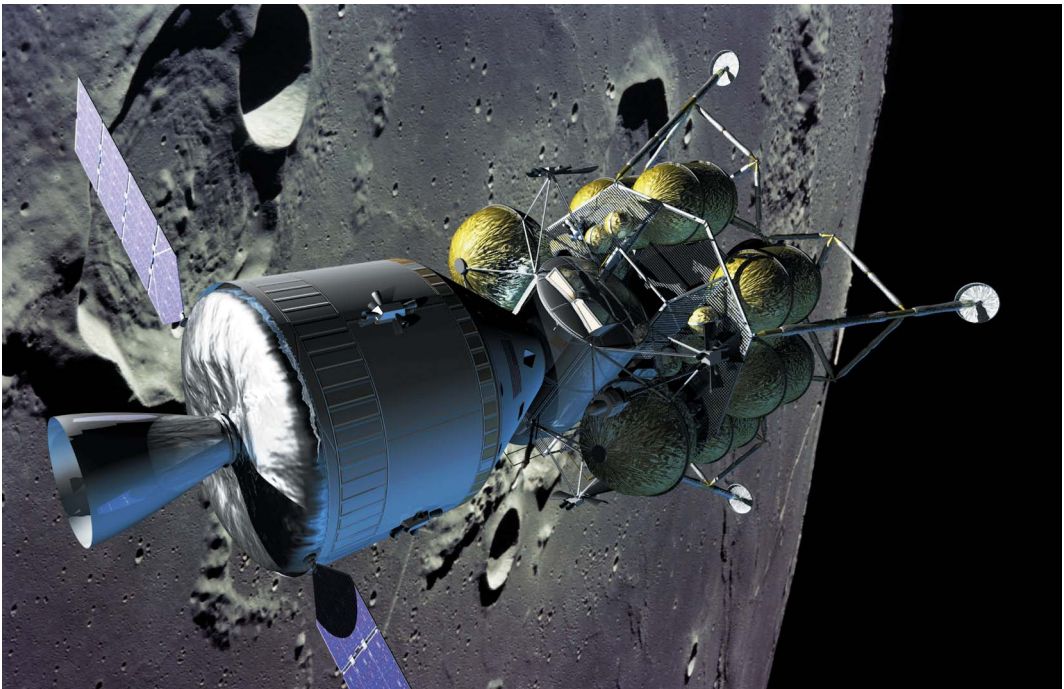
Mēness kravas starts ar smago nesēja raketi.

NASA zīmējumi

Sk. J. Jaunberga rakstu "Mēness un Marsa ekspedīciju nesēja raketes".

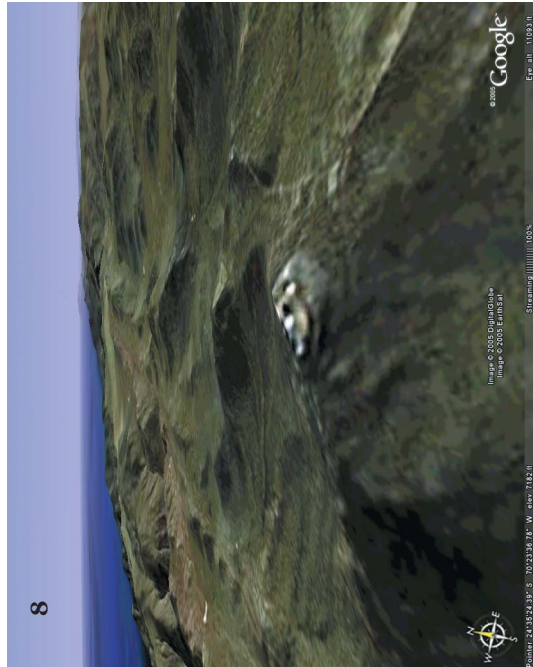


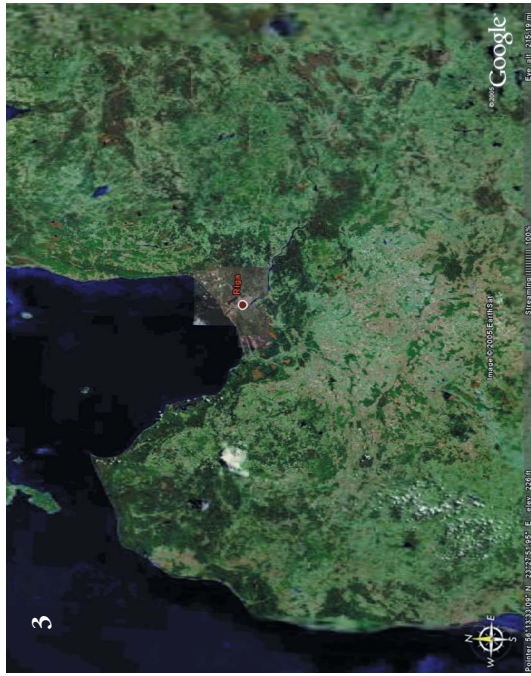
Pilotējamais kuģis *CEV* un Mēness krava atstāj Zemi.



Pilotējamais kuģis *CEV* un Mēness kabine orbitā ap Mēnesi.
Sk. J. Jaunberga rakstu "Mēness un Marsa ekspedīciju nesējraķetes".

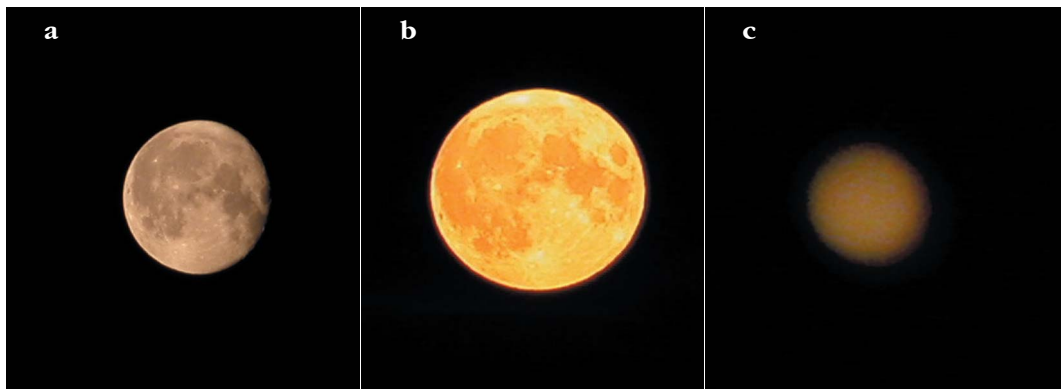
NASA zīmējumi



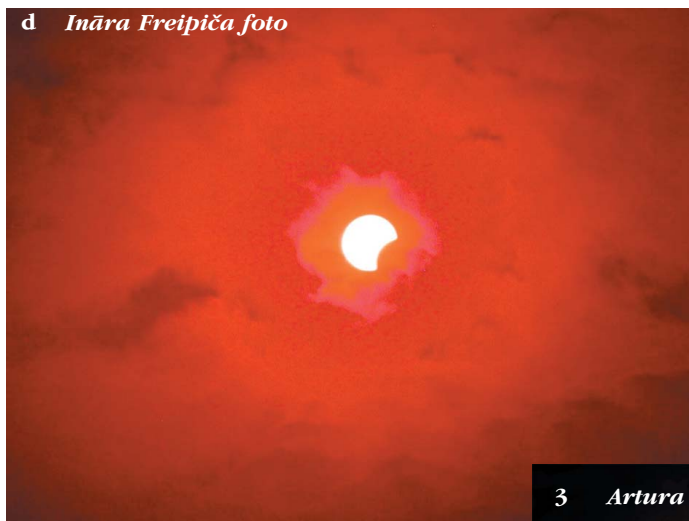


1. att. "Google Earth" sākuma skats – Zemes kopskats.
2. att. Lietotājs pietuvina skatu Eiropai.
8. att. Telpisks skats uz Eiropas Dienvidu observatorijas VLT observatoriju.
12. att. RATAN-600 radioteleskops Krievijā.
3. att. Tālāk pietuvinām skatu Latvijai.
5. att. Rīgā varam izvēlēties apskatīt centru, kur ir redzama Latvijas Universitātes centrālā ēka (tur atrodas "Zvaigžņotās Debess" redakcijas kolēģija).
6. att. Varam tuvplānā aplūkot LU Fizikas un matemātikas fakultātes teritoriju Rīgā, Zeļļu ielā.

Sk. M. Gilla rakstu "Google Earth" – tā pati Zeme, bet citādi".



a, b – Pilnmēness Jāņu naktī ($3^{\text{h}}40^{\text{m}}$) pie Elejas un 19. augusta vakarā ($21^{\text{h}}45^{\text{m}}$) pie Juglas ezera, fotoaparāts “*Nikon Coolpix5700*”, opt. paliel. 8x, atv. $f/4$ un $f/7,4$, eksp. $1/30$ un $1/8$ s; c – Marss 1. novembra vakarā Bukultos, pie teleskopa “*Soligor MT-750/6*” piekombinēts “*Nikon Coolpix 5700*”, optiskais palielinājums 300x (50x teleskopam un 6x fotoaparātam). Ekspozīcijas $1/8$ s, bet atvērums $f/7,2$. *Ināra Freipiča foto*



d *Ināra Freipiča foto*



e *Alekseja Sokolova foto*

d – Rīgā (Ērgļu ielā 7) $12^{\text{h}}16^{\text{m}}$, fotoaparāts “*Nikon Coolpix5700*”, filtrs no 2xFDD, ekspozīcija $1/2$ s, opt. paliel. 5,4x, atv. $f/4$.

e – Saules projekcija (*TAL-M*, okulārs “*Plossl*” 25 mm) Saulkrastos $12^{\text{h}}58^{\text{m}}$, “*Zenit-E*” (“*Industar*” 50–2), ekspozīcija $1/60$ s.

3. att. Neilgi pēc aptumssuma maksimuma. Uzņēmums ar fotoaparātu “*Zenit-122*” un 10x50 binokli.

Sk. A. Barzda rakstu “3. oktobra Saules aptumsuma novērojumi”.



3 *Artura Barzda foto*

Atsauces

1. "J. Fridrichsona paplašinātais dzīves un darba gājums". – Uzrakstīja un atsūtīja ar pielikumiem meita M. Šterna 2001. g.; arī sarakste. Glabājas Fizikas vēstures krātuvē (FVK).
2. Latvijas Valsts Vēstures arhīvs, 7427. f., 13. apr., 507. l., 121 lp.
3. Rimšans A. "Docentu Jāni Fridrichsonu pieminot". – "Akadēmiskā dzīve", 31 (1989), 94.–95. lpp.
4. Fridrichsons J. "X-staru radīto fotoelektronu un izkļaides elektronu skaita attiecība". – Habilitācijas darbs LU Fizikas institūtā, 1939., 46 lp. Glabājas FVK.
5. Fridrichsons J. "Vēstule L. Jansonam 3.10.1944.". – Glabājas FVK.
6. Dravnieks F. "Intervija pa tālruni no Mineapoles, ASV, 2001. g. 25. jūl." – Ieraksts glabājas FVK.

Pielikums

J. Fridrichsona publikācijas

Pirms emigrācijas līdz 1944. gadam publicētie zinātniskie raksti

1. "Über die Resonanzstrahlung des Mangandampfes". – Z. Phys., 64, 1930, 43.
2. "Weitere Untersuchungen ueber die Resonanzstrahlung des Mangandampfes". – Z. Phys., 68, 1931, 550–553.
3. "Sur le spectre de resonance de la vapeur de soufre". – Compt. Rend. Acad. Sci. Paris, 192, 1931, 737.
4. "Über das Resonanzspektrum des Schwefeldampfes". – Z. Phys., 70 (1931), 463.
5. "O fluorescenci parū manganu". (Über die Fluorescenz des Mangandampfes). – Compt. Rend. Soc. Pol. de Phys. Warszawa, V, 4, 1931, 337–342.
6. "Untersuchungen ueber die Fluoreszenzstrahlung des Mangandampfes". – Bull. Int. Acad. Sci. Polon. A, 1931, 6.
7. "Zur Strahlen- und Wellenoptik". (Kopā ar F. Treiju) – Phys. Zs., 1934.
8. "On the number of photo- and recoil electrons produced by X-rays in air". – Acta Univers. Latv., 1940.

Populārzinātniskās grāmatas


1. "Dinamo būve". – "Jaunais Techniķis", Nr. 15, "Atbalss", R., 1928., 52 lpp.
2. "Īsie vilņi". – "Jaunais Techniķis", Nr. 19, "Atbalss", R., 1928., 64 lpp.
3. "Galvaniskie elementi un anodbaterijas – viņu pašpagatavošana un pielietošana". – "Jaunais Techniķis", Nr. 20, R., 1928., 64 lpp.
4. "Skaļruņi". – "Radio Draugu Bibliotēka", Nr. 5, "Atbalss", R., 1928., 96 lpp.
5. "Vienkāršas un lētas radioiekārtas pilsētām un laukiem". – "Atbalss", R., (~1932.), 164 lpp.
6. "Būvapraksti radiouztvērējiem un pastiprinātājiem". – "Atbalss", R., (~1933.), 32 lpp.

Pēc 1949. gada publicētie zinātniskie raksti

1. R. G. Curtis, J. Fridrichsons and A. McL. Mathieson. "Structure of lanostenol". – Nature, 170, 1952, 321.
2. J. Fridrichsons and A. McL. Mathieson. "Crystal structure of lanostenyl iodoacetate". – J. Chem. Soc., 444, 1952, 2159.
3. J. Fridrichsons and A. McL. Mathieson. "Structure of a derivative of cryptopleurine". – Nature, 173, 1954, 719.
4. "Intensity distribution in long-spacing X-ray patterns in a series of even long chain n-alcohols and n-acids". – Aust. J. Chem. 8, 1955, 339.
5. J. Fridrichsons and A. McL. Mathieson. "A direct determination of molecular structure: DL-iso cryptopleurine methiodide". – Acta Cryst., 8, 1955, 761.
6. "A high temperature adaptor for X-ray powder cameras". – Rev. Sci. Instr., 27, 1956, 1015.
7. J. Fridrichsons and A. McL. Mathieson. "Low temperature attachment for a single crystal equi-inclination Weissenberg goniometer". – Rev. Sci. Instr., 29, 1958, 784.
8. A. F. Beecham, J. Fridrichsons and A. McL. Mathieson. "The crystal structure of tosyl-L-prolyl-L-hydroxyproline monohydrate". – J. Amer. Chem. Soc., 80, 1958, 4739.
9. J. Fridrichsons, A. McL. Mathieson and G. M. Stiff. "Adjustment of X-ray foci and goniometers". – Rev. Sci. Instr., 30, 1959, 375.

10. "Calibration of single crystal Weissenberg films". – Amer. Mineralogist, 44, 1959, 200.
11. J. Fridrichsons, A. McL. Mathieson and D. J. Sutor. "The molecular structure and absolute configuration of jacobine bromhydrin". – Tetrahedron Letters, No. 23, 1960, 3 1.
12. J. Fridrichsons and A. McL. Mathieson. "The molecular structure and absolute configuration of thelepogine methiodide". – Tetrahedron Letters, No. 26, 1962, 18.
13. J. Fridrichsons and A. McL. Mathieson. "The crystal structure of himbacine hydrobromide at -150 °C". – Acta Cryst., 15, 1962, 119.
14. J. Fridrichsons and A. McL. Mathieson. "Structure of sporidesmin: a caustive agent of facial eczema in sheep". – Tetrahedron Letters, No. 26, 1962, 1265.
15. J. Fridrichsons and A. McL. Mathieson. "The crystal structure of tosyl-L-prolyl-L-hydroxyproline monohydrate". – Acta Cryst., 15, 1962, 569.
16. J. Fridrichsons and A. McL. Mathieson. "Image seeking. A brief study of its scope and comments on certain limitations". – Acta Cryst., 15, 1962, 1065.
17. J. Fridrichsons and A. McL. Mathieson. "The crystal structure of thelepogine methiodide at -150 °C". – Acta Cryst., 16, 1963, 206.
18. J. Fridrichsons, A. McL. Mathieson and D. J. Sutor. "The crystal structure of jacobine bromhydrin at -150 °C". – Acta Cryst., 16, 1963, 1075
19. J. Fridrichsons and A. McL. Mathieson. "Simple device for growing single crystals by the hot wire method". – Rev. Sci. Instr., 34, 1963, 1270.
20. J. Fridrichsons and A. McL. Mathieson. "The structure of the methylene dibromide adduct of sporidesmin at -150 °C". – Acta Cryst., 18, 1965, 1043.
21. A. F. Beecham, J. Fridrichsons and A. McL. Mathieson. "The structure and absolute configuration of gliotoxin and the absolute configuration of sporidesmin". – Proceedings of 4th International Symposium of Chemistry of Natural Products, Stockholm, 1966, Sec. 2 B, p. 104; Tetrahedron Letters, No. 26, 1962, 1265.
22. J. Fridrichsons, M. F. Mackay and A. McL. Mathieson. "The molecular structure of hodgkinsine, C₃₃H₃₈N₆". – Tetrahedron Letters, No. 36, 1967, 3521.
23. J. Fridrichsons and A. McL. Mathieson. "The crystal structure of gliotoxin". – Acta Cryst., 23, 1967, 439.
24. J. Fridrichsons, M. F. Mackay and A. McL. Mathieson. "The absolute molecular structure of kreisiginine and of morphine". – Tetrahedron Letters, No. 23, 1968, 2887.
25. J. Fridrichsons and A. McL. Mathieson. "The crystal structure of coclaurine hydrobromide monohydrate and absolute configuration of coclaurine". – Tetrahedron, 24, 1968, 5785.
26. J. Fridrichsons, M. F. Mackay and A. McL. Mathieson "The absolute molecular structure of (+)kreisiginine". – Tetrahedron, 26, 1970, 1869.
27. J. Fridrichsons, A. McL. Mathieson and L. F. Power. "Crystal structure of dinitro (2, 9-dimethyl-1, 10-phenanthroline)-palladium (II)". – J. Cryst. Mol. Struct. 1, 1971, 333.
28. J. Fridrichsons, M. F. Mackay and A. McL. Mathieson. "The absolute molecular structure of hodgkinsine". – Tetrahedron, 30, 1974, 85.

Populārzinātniski raksti

1. "Molekulu struktūras noteikšana ar X-staru difrakcijas palīdzību". – "Technikas Apskats", 43, 1964., 8.–14. lpp.
2. Mācības spēku un studijas beigušo kvalificējumi (salīdzinājums ar Latvijas Universitāti). – Arhīvs, VIII, 1967., 23.–30. lpp. 

Par "Zvaigžņotās Debess" abonēšanu 2006. gadam sk. Latvijas Pasta katalogā vai abonēšanas centrā "Diena".

ANDREJS ALKSNIS

ASTRONOMU SANĀKSME MASKAVĀ



INTERNATIONAL SYMPOSIUM "ASTRONOMY - 2005: CURRENT STATE AND PROSPECTS"

2005. gada 1.–6. jūnijā Maskavā pulcējās astronomi, galvenokārt tādi, kuri vai nu brīvi runā krieviski, vai vismaz kaut cik orientējas astronomijas tekstos krievu valodā. Viņus Krievijas galvaspilsētā bija sasaucis starptautiskas biedrības, ko angļiski sauc par *Euro-Asian Astronomical Society (EAAS)*, bet krieviski par *Астрономическое общество (Астро)*, 8. kongress un starptautisks simpozījs “*Astronomija – 2005: stāvoklis un attīstības perspektīvas*”. Par Eirāzijas Astronomijas biedrības (EAAB) veidošanos un vietu citu starptautisku astronomijas biedrību vidū jau agrāk minēts mūsu žurnālā (sk. A. Alksnis, I. Šmēlds. “*Eirāzijas Astronomijas biedrības IV kongress*” – *ZvD*, 1998. g. vasara, 81.–82. lpp.).

EAAB 8. kongresa un simpozija apvienotajā zinātniskajā rīcības komitejā vairākums bija mājnieku – Krievijas astronomu, bet arī pa vienam līdz trim pārstāvjiem no Francijas, Spānijas, Ukrainas, Igaunijas un Latvijas. Tās priekšsēdis – Maskavas Valsts universitātes Šternberga Astronomijas institūta direktors A. Čerepaščuks. Simpozija sekciju sēdes notika minētajā Astronomijas institūtā Zvirbuļu kalnos un piecu minūšu gājiena attālumā no

institūta esošajā Maskavas pilsētas bērnu (jauniešu) jaunrades namā, kur notika arī plenārsēdes. Sanāksmē piedalījās ap 200 personu galvenokārt no Krievijas un NVS valstīm. Bija arī pārstāvji no Latvijas un no Igaunijas.

Plenārsēdēs, no kurām daļa bija veltīta arī EAAB kongresa organizatorisko jautājumu – valdes atskaites un revīzijas komisijas ziņojuma – apspriešanai un apstiprināšanai, dažādu 8. kongresa komisiju un EAAB nākamās valdes un priekšsēdētāju vēlēšanām, ielūgtie lektori aplūkoja gan astronomijai vispār aktuālus tematus, gan pētniecības stāvokli un perspektīvas dažādās valstīs, galvenokārt Krievijā. Pie pirmās tematu grupas minami “*Saules uzliesmojumu fizika*” (B. Somovs), “*Saules pētījumi ar kosmiskiem aparātiem*” (V. Kuzņecovs), “*Astronomiskie pētījumi ar lieliem teleskopiem*” (J. Baļega), “*Spirālisko galaktiku kinemātika un evolūcija*” (A. Zasovs), “*Melno caurumu demogrāfija*” (A. Čerepaščuks), “*Mazo un vidējo teleskopu loma astronomijā*” (N. Bočkarjovs). Pie otrās – “*Virsatmosfēras astronomijas sasniegumi*” (A. Bojarčuks), “*Augstskolu observatorijas Krievijā*” (P. Zaharova), “*Šemabas As-*

trofizikas observatorijas optiskie teleskopi” (A. Gulijevs), “Astronomija Krievijā, NSV un Baltijas valstīs” (N. Bočkarjovs), “Spānijas astronomijas attīstības 25 gadi” (E. Alfaro). Viena sēde notika, pieminot nesen mirušo Pēterburgas universitātes astronomu V. Gorbatski, kurš ļoti aktīvi bija darbojies biedrības dibināšanas un veidošanas labā.

Savukārt visu šo Maskavas sanāksmi ievadīja cita piemiņas sesija, atceroties ilggadīgo Šternberga Astronomijas institūta zinātnieku Feliksu Cicinu (1.06.1931.–1.01.2005.), fundamentālu pētījumu un atklājumu autoru, kurš lauza tradicionālos priekšstatus dažādās nozarēs, sākot ar termodinamiku un beidzot ar astrofiziku.

Simpozija pārējie referāti bija apkopoti septiņās sekcijās: 1. Astrometrija un debess mehānika; 2. Saules–Zemes sakaru fizika; 3. Galaktika un kosmoloģija; 4. Zvaigžņu un starpzvaigžņu vides fizika; 5. Planētu sistēmas; 6. Astronomijas vēsture un 7. Astronomijas izglītība.

1. sekcijā ar referātu “Kosmisko atkritumu un Zemei tuvo asteroīdu optiskās un ra-

dioastronomiskās novērošanas perspektīvas Latvijā” un 4. sekcijā ar diviem stenda referātiem “Oglekļa zvaigznes DY Per dziļais spožuma kritums 2004. gadā” un “1999.–2004. gada novas galaktikā M31” bija pārstāvēts arī LU Astronomijas institūts.

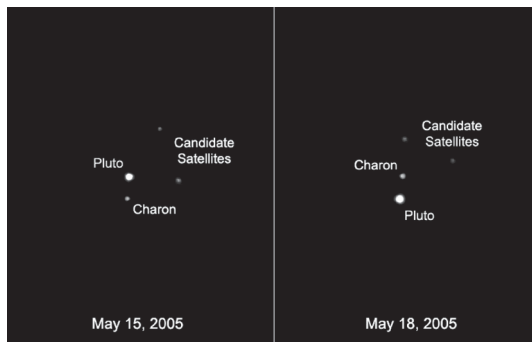
Simpozija referātu tēzes ir publicētas Šternberga Astronomijas institūta Rakstu LXXVIII sējumā (*Труды Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга*, T. 78, M., 2005. – ISSN 0371–6791).

8. kongresā par EAAB līdzpriekšsēdētājiem ievēlēja Maskavas astronomus Nikolaju Samusu un Lidiju Rihlovu, kā arī Mihailu Rjabovu no Ukrainas Radioastronomijas institūta Odesas observatorijas, par līdzpriekšsēdētāju vietniekiem kļuva Izolds Pustiņņiks no Tartu observatorijas Igaunijā un Ivars Šmelds no Latvijas Universitātes Astronomijas institūta. Par EAAB valdes locekļiem ievēlēti 16 Krievijas pārstāvji un pa vienam no Azerbaidžānas, Kazahstānas, Serbijas–Melnkalnes un Armēnijas.

EAAB informācijas izdevums “Astrokurjers” atrodams tīmeklī adresē http://belios.izmiran.rssi.ru/EAAS/rus/index_rus.html. 🐦

JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ

Vai Plutonam ir trīs pavadoņi? Izmantojot Habla kosmisko teleskopu, tika iegūti jauni Plutona attēli, kuros redzami iespējamie Plutona pavadoņi. Ja redzami objekti tiktu apstiprināti kā Plutona pavadoņi, tad Plutons būtu pirmais Koopera joslas objekts, kuram ir vairāk nekā viens pavadoņs. Plutona pavadoņa kandidāti pašreiz apzīmēti ar *S/2005 P1* un *S/2005 S2*, tie atrodas aptuveni 44 000 km attālumā no Plutona un to izmēri varētu divas vai trīs reizes pārsniegt 1978. gadā atklātā Hārona izmērus. Attēli tika iegūti 2005. gada 15. maijā. Pēc trim dienām tika iegūti atkārtoti attēli un divi piecas reizes vājāki punkti par Plutonu atradās tajās pašās vietās. Pēc šiem atklājumiem Plutons tika pastiprināti novērots, meklējot vēl kādu iespējamo pavadoņi, tomēr astronomu grupa, kurā veica pavadoņu meklēšanu, konstatēja, ka pastāv ļoti niecīga varbūtība, ka ap Plutonu varētu riņķot vēl kāds pavadoņs (bez jau atrastajiem), kas lielāks par 16 km.



I. Z.

Habla kosmiskā teleskopa foto

ARTURS BARZDIS

ZVAIGŽŅU SPOŽUMS – REDZAMAIS UN PATIESAIS

Vienīgā pieejamā metode tālu Visuma objektu pētīšanai ir to elektromagnētiskā starojuma reģistrēšana. Jau ļoti sen cilvēki vizuāli novēro debess objektus un parādības, taču tikai pagājušajā gadsimtā astronomi iepazīna apkārtējo, zvaigžņu bagāto telpu radioviļņu, infrasarkanajā, ultravioletajā, rentgena un pat augstas enerģijas gamma staru diapazonos. Tomēr vēl joprojām novērojumi optiskajā spektra daļā spēj sniegt bagātīgu informāciju par Visumu, tādēļ iepazīsimies ar galvenajiem gaismas fotometriskajiem raksturlielumiem, kas tiek bieži izmantoti astronomijā.

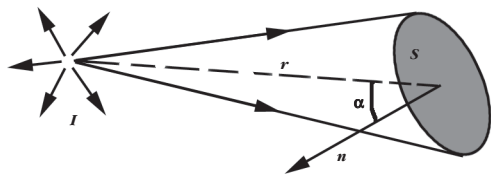
Katrs no mums ir novērojis, ka naktīs pie debesīm zvaigznes izskatās dažādas – dažas ir spožas, savukārt citas ir tik tikko pamanāmas. Spožākajām zvaigznēm var ievērot arī nokrāsu dažādību. Sākumā šķiet, ka spožākās zvaigznes ir mums vistuvākās, bet vājās atrodas ļoti tālu, taču patiesībā tā nemaz nav. Zvaigznes redzamais spožums ir atkarīgs gan no zvaigznes izmēriem, starošanas īpašībām, gan arī no attāluma līdz tai. Zvaigznes spožumu raksturo tās radītais apgaismojums uz Zemes (kāda laukuma), ko mēs uztveram, piemēram, ar acs tiklenni (redzamais spožums), fotoemulsiju vai digitālo fotokameru. Ar apgaismojumu saprot laikā t uz virsmas laukuma S krītošo gaismas avota enerģiju W . Tātad apgaismojuma mērvienība ir W/m^2 , taču optikā parasti tiek izmantota speciāla mērvienība – lukss (lx). Tā, piemēram, Saules radītais apgaismojums uz Zemes virsmas, kad tā atrodas zenītā, ir aptuveni 100 000 lx, bet pilna Mēness radītais apgaismojums ir tuvs 0,25 luksiem. Tā kā zvaigznes atrodas ļoti tālu, tās praktiski var uzskatīt par punktveida

gaismas avotiem, kuri vienādi staro visos virzienos. Šāda gaismas avota radītais apgaismojums uz virsmas laukuma vienību ir nosakāms pēc izteiksmes:

$$E = \frac{I \cdot \cos \alpha}{r^2},$$

kur I ir zvaigznes starojuma stiprums un r ir attālums līdz tai, bet α ir leņķis starp virsmas normāli \vec{n} un staru krišanas virzienu, kā parādīts 1. attēlā.

Jau 2. gs. p. m. ē. sengrieķu astronoms Hiparhs iedalīja redzamās zvaigznes sešās grupās pēc to spožuma. Pašas spožākās zvaigznes viņš nosauca par pirmā lieluma, bet tik tikko saskatāmās – par sestā lieluma zvaigznēm. Ari pašlaik astronomijā debess objektu spožumu mēra **zvaigžņlielumos** (^m). Zvaigžņlielumu skala ir logaritmiska, līdzīgi kā decibelu skala. Tas saistīts ar cilvēka acs īpatnībām, t. i., ar to, ka redzes sajūta mainās proporcionāli krītošās gaismas intensitātes logaritmam (vispārīgi cilvēka sajūtu intensitāte ir proporcionāla kairinājuma intensitātes logaritmam, un to sauc par Vēbera–Fehnera likumu). Zvaigžņlielumu skalā 5^m lielai spožuma starpībai atbilst simtkārtīga apgaismojuma atšķirība. Tātad zvaigžņu, kuru spožums atšķiras par



1. att. Tālas zvaigznes radītais virsmas S apgaismojums.

vienu zvaigžņlielumu, radītais apgaismojums atšķiras $\sqrt[3]{100} = 2,512$ reizes. Angļu astronoms Normans Pogsons 1859. gadā matemātiski noteica vienādojumu divu zvaigžņu spožumu un apgaismojumu sakarībai:

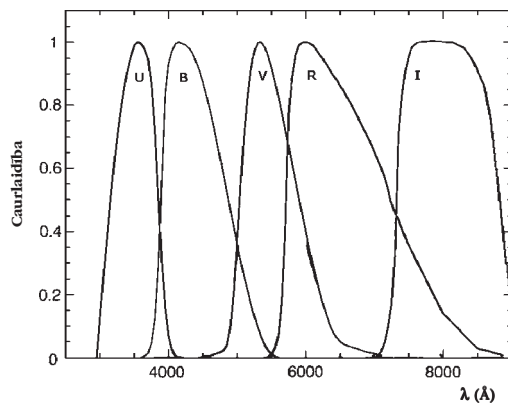
$$\frac{E_1}{E_2} = 2,512^{m_2 - m_1}$$

Kā redzams, šī sakarība ir izmantojama tikai divu zvaigžņu spožumu salīdzināšanai, tādēļ ir nepieciešams izvēlēties kādu atskaites punktu jeb “nullpunktu”. Par atskaites punktu ar nulles zvaigžņlielumu izmanto A0V spektra klases galvenās secības zvaigzni Vega (Liras α). “Nulltā” zvaigžņlieluma zvaigzne uz Zemes virsmas viena kvadrācentimetra sekundē nogādā apmēram vienu miljonu fotonu. Par Vega spožāku zvaigžņu zvaigžņlielums ir negatīvs, bet vājāku zvaigžņu zvaigžņlielums ir pozitīvs un pieaug spožuma samazināšanās (!) virzienā. Tātad, jo spožāka zvaigzne, jo mazāks ir tās zvaigžņlielums. Piemēram, Saules redzamais zvaigžņlielums ir $-26^m,8$, bet ar Habla teleskopu ilgās ekspozicijās var reģistrēt 30. zvaigžņlieluma zvaigznes. Pati spožākā zvaigzne pie debesīm – Sīriuss (Lielā Suņa α) ir $-1,6$. zvaigžņlieluma zvaigzne, un tā uz Zemes virsmas rada aptuveni $9,2 \cdot 10^{-6}$ lx apgaismojumu.

Atkarībā no izmantotā starojuma uztvērēja īpašībām novērtētais starotāja spožums ir dažāds, tādēļ ir pieņemts raksturot debess spīdekļus ar spožumu dažādos spektrālajos diapazonos jeb fotometriskajās joslās. Cilvēka acs visjutīgākā ir pret dzeltenāgo gaismu ar aptuveni 555 nm viļņu garumu, un vizuāli noteiktajam spožumam atbilst vizuālais zvaigžņlielums m_v . Izmantojot dažādas spektrālās caurlaidības gaismas filtrus un speciālus gaismas uztvērējus, zvaigžņu novērojumus var veikt tā saucamajās standarta fotometriskajās joslās, lai dažādu novērotāju noteiktie spožumi būtu salīdzināmi. Ir izstrādātas vairākas fotometriskās sistēmas, taču vēl joprojām bieži vien izmanto Džonsona UBVRI

fotometrisko sistēmu, kurā zvaigžņu spožumu mēra ultravioletajā U, zilajā B, vizuālajā V, sarkanajā R un infrasarkanajā I joslā (*sk. 2. att.*). Jāatzīmē, ka Džonsona sistēmas V josla maz atšķiras no cilvēka acs jutības joslas. Plaši izmanto arī **bolometriskos zvaigžņlielumus** m_{bol} kas raksturo zvaigznes pilno (visā elektromagnētisko viļņu spektra diapazonā) izstaroto enerģiju. Zinot zvaigznes bolometrisko zvaigžņlielumu, attālumu līdz tai un starpzvaigžņu vides absorbcijas īpašības tās virzienā, var aprēķināt zvaigznes kopējo izstaroto enerģiju laika vienībā jeb **starjaudu L**. Tā, piemēram, Saules starjauda ir $3,6 \cdot 10^{26}$ W, bet dažu zvaigžņu starjauda ir pat miljons reižu lielāka par Saules starjaudu. Atkarībā no virsmas temperatūras un citām fizikālajām īpašībām zvaigžņiem ir dažāds starojuma spektrālais sadalījums, tādēļ spožumu starpība kādās divās fotometriskajās joslās jeb krāsu indekss raksturo zvaigznes krāsu un temperatūru. Visbiežāk lieto B–V un U–B krāsu indeksus.

Tā kā zvaigznes redzamais spožums ir atkarīgs arī no attāluma līdz tai, tad tās patiesā spožuma raksturošanai ir ērti izmantot **absolūto zvaigžņlielumu M** skalu, kurā zvaigžņu spožums ir it kā “izmērīts” no 10 parseku (32,6 gaismas gadu) attāluma un līdz ar to zvaigznes ir sagrupējamas pēc to starošanas jaudas. Ja attālums līdz zvaigznei ir r , bet tās



2. att. Džonsona fotometriskās sistēmas joslu jutības liknes.

zvaigžņlielums ir m , tad absolūto zvaigžņlielumu var viegli aprēķināt pēc formulas:

$$M = m + 5 - 5 \lg r.$$

Piemēram, Saules absolūtais zvaigžņlielums ir +4,7, bet Rīgels jeb Oriona β (par Sauli 17 reizu masīvāka zilā pārmilža zvaigzne), kura spožums pie debesīm ir $0^m,18$, no 10 pc

attāluma pie debesīm būtu daudz spožāks par Venēru – tā spožums būtu tuvs -7^m . Tādējādi Saule ir visai vāji starojoša zvaigzne.

Apskatīto tēmu plašāku izklāstu latviešu valodā var atrast I. Vilka un J. Žagara grāmatā “*Astronomija augstskolām*”.

VIKTORS FLOROVŠ, ANDREJS CĒBERS, DMITRIJS BOČAROVŠ, VJAČESLAVS KAŠČEJEVS, DMITRIJS DOCENKO

LATVIJAS 30. ATKLĀTĀ FIZIKAS OLIMPIĀDE

2005. gada 17. aprīlī

Dalībnieku skaits – 169 (attiecīgi 9., 10., 11. un 12. kl.). Rīga: $18 + 39 + 34 + 33 = 124$; Daugavpils: $3 + 6 + 11 + 14 = 34$; Liepāja: $3 + 3 + 4 + 1 = 11$.

Uzvarētāji: Kalvis Alps (Vecumnieku vidusskola, 9. kl.), Maksims Arzamasovs (Rīgas 40. vidusskola, 12. kl.), Kristis Avots (Rīgas Centra humanitārā ģimnāzija, 9. kl.), Artūrs Činiņš (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 11. kl.), Andris Egle (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 10. kl.), Pjotrs Ivanovs (Daugavpils 10. vidusskola, 12. kl.), Gļebs Ivanovskis (Rīgas Zolitūdes ģimnāzija, 10. kl.), Jeļena Jalovaja (Daugavpils Krievu vidusskola–licejs, 11. kl.), Kārlis Krūmiņš (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 11. kl.), Grigorijs Kuzņecovs (Daugavpils Krievu vidusskola–licejs, 12. kl.), Aleksandrs Okseņuks (Daugavpils Krievu vidusskola–licejs, 11. kl.), Dmitrijs Opaļevs (Liepājas 2. vidusskola, 9. kl.), Ieva Puriņa (Āgenskalna Valsts ģimnāzija, 12. kl.), Sergejs Spitāns (Rīgas 40. vidusskola, 10. kl.), Jānis Širs (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 10. kl.), Jānis Timošenko (Preiļu Valsts 1. ģimnāzija, 12. kl.), Ilja Tjurins (Liepājas 2. vidusskola, 12. kl.).

1. uzdevums. Eksperiments “*Olimpiādes nagla*”.

Dēli iedzen naglu aptuveni līdz pusei. Nagla ir jāizvelk “ar plikām rokām”, neizman-

tojot nekādus papildu instrumentus. Jebkurā gadījumā – vai nu to izdara kāds no olimpiādes dalībniekiem, vai nu demonstrē rīkotāji – jums ir jāizskaidro, kāpēc tas izdevās!

Atrisinājums. Izvilkt naglu “tiešā ceļā”, velkot to perpendikulāri virsmai, gandrīz nav iespējami (varbūt ir sastopami arī cilvēki, kuri to varētu izdarīt, bet parasti starp fizikas olimpiādes dalībniekiem tādu nav). Izvilkt naglu ir relatīvi vienkārši, to saliecot un griežot ap naglas asi.

Mēģināsim izskaidrot, kāpēc šajā gadījumā izvilkt naglu ir daudz vienkāršāk.

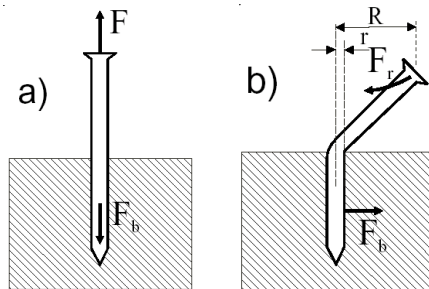
Gadījumā, kad velkam naglu perpendikulāri (*zīm. a*) virsmai, spēku vienādība dod:

$$F = F_b.$$

Griežot naglu (*zīm. b*), izpildās momentu vienādība:

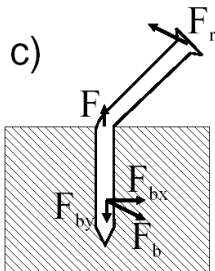
$$F_r R = F_b r,$$

kur r ir naglas rādiuss, bet R ir spēka momenta plecs, kas izveidojas pēc naglas saliekšanas.



Pievērsīsim uzmanību faktam, ka F_b kas darbojas naglas griešanas dēļ, pēc absolūtas vērtības sakrīt ar berzes spēka absolūto vērtību iepriekšējā gadījumā.

Apskatīsim, kas notiks, ja mēs velkam naglu, to griežot (*zīm. c*).



F_b darbojas naglas kustībai pretējā virzienā. Mēs varam sadalīt berzes spēku divās perpendikulārās komponentēs. Komponente F_{bx} darbojas naglas rotācijas dēļ, komponente F_{by} preti F .

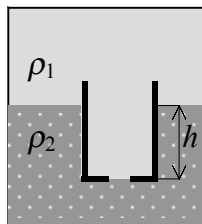
Saprotams, ka izvilkšanas spēkam F jābūt mazam (lielu spēku cilvēks nevar pielikt). Bet mums palīdz tas, ka berzes spēks F_b ir nemainīgs pēc moduļa un tā komponentes F_{bx} un F_{by} ir saistītas ar sakarību:

$$F_b = \sqrt{F_{bx}^2 + F_{by}^2} = \sqrt{\left(\frac{F_r R}{r}\right)^2 + F^2}.$$

Tā kā F_{bx} ir liels ($r \ll R$), no pēdējās sakarības izriet, ka varam izvilkēt naglu, pat pieliekot mazu spēku F .

2. uzdevums. “Atbildi meklē glāzes dibenā”.

Uz divu atšķirīgu blīvumu (ρ_1 un ρ_2) šķidrumu robežas peld ar virsējo šķidrumu līdz malai piepildīta glāze. Tās iegrimšanas dziļums apakšējā šķidrumā ir h . Glāzes sānu iekšējais un ārējais rādiuss ir r un R , bet glāzes dibens ir ļoti plāns. Piepeši glāzes dibenā rodas neliels caurums.



Noteikt glāzes iegrimšanas dziļumu H pēc tam, kad šķidrums ir pārstājuši pārtectēt un sistēmā ir atkal iestājies līdzsvars!

Atrisinājums. Līdzsvara vienādojums pirmajā gadījumā ir:

$$mg + m_1 g = F_A,$$

kur m ir glāzes masa, $m_1 = \rho_1 \pi r^2 L$ – šķidruma masa glāzes iekšpusē (L ir glāzes augstums), F_A – Arhimēda cēlējspēks.

Ja ķermenis peld uz divu šķidrumu robežas tā, ka pirmajā šķidrumā atrodas ķermeņa daļa ar tilpumu V_1 , bet otrajā šķidrumā – ķermeņa daļa ar tilpumu V_2 , tad uz ķermeni darbojas Arhimēda spēks, kas ir vienāds ar:

$$F_A = \rho_1 g V_1 + \rho_2 g V_2.$$

Pielīdzinot abas spēka izteiksmes, iegūstam līdzsvara nosacījumu pirms cauruma rašanās:

$$mg + \rho_1 g \pi r^2 L = \rho_1 g \pi R^2 (L - b) + \rho_2 g \pi R^2 b.$$

Kad glāzes dibenā rodas caurums, apakšējais šķidrums sāk ietecēt glāzē, tādā veidā izspiežot augšējo šķidrumu. Process turpināsies līdz brīdim, kad šķidrumu robeža glāzes iekšpusē un ārpusē būs vienā līmenī. Analogiski var uzrakstīt jaunā līdzsvara nosacījumu:

$$mg + \rho_1 g \pi r^2 (L - H) + \rho_2 g \pi r^2 H = \rho_1 g \pi R^2 (L - H) + \rho_2 g \pi R^2 H.$$

Atņemot no otrā vienādojuma pirmo, iegūstam uzdevuma atbildi:

$$H = \frac{b R^2}{(R^2 - r^2)}.$$

Ir vietā pavaicāt: vai glāze nenogrimis pēc cauruma rašanās? Glāze var nogrimt, ja $b \geq L$ vai $H \geq L$. Saskaņā ar sākuma nosacījumu,

kā tas ir parādīts zīmējumā, $b < L$. Savukārt otrajā gadījumā pēc noklusēšanas tika pieņemts, ka $H < L$. Protams, ja šis nosacījums neizpildīsies, glāze nogrims.

Tas var arī notikt, ja pēc gala formulas atrastais glāzes iegrimšanas dziļums būs lielāks par glāzes augstumu: $H \geq L$.

Atrādisim, kādā gadījumā glāze nogrims. Izteiksim no sākuma līdzsvara nosacījuma b caur blīvumiem (glāzes blīvums ir $\rho_{gl} = m / (L(\pi R^2 - \pi r^2))$, jo glāzes dibens ir ļoti plāns):

$$b = L \frac{\rho_{gl} - \rho_1}{\rho_2 - \rho_1} \frac{R^2 - r^2}{R^2}.$$

Tagad, ievietojot to iegrimšanas dziļuma izteiksmē, iegūsim, ka:

$$H = L(\rho_{gl} - \rho_1) / (\rho_2 - \rho_1).$$

Tā kā $\rho_2 > \rho_1$ (pretējā gadījumā stabila šķidrumu sadales virsma nav iespējama), viegli redzēt, ka $H > L$, ja $\rho_{gl} > \rho_2$, t. i., ja glāzes blīvums ir lielāks par zemākā šķidruma blīvumu. Šis rezultāts ir intuitīvi skaidrs, jo ķermeņim ar blīvumu, kas lielāks par abu šķidrumu blīvumiem, neapšaubāmi ir jānogrimst.

Var rasties arī cits jautājums: vai glāze neapgāzīsies pēc cauruma rašanās? Ne jau katrs objekts būs stabils uz šķidruma virsmas. Izrisinot stabilitātes nosacījumu

(šo uzdevumu mēs atstājam

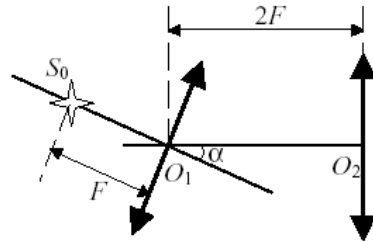
lasītājam), var parādīt, ka, pirmkārt, ja glāze ir stabila sākuma stāvoklī, tad tā neapgāzīsies arī pēc cauruma rašanās, un, otrkārt, sākuma stāvoklī glāze neapgāzīsies, ja tās smaguma centrs atrodas zem šķidrumu sadalošās virsmas, bet pats stabilitātes nosacījums izskatās šādi: $\rho_{gl} > \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$. Šo nosacījumu iegūšana var būt visai komplicēta (sk. V. Florous,

A. Cēbers, L. Šmits. *Latvijas atklātā fizikas olimpiāde 1976–1994*, 179. lpp., uzd. 15. 2.1.).

Abi šie papildu jautājumi netika uzdoti olimpiādes gaitā, bet tika vērtēti pozitīvi, ja skolēns tos pats ir izpratis un devis korektu izskaidrojumu.

3. uzdevums. "Šķībās lēcas".

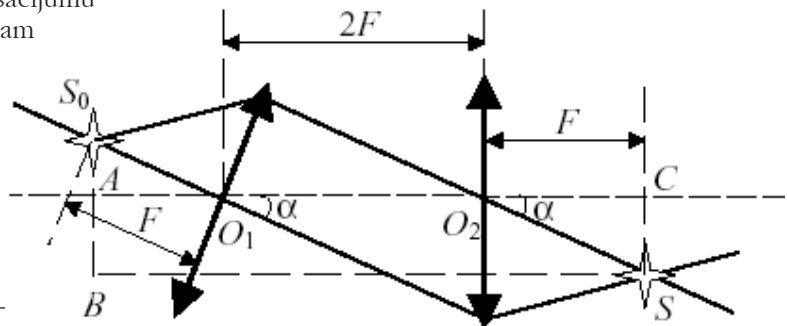
Divas vienādas savācējlēcas ar fokusa attālumu F ir novietotas slīpi viena pret otru tā, ka leņķis starp to galvenajām optiskajām asīm ir vienāds ar α . Otrās lēcas galvenā optiskā



ass iziet caur pirmās lēcas optisko centru O_1 , bet attālums starp abu lēcu centriem O_1O_2 ir vienāds ar divkārtu lēcas fokusa attālumu $2F$. Pirmās lēcas fokusā ir novietots punktveida gaismas avots S_0 .

Noteikt attālumu starp gaismas avotu un tā attēlu abu lēcu sistēmā!

Atrisinājums. Noteiksim gaismas avota S_0



attēla novietojumu dotajā lēcu sistēmā. Ir acīmredzami, ka pēc laušanas pirmajā lēcā gaismas stari veidos paralēlu kūli, jo staru avots atrodas pirmās lēcas fokusā. Taču šis

kūlis nav paralēls otrās lēcas galvenajai optiskajai asij.

No skolas optikas kursa ir zināms, ka šajā gadījumā lēca fokusē paralēlu staru kūli punktā, kas atrodas t. s. fokālajā plaknē, kura ir perpendikulāra lēcas galvenajai optiskajai asij un iziet caur tās fokusu (plakne SC zīmējumā).

Par atbalsta staru tiek izvēlēts stars S_0O_1 , kas bez laušanas iziet cauri pirmās lēcas optiskajam centram. Savukārt stars O_2S , kas iziet bez laušanas caur otrās lēcas optisko centru un kas ir paralēls atbalsta staram telpā starp lēcām, tiek izvēlēts par paligstaru. Pēc iziešanas caur otro lēcu paralēlo staru kūlis konverģē attēla punktā S , kas atrodas fokālajā plaknē.

No taisnleņķa trīsstūra S_0BS var izteikt meklējamo attālumu $L = S_0S$:

$$L_2 = S_0B^2 + BS^2.$$

Vajadzīgie lielumi tiek noteikti pēc zīmējuma:

$$S_0B = S_0A + AB, S_0A = F \sin \alpha, AB = SC = F \operatorname{tg} \alpha; BS = 3F + AO_1, AO_1 = F \cos \alpha.$$

Apvienojot formulas, izgūst uzdevuma attēlu:

$$L = F \sqrt{(3 + \cos \alpha)^2 + (\sin \alpha + \operatorname{tg} \alpha)^2}.$$

Iegūtais attālums maziem α , kā viegli redzēt:

$$L \cong F \sqrt{\left(3 + 1 - \frac{\alpha^2}{2}\right)^2 + 4\alpha^2} \cong F \sqrt{16} = 4F,$$

ir vienāds ar $4F$ ar precizitāti līdz 4. kārtas maziem locekļiem pēc α . Īstenībā, tā kā neparaksliālu staru gadījumā fokusa attālums ir atkarīgs no α (fokālā plakne izliekta), tad atrisinājums ir precīzs līdz locekļiem ar kārtu α^2 .

4. uzdevums. "Vara vads".

Kvadrātveida šķērsgriezuma $S_1 = 1 \text{ mm}^2$ vara vads izkūst, ja pa to plūst strāva, kas nav mazāka par $I_1 = 10 \text{ A}$.

Kāda minimālā stipruma I_2 strāvai ir jāplūst pa otru vara vadu, kura šķērsgriezums arī ir kvadrātisks, bet šķērsgriezuma laukums ir $S_2 = 16 \text{ mm}^2$, lai tas arī izkūstu? (Uzskatīt,

ka siltuma daudzums Q , kas noplūst apkārtējā vidē laika vienībā, ir proporcionāls vada sānu virsmas laukumam σ un ir vienāds ar $Q = k \sigma$, kur k ir proporcionalitātes koeficients.)

Atrisinājums. Kritiskais nosacījums, lai vads nekūstu, ir, ka viss Džoula siltums tiek atdots apkārtējai videi: $I^2 R = k p L$ (p ir tainstūra formas šķērsgriezuma perimetrs, bet L ir vada garums). Izsakot pretestību pēc formulas $R = \rho L / S$ (ρ ir vara īpatnējā pretestība) un vada šķērsgriezuma perimetru $p = 4\sqrt{S}$ caur tā šķērsgriezuma laukumu kritiskai strāvai, iegūstam

$$I^2 = \frac{4kS^{3/2}}{\rho}.$$

Līdz ar to kritisko strāvu kvadrātu attiecībā vadītāju šķērsgriezuma laukumu S_1 un S_2 gadījumos ir:

$$\frac{I_1^2}{I_2^2} = \frac{S_1^{3/2}}{S_2^{3/2}}.$$

No šejienes $I_2 = 8I_1 = 80 \text{ A}$.

5. uzdevums. "Gadījums nakts ekspresi".

Braucot pa horizontālu ceļu un tuvojoties stacijai ar ātrumu $v = 72 \text{ km/h}$, vilciens sāk vienmērīgi bremsēt. Aprēķināt isāko laiku, kurā vilciens var pagūt apstāties pie nosacījuma, ka vagonā guļošais ceļotājs nedrīkst noslidēt no savas guļvietas? (Uzskatīt, ka berzes koeficients starp vagona kupejas guļvietu un uz tās novietoto matraci, uz kura guļ ceļotājs, ir $\mu = 0,2$.)

Atrisinājums. Lai pasažieris nenoslidētu, miera berzes spēkam, kura maksimālā vērtība ir μmg , jāspēj piešķirt nepieciešamo paātrinājumu a . No otrā Ņūtona likuma $ma = \mu gm$ iegūstam, ka maksimālā paātrinājuma vērtība $a = \mu g$. Izmantojot sakarību starp noieto ceļu un paātrinājumu vienmērīgi palēninātā kustībā $S = \frac{v_0^2}{2a}$, iegūstam $S = 100 \text{ m}$. Tātad uzdevumā norādītajā bremsēšanas laikā

$t = \frac{v_0}{\mu g} = 10,2$ s vilciens būs nobraucis diezgan ievērojamu attālumu – 100 m.

6. uzdevums. “Dzesēšana ar ūdeni”.

Iekārtu, kas attīsta $N = 60$ kW lielu jaudu, dzesē ar tekošu ūdeni. Ūdens plūst ar ātrumu $v = 3$ m/s pa spirālveida cauruli, kuras diametrs ir $D = 20$ mm.

Par cik grādiem ΔT sasilst stacionārā režīmā pa cauruli izgājušais ūdens, ja pieņem, ka visa iekārtas izdalītā enerģija tiek patērēta ūdens sildīšanai?

Atrisinājums. Enerģijas daudzums, ko laika vienībā saņem ūdens, ir vienāds ar

$$cm\Delta T, \text{ kur } m = \rho v \frac{\pi D^2}{4} \text{ ūdens masa, kas laika vienībā izplūst pa cauruli, bet } c - \text{ ūdens īpatnējā siltumietilpība. Tā kā ūdens paņem visu sildītāja izdalīto enerģiju, tad } \rho v \frac{\pi D^2}{4} c\Delta T = N \text{ jeb } \Delta T = \frac{4N}{\pi v \rho D^2} \approx 15,2 \text{ }^\circ\text{C.}$$

7. uzdevums. “Izšķirošā lietus lāse”.

Bezvējā no liela augstuma krīt lietus lāse. Laika sprīdi, kad lāses paātrinājums sasniedza $a = 7, 5$ m/s², tās ātrums bija $v = 20$ m/s. Zemes tuvumā lāse krīta ar konstantu ātrumu, un, trāpot pa automašīnas sānstiklu, atstāja uz tā pēdu $\alpha = 30^\circ$ leņķi pret vertikāli.

Vai ceļu policists drīkst sodīt autovadītāju par braukšanas ātruma pārsniegšanu, ja šajā ceļa posmā ir atļauts braukt ar ātrumu līdz $v_0 = 50$ km/h? (Uzskatīt, ka gaisa pretestības spēks $F = kv^2$ ir proporcionāls lāses ātruma kvadrātam.)

Atrisinājums. Pierakstot otro Ņūtona likumu tam brīdim, kad lāses paātrinājums ir a , bet ātrums v , iegūstam:

$$ma = P - F_p = mg - kv^2,$$

kur $P = mg$ – gravitācijas spēks, kas darbojas uz lāsi, $F_p = kv^2$ – gaisa pretestības spēks šajā brīdī.

Pie zemes lāse kustas ar konstantu ātrumu v_1 , līdz ar to $mg = kv_1^2$.

Tā kā leņķis starp vertikāli un lāses pēdu ir $\alpha = 30^\circ$, tad lāses ātrums v_1 un automobiļa ātrums v_a ir saistīti ar izteiksmi $v_a = v_1 \operatorname{tg}\alpha$.

Izmantojot uzrakstītos vienādojumus, atrodam automobiļa ātrumu:

$$v_a = \frac{vtg\alpha}{\sqrt{1 - \frac{a}{g}}} \approx 21,2 \frac{m}{s} \approx 76,3 \frac{km}{st}.$$

Kā redzam, sods autovadītājam tomēr būs jāsamaksā.

8. uzdevums. “Ūdensmetējs”.

Ātrgaitas kuteri darbina ūdensmetējs, kas ņem ūdeni no tās pašas ūdenstilpes, kurā peld kuteris. Katru sekundi ūdensmetēja dzinējs ar ātrumu u izmet ūdens masu m no kuttera pakalģala.

Kādam kuttera ātrumam v atbilst vislielākais dzinēja lietderības koeficients? (Gaisa un ūdens pretestību kuttera kustībai neievērot!)

Atrisinājums. Pilnais darbs, ko veic dzinējs mazā laika sprīdī Δt , ir vienāds ar izmestā ūdens kinētisko enerģiju.

Ūdens masa, kas izmesta šajā laika posmā, ir $m\Delta t$, un līdz ar to pilnais darbs ir vienāds

$$\text{ar } A_p = \frac{mu^2\Delta t}{2}.$$

Bet apskatāmajā laikā pastrādātais lietderīgais darbs A_L ir vienāds ar kuttera un ūdens kinētiskās enerģijas izmaiņu.

Pieņemot, ka kuģa masa kopā ar ūdens piesaistīto masu ir M , varam pierakstīt, ka:

$$A_L = \frac{M(v + \Delta v)^2}{2} - \frac{Mv^2}{2} \approx Mv\Delta v$$

(atmetot locekli ar kārtu $(\Delta v)^2$).

Tā kā ūdens piesaistītās masas lielums tieši atbildē neparādās, to sīkāk apskatīt nav nepieciešams. Atzīmēsim vienīgi, ka, ķermenim kustoties šķidrumā, tas iekustina arī to. Iekustinātā šķidruma kinētisko enerģiju raksturo piesaistīta masa.

Lai atrastu $M\Delta v$, izmantosim impulsa nezūdamības likumu. Tā kā neesam ņēmuši vērā berzi un ūdens pretestību, sistēmas

“ūdens–kuģis” impulss ir nemainīgs, mēs varam rakstīt:

$$Mv = M(v + \Delta v) - m(u - v)\Delta t,$$

kur labā vienādības pusē stāv sistēmas impulss pēc laika Δt (kutura un ūdens jaunais impulss un izsviestās ūdens masas $m\Delta t$ impulss). Piebildīsim, ka būtu korekti ievērot piesaistītās masas efektu arī izsviestā ūdens masai. Šajā vienkāršotajā risinājumā to neievērojam.

Atverot iekavas, iegūstam, ka:

$$M\Delta v = m(u - v)\Delta t.$$

Tādējādi lietderības koeficients ir:

$$\eta = \frac{A_L}{A_p} = 2 \frac{vm(u - v)\Delta t}{mu^2\Delta t} = 2 \frac{(u - v)v}{u^2}.$$

Tā kā funkcijas $\eta(v)$ grafiks ir parabola ar virsotni punktā $v = u/2$, tad pie šīs kutura ātruma vērtības lietderības koeficients būs maksimālais.

9. uzdevums. “Dīvainā vārišanās”.

Traukā noslāņojušies divi šķidrumi, kas nesajaucas: tetrahlorogleklis CCl_4 un vīrs tā – ūdens. Normālā atmosfēras spiedienā $p = 760$ mm Hg tetrahlorogleklis vārās $76,7$ °C temperatūrā, bet ūdens – 100 °C temperatūrā. Lēnām sildot trauku ūdens vannā, uz šķidrumu robežas sāk veidoties burbuliši no abu šķidrumu tvaikiem. Šķidrumi uz tos atdalos robežas sāk vārieties $65,5$ °C temperatūrā, kad hloroglekļa piesātināto tvaiku spiediens kļūst vienāds ar $p_1 = 568$ mm Hg.

Noteikt CCl_4 un H_2O tvaiku masu attiecību m_1/m_2 pēc kāda laika, kopš ir sākusies vārišanās uz abu šķidrumu robežas! (Šajā laikā neviens no šķidrumiem traukā pilnīgi neiztvaiko.)

Atrisinājums. Kā mēs zinām, vārišanās notiek pie nosacījuma, ka piesātināto tvaiku spiediens burbulišos, kas veidojas šķidrumā, ir vienāds ar ārējo spiedienu.

“Robežvārišanās” gadījumā burbuliši, kas veidojas uz ūdens un tetrahloroglekļa robežas, satur tikai abu vielu tvaikus, turklāt tet-

rahloroglekļa parciālā spiediena p_1 un ūdens tvaiku parciālā spiediena p_2 summa ir vienāda ar ārējo atmosfēras spiedienu:

$$p = p_1 + p_2 \text{ un } p_2 = p - p_1.$$

Uzrakstīsim stāvokļa vienādojumus CCl_4 un H_2O tvaikiem, pieņemot tos par ideālām gāzēm:

$$p_1V = \frac{m_1RT}{\mu_1} \quad \text{un}$$

$$p_2V = (p - p_1)V = \frac{m_2RT}{\mu_2},$$

kur $\mu_1 = 153,6$ g/mol un $\mu_2 = 18$ g/mol ir attiecīgi CCl_4 un H_2O molu masas.

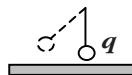
No šīm sakarībām iegūstam atbildi:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{(p - p_1)\mu_1}{p_1\mu_2} = \frac{568 \cdot 153,6}{192 \cdot 18} \approx 25.$$

10. uzdevums. “Uzlādētais svārsts”.

Maza lodīte, kas ir iekārta diegā starp plakana, uzlādēta kondensatora horizontālām plaknēm, svārstās ar mazu amplitūdu un periodu $T_1 = 1$ s. Lodes lādiņš ir $q = 2 \cdot 10^{-5}$ C un masa – $m = 1,3$ g. Nomainot kondensatora klājumu lādiņu zīmes uz pretējām, bet saglabājot to absolūto vērtību, lodītes svārstību periods kļūst vienāds ar $T_2 = 1,5$ s. Pieņem, ka lodītes elektriskais lādiņš neietekmē kondensatora elektrisko lauku.

Noteikt elektriskā lauka intensitātes E vērtību kondensatora iekšpusē.



Atrisinājums. Saprotams, ka gadījumā, kad kondensators nav uzlādēts, uz lodīti darbojas tikai smaguma spēks un:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{Lm}{mg}} = 2\pi\sqrt{\frac{Lm}{P}},$$

kur T ir lodītes svārstību periods, L ir diega garums, P ir svars un m ir svārsta masa.

Izvēlēsīmies ass virzienu uz leju.

Ja kondensators ir uzlādēts, tad uz lodīti sāk darboties ne tikai smaguma spēks, bet

arī elektrostatisks spēks $F = \pm qE$, kur E ir elektrostatisks lauka intensitāte. Kā šajā gadījumā mainīsies matemātiskā svārstu periods? Saucējā būs nevis smaguma spēks, bet elektrostatisks spēks un smaguma spēks summa.

Līdz ar to svārstību periods ir:

$$T_{1,2} = 2\pi \sqrt{\frac{Lm}{mg \pm qE}}.$$

Kāpēc saucējs ir zem moduļa zīmes? Tādēļ, ka nevaram būt pārliecināti, vai rezultējošais spēks būs vērsti izvēlētajā ass virzienā, jo var gadīties, ka elektrostatisks spēks būs lielāks par smaguma spēku.

Apskatīsim visus gadījumus.

1. Smaguma spēks lielāks par elektrostatisks spēku: $|gm| > |qE|$.

Rezultējošie spēki $F_1 = gm + qE$ un $F_2 = gm - qE$ abos gadījumos ir vērsti uz leju. Tad lodītes svārstību periodi abu elektriskā lauka virzienu gadījumos ir:

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{mL}{gm + qE}} \quad \text{un} \quad T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{mL}{gm - qE}}.$$

No tiem mēs varam izteikt L un pielīdzināt:

$$L = \frac{T_1^2(gm + qE)}{4\pi^2 m} = \frac{T_2^2(gm - qE)}{4\pi^2 m}.$$

Atrisinot šo vienādojumu attiecībā pret elektrostatisks lauka intensitāti E , atrodam, ka

$$E_1 = \frac{mg(T_2^2 - T_1^2)}{q(T_1^2 + T_2^2)} \approx 245 \frac{V}{m}.$$

2. Elektrostatisks spēks ir lielāks par gravitācijas spēku $|gm| < |qE|$.

Pēc kondensatora pārlādes rezultējošais spēks $F_2 = gm - qE$ būs vērsti uz augšu, un lodīte svārstīsies virs piekares punkta. Atbilstoši svārstību periodi ir:

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{mL}{gm + qE}} \quad \text{un} \quad T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{mL}{qE - gm}}.$$

Līdzīgi pirmajam gadījumam, no periodu izteiksmēm iegūsim, ka:

$$E_2 = \frac{mg(T_2^2 + T_1^2)}{q(T_2^2 - T_1^2)} \approx 1656 \frac{V}{m}.$$

3. $|gm| = |qE|$.

Svārstību pavisam nav, kas neatbilst uzdevuma nosacījumam.

OLIMPIĀDES REZULTĀTI

Uzdevums	Atzīme, % (%)		
	Rīga	Daugavpils	Liepāja
1. "Olimpiādes nagla" (9.–12. kl.)	11,0 (35,0)	9,4 (22,0)	26,5 (5,0)
2. "Atbildi meklē glāzes dibenā" (9.–12. kl.)	11,0 (52,0)	25,9 (85,0)	12,3 (50,0)
3. "Šķībās lēcas" (9.–12. kl.)	17,9 (59,0)	33,7 (100,0)	14,1 (68,0)
4. "Vāra vads" (9.–10. kl.)	17,0 (55,0)	14,4 (–)	11,0 (2,5)
5. "Gadījums nakts ekspresi" (9. kl.)	14,7 (50,0)	10,0 (–)	– (–)
6. "Dzesēšana ar ūdeni" (9. kl.)	26,7 (88,8)	25,0 (–)	35,0 (95,0)
7. "Izšķirošā lietus lāse" (10. kl.)	43,0 (96,0)	12,5 (–)	36,7 (–)
8. "Ūdensmetējs" (10.–12. kl.)	3,7 (32,0)	12,5 (42,0)	3,1 (2,5)
9. "Divaina vārišanās" (11.–12. kl.)	7,8 (50,0)	16,4 (60,0)	17,0 (10,0)
10. "Uzlādētais svārstis" (11.–12. kl.)	11,9 (49,0)	28,2 (65,0)	20,0 (75,0)

Norādīti uzdevumu risināšanas rezultāti (procentos), iekavās – laureātu rezultāti (procentos).

Informācija par Latvijas Atklāto fizikas olimpiādi, kā arī uzdevumi ar atrisinājumiem (no

2000. gada) ir pieejama internetā olimpiādes mājaslapās <http://www.cfi.lu.lv/teor/olimp/>.

Izsakām lielu pateicību visiem, kuri palīdzēja uzdevumu komplekta izstrādē un olimpiādes gaitas organizēšanā. Lielu ieguldījumu deva Pjotrs Grišins, Romans Dinuls, Egors Korovins, Vitālijs Kuzmovs, Voldemārs Muižnieks, Māris Ozols, Dace Sondare, Andrejs Timuhins un daudzi citi. 🐦

AGNIS ANDŽANS

LATVIJAS 31. ATKLĀTĀS MATEMĀTIKAS OLIMPIĀDES UZDEVUMU ĪSI ATRISINĀJUMI

Šoreiz publicējam Latvijas 31. atklātās matemātikas olimpiādes uzdevumu atrisinājumus. Uzdevumi publicēti “Zvaigžņotās Debess” 2005. gada pavasara numurā (59.–62. lpp.).

Vietas ekonomijas nolūkos atrisinājumi vairākos gadījumos sniegti konspektīvi un ne vienmēr var kalpot par paraugu darba noformēšanai olimpiādē.

Iesakām lasītājam censties vispārināt olimpiādēs piedāvātos uzdevumus (vismaz dažos gadījumos tas noteikti iespējams) un mēģināt izmantot šeit parādītās vai pašu atklātās metodes jauniegūto uzdevumu risināšanā.

5.1. a) 21111. Šim skaitlim ir gan mazākais iespējamais pirmais cipars, gan mazākie iespējamie pārējie cipari;

b) lielākais ciparu skaits tiks sasniegts, ja cipari, sākot no otrā, būs vieninieki. Tāpēc meklējamais skaitlis ir **911111111111** (11 vieninieki).

5.2. Augšējā rindīņā summa ir 30, aizpildītajā diagonālē tā ir 39. Tātad apskatāmās summas ir no 30 līdz 39. Vēl jāieraksta skaitļi 1; 2; 8; 15; 16. Skaidrs, ka t un y var būt tikai 15 vai 16; tad $z = 8$. Tad nevar būt $y = 15$. Tāpēc $y = 16$, $t = 15$ un tabulu var aizpildīt arī tālāk:

$$u = 1, x = 2.$$

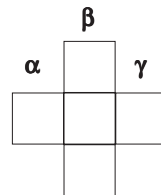
1. zīm.

4	5	7	14
6	13	3	t
11	12	9	u
10	x	y	z

5.3. a) nē. Kvadrātā ir 24 kaimiņu pāri, bet taisnstūrī tikai 22;

b) nē. Taisnstūrī un kvadrātā katrā ir 14 rutiņas ar ≥ 3 kaimiņiem. Tāpēc no stūra rutiņām taisnstūrī jāpārceļas uz stūra rutiņām kvadrātā, bet tas izšķir divus pārus.

5.4. Nē, neeksistē. Pieņemsim pretējo un apskatīsim “krustu”, kura centrālā rutiņa atrodas visaugstāk (vai vienu no tādiem, ja tādu ir vairāki). Tad rutiņas α un γ (tādas eksistē, jo sagriežamā figūra ir taisnstūrī) var aizpildīt tikai kvadrāti. Bet tad eksistē arī rutiņa β , un to nevar aizpildīt kvadrāts; tātad to aizpilda krusts, kas atrodas augstāk par apskatāmo, – pret-runā.



2. zīm.

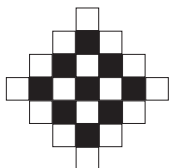
5.5. a) jā, piemēram: 6, 1, 7, 2, 8, 3, 9, 4, 10, 5;

b) jā, piemēram: 7, 1, 8, 2, 9, 3, 10, 4, 11, 5, 12, 6, 13.

6.1. Ja vienas grāmatas cena ir x santīmi, tad $2400 \leq 19x \leq 2499$ un $2200 \leq 18x \leq 2299$. Tāpēc $x > 126$ un $x < 128$ (tiešām, $126 \times 19 = 2394$ un $128 \times 18 = 2304$). Tāpēc grāmata maksā Ls 1,27.

6.2. Tā kā katrs taisnstūrī satur vismaz vienu melnu rutiņu, tad to nav vairāk par 9

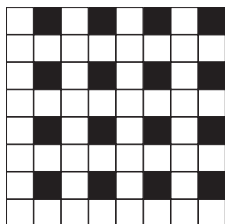
(sk. 3. zīm.). Izgriez 9 taisnstūrus var ļoti daudzus veidus.



3. zīm.

6.3. Pieņemam pretējo tam, kas jāpierāda. Tad no katra skaitļu pāra (1; 12), (2; 11), (3; 10), (4; 9), (5; 8), (6; 7) ne vairāk kā viens var būt sērkociņu skaits kādā kaudzītē. Tāpēc sērkociņu nav vairāk par $7 + 8 + 9 + 10 + 11 + 12 = 57$ – pretruna.

6.4. Pirmais spēlētājs var uzvarēt, ar katru savu gājienu iebīdot figūriņu iesvītrotā rūtiņā (sk. 4. zīm.). Tad otrais ir spiests to iebīdīt baltā rūtiņā, un pirmais var atkal to iebīdīt iesvītrotā utt. Tātad otrais spēlētājs **vienmēr** iebīda figūriņu baltā rūtiņā, tāpēc viņš nevar uzvarēt. Tā kā kāds noteikti uzvar, tad tas ir pirmais.



4. zīm.

6.5. Viegli izsekot, ka pieļauto gājienu rezultātā uz tāfeles esošo pāra skaitļu daudzums nevar samazināties. Tāpēc prasītais nav sasniedzams.

7.1. Pieņemsim, ka $x > y$ un $z < t$. Tad $\max(x, y) = x$ un $\max(z, t) = t$.

Tad $\max(x, y) + \max(z, t) = x + t$. Ja $x + t = x + z$, tad $z = t$ – pretruna.

Ja $x + t = y + t$, tad $x = y$ – pretruna. Līdzīgi iegūst pretrunu, ja $x < y$ un $z > t$. Tāpēc vai nu $x > y$ un $z > t$, vai arī $x < y$ un $z < t$.

7.2. Apzīmējam $\angle ABC = \beta$. No vienādsānu trijstūra CBM seko:

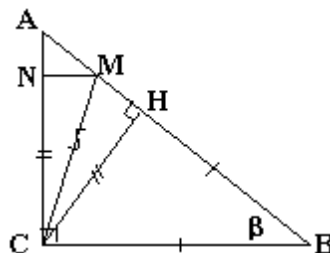
$$\angle MCB = \frac{1}{2}(180^\circ - \beta) = 90^\circ - \frac{\beta}{2}.$$

No taisnleņķa trijstūra CHB seko:

$$\angle HCB = 90^\circ - \beta,$$

$$\text{tāpēc } \angle MCH = (90^\circ - \frac{\beta}{2}) - (90^\circ - \beta) = \frac{\beta}{2}.$$

Tā kā $\angle ACH = 90^\circ - (90^\circ - \beta) = \beta$, tad $\angle ACM = \beta - \frac{\beta}{2} = \frac{\beta}{2}$. Tāpēc $\triangle NCM = \triangle HCM$ (mlm), un $\angle MNC = \angle MHC = 90^\circ$, k. b. j.



5. zīm.

7.3. Uzrakstām daļas kā

$$\frac{5}{(n+2)+5}, \frac{6}{(n+2)+6}, \dots, \frac{36}{(n+2)+36}.$$

Daļas visas būs nesaisināmas tad un tikai tad, ja $n + 2$ nevarēs saīsināt ne ar vienu no skaitļiem 5; 6;...; 36. Acīmredzot mazākais tāds $n + 2$ ir 37, tāpēc $n = 35$.

7.4. Trijstūrī DAE augstums sakrīt ar mediānu, tāpēc tas ir vienādsānu un $AD = AE$. Līdzīgi $BE = BF$, $CF = CG$, $DG = DA$, $EA = EB$, $FB = FC$. No šīm vienādībām seko, ka arī $GC = GD$. Tātad $\triangle CGD$ ir vienādsānu; tāpēc tā mediāna pret pamatu ir arī augstums, k. b. j.

7.5. Attēlosim diplomātus ar 7 punktiem. Izvēlēsimies vienu punktu. Starp atlikušajiem

6 punktiem var novilkst $\frac{6 \cdot 5}{2} = 15$ nogriežņus (no katra no 6 punktiem iziet 5 nogriežņu gali, un katram nogriežnim ir 2 gali). Tātad katrs no 7 punktiem ietilpst kā virsotne 15 trijstūros. Tāpēc trijstūru ar virsotnēm šajos 7 punktos ir $\frac{1}{3} \cdot 7 \cdot 15 = 35$ (katrs trijstūris sum-

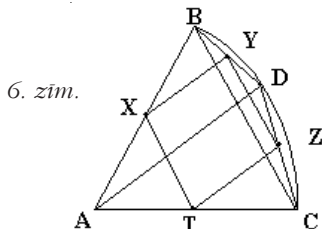
mā $\underbrace{15 + 15 + \dots + 15}_{7 \text{ saskaitāmie}}$ ieskaitīts 3 reizes). No-

krāsosim nogriežņus atbilstoši valodām, kādas sarunā lieto attiecīgie diplomāti, krāsās a, v, f. Padomāsim, cik ir trijstūru, kuru malas nokrāsotas tikai divās vai vienā krāsā. Acimredzot jebkuram punktam A ir trīs šādi trijstūri ar virsotni A, kam vienā krāsā nokrāsotas no A izejošās malas. Tātad šādu trijstūru nav vairāk par $3 \times 7 = 21$ (atceramies, ka trijstūri, kam visas malas nokrāsotas vienādi, ja tādi ir, šādi tiek uzskaitīti 3 reizes katrs). Tā kā $35 > 21$, tad ir vismaz 14 trijstūri, kam visas malas nokrāsotas dažādi. Katra šāda trijstūra virsotnes dod mums vajadzīgo diplomātu trijnieku.

8.1. No Vjeta teorēmas:

$$b = x_1^2 \cdot x_2^2 = (x_1 x_2)^2 = q^2, \text{ bet} \\ a = -(x_1^2 + x_2^2) = 2x_1 x_2 - (x_1 + x_2)^2 = 2q - p^2.$$

8.2. No dotā seko, ka ABC ir regulārs un $AB = BC = AC = AD$. No šejienes un trijstūru viduslīniju īpašībām seko $XY = YZ = ZT = TX$. Tāpēc XYZT – rombs; tāpēc $XZ \perp YT$.



8.3. Acimredzot $X = \overline{AB} = 100A + B$, $Y = 100B + A$. Tāpēc $X - Y = 99(A - B)$, un $99(A - B)$ dalās ar 91. Skaitļu 99 un 91 LKD ir 1, tāpēc $A - B$ dalās ar 91. Bet $|A - B| \leq 89$. Tāpēc $|A - B| = 0$ un $A = B$, k. b. j.

8.4. Ievērosim, ka katras daļas perimetrs centimetros vienāds ar divkārtotu tās laukumu kvadrācentimetros. Tāpēc visu daļu perimetru summa ir 20 000 cm jeb 200 m. Šī summa sastāv no kvadrāta perimetra 4 m un divkārtota visu novilkto līniju kopējā garuma $2L$. Tāpēc $2L = 200 \text{ m} - 4 \text{ m} = 196 \text{ m}$ un $L = 98 \text{ m}$.

8.5. Apzīmēsim skaitli, kas ir pirmais neizsvītrotais pēc n svītrošanas sērijām, ar x_n

($n = 0; 1; 2; \dots$). Viegli pārbaudīt, ka $x_0 = 1$; $x_1 = 2$; $x_2 = 3$; $x_3 = 5$; $x_4 = 8$.

Pretēji domai par Fibonači skaitļiem pierādīsim, ka:

$$(*) \quad x_{n+1} = \begin{cases} \frac{3}{2}x_n, & \text{ja } x_n \text{ – pāra skaitlis,} \\ \frac{3}{2}x_n + \frac{1}{2}, & \text{ja } x_n \text{ – nepāra skaitlis.} \end{cases}$$

Tiešām, pieņemsim, ka $x_n = 2m$, $m \in \mathbb{N}$. Apskatām skaitli $3m$. Ir m skaitļi, kas mazāki par $3m$ un dod atlikumu 1, dalot ar 3. Tāpēc pēc pirmās svītrošanu sērijas $3m$ atradīsies $2m$ -jā vietā; tātad vēl pēc n sērijām tas būs pirmajā vietā. Tagad pieņemam, ka $x_n = 2m + 1$, $m = 0; 1; \dots$. Apskatām skaitli $\frac{3}{2}(2m+1) + \frac{1}{2} = 3m + 2$. Pēc pirmās svītrošanu sērijas, kurā izsvītros $m + 1$ par to mazākus skaitļus, šis skaitlis atradīsies $2m + 1$ vietā; tātad vēl pēc n sērijām tas būs pirmajā vietā. Sakarība pierādīta.

Tagad pakāpeniski iegūstam x_i vērtības 1; 2; 3; 5; 8; 12; 18; 27; 41; 62; 93; 140; 210; 315; 473; 710; 1065; 1598. Nākamais loceklis jau būtu lielāks par 2004, tāpēc uzdevuma atbilde ir 1598.

9.1. Pretējā gadījumā **katram** x pastāv nevienādības $x^2 + p_1 x + q_1 > 0$ un $x^2 + p_2 x + q_2 > 0$, bet tad arī katram x $2x^2 + (p_1 + p_2)x + (q_1 + q_2) > 0$ – pretruna.

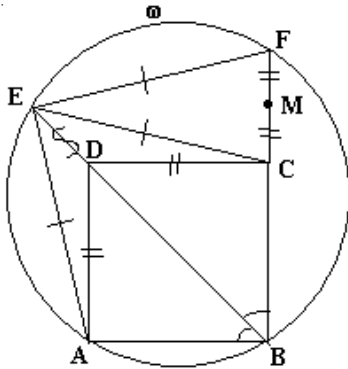
9.2. Pieņemsim pretējo. Viens no skaitļiem a un b ir pāra, otrs – nepāra; pieņemsim, ka a – pāra, b – nepāra.

Ja punktā 0 dzīvo votivapa, punktā $1 \cdot a$ dzīvo šillišalla, punktā $2 \cdot a$ – votivapa, punktā $3 \cdot a$ – šillišalla, ..., **punktā $b \cdot a$ – šillišalla**. No otras puses, punktā $1 \cdot b$ dzīvo šillišalla, punktā $2 \cdot b$ – votivapa, ..., **punktā $a \cdot b$ – votivapa**. Iegūta pretruna. Līdzīgi iegūst pretrunu, ja punktā 0 dzīvo šillišalla.

9.3. No teorēmas par vienādiem ievilkumiem

leņķiem un tiem atbilstošām hordām seko $EA = EF$. No $\triangle EDA = \triangle EDC$ (mlm) seko $EA = EC$. Tāpēc $EF = EC$ un $\triangle CEF$ ir vienād-
sānu; mediāna EM tajā ir arī augstums.

7. zīm.



9.4. Apzīmēsim rūķīti, kurš atnāca pēdējais, ar A , un rūķīti, kurš aizgāja pirmais, ar B . Ar K_A apzīmēsim kompāniju, kas sastāv no paša A un viņa satiktajiem rūķīšiem; līdzīgi ieviešam K_B . Gan K_A , gan K_B katrā ir vismaz $n + 1$ rūķītis. Tā kā $(n + 1) + (n + 1) > 2n + 1$, tad eksistē tāds rūķītis, kas pieder gan K_A , gan K_B ; apzīmēsim to ar R . Ja kāds rūķītis X aizietu agrāk, nekā atnāca R , tad arī B būtu aizgājis agrāk, nekā atnāca R ; bet tad B nebūtu satīcis R – pretruna. Ja kāds rūķītis Y atnāktu vēlāk, nekā aizgāja R , tad arī A atnāktu vēlāk, nekā aizgāja R , un A nebūtu satīcis R – pretruna.

No minētā seko, ka R satika visus rūķīšus.

9.5. a) jā; sk. 8. zīm.

1	-1	0	-1	-1
1	-1	1	1	2
0	-1	-1	-1	-3
1	1	1	1	4
3	-2	1	0	

r_1	1	-1	1		
r_2	1	-1	1		
r_3	1	-1	1		
r_4	1	-1	1		
r_5	1	-1	0		
	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5

8. zīm.

9. zīm.

b) nē. Desmit summām iespējamās vērtības $0, \mp 1, \mp 2, \mp 3, \mp 4, \mp 5$ (kopā 11). Ja rindiņu summas ir r_1, \dots, r_5 un kolonnu summas ir k_1, \dots, k_5 , tad $(r_1 + \dots + r_5) + (k_1 + \dots + k_5)$

ir pāra skaitlis. Tāpēc starp $r_1, \dots, r_5, k_1, \dots, k_5$ ir pāra skaits nepāra skaitļu. Tāpēc visas nepāra summas $\mp 1, \mp 3, \mp 5$ ir sastopamas. Varam pieņemt, ka $k_1 = 5$. Tad nevar būt $r_i = -5$; tāpēc varam uzskatīt, ka $k_2 = -5$ (ievērojam, ka kolonnas savā starpā un rindas savā starpā var patvaļīgi mainīt). No summām “4” un “-4” vismaz vienai ir jābūt; varam pieņemt, ka ir summa 4 (zīmes visiem skaitļiem tabulā var mainīt uz pretējām). Varam pieņemt, ka $k_3 = 4$ un vienīgā nulle ir rindā r_5 (9. zīm.). Nevar būt $r_i = -3$; tāpēc kādā kolonnā summa ir “-3”, un uzskatīsim, ka $k_4 = -3$. Tātad 4. kolonnā ir vismaz trīs “-1”.

I. Tie visi sastopami pirmajās 4 rindās; tad varam uzskatīt, ka tie ir pirmajās 3 rindās (10. zīm.). Tad pirmajās 3 rindās summām jābūt -1; 0; 1. Tāpēc 5. kolonnā pirmajās 3 rindās ir skaitļi -1; 0; 1, un $k_5 \neq 3$. Ari $r_5 \neq 3$. Vērtība 3 var būt tikai r_4 , tāpēc 4. rindā abi pēdējie skaitļi ir 1. Tā kā $k_4 = -3$, tad 4. kolonnas un 5. rindas krustpunktā ir “-1”. Lai kā izvēlētos skaitli x , iegūst pretrunu (tieša pārbaude).

1	-1	1	-1	
1	-1	1	-1	
1	-1	1	-1	
1	-1	1		
1	-1	0		x

10. zīm.

1	-1	1	-1	x
1	-1	1	-1	y
1	-1	1	0	z
1	-1	1	0	t
1	-1	0	-1	

11. zīm.

II. Ceturtajā kolonnā pirmajās 4 rindās ir tikai divi “-1”. Varam uzskatīt, ka situācija attēlota 11. zīm. Nevienā rindā summa nevar būt 3, tāpēc $k_5 = 3$. Tas iespējams vai nu kā $1 + 1 + 1 + 0 + 0$, vai kā $1 + 1 + 1 + 1 + (-1)$. Jābūt $x \neq y$ un $z \neq t$. Pārbaudot visas iespējas, katrā no tām iegūst pretrunu.

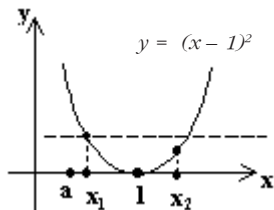
10.1. Atbilde: $a = 1$.

1) ja $x > y > 1$, tad $x - 1 > y - 1 > 0$, tāpēc $(x - 1)^2 > (y - 1)^2$, no kā seko $x^2 - 2x > y^2 - 2y$;

2) ja $0 < a < 1$, tad eksistē tādi x_1 un x_2 ,

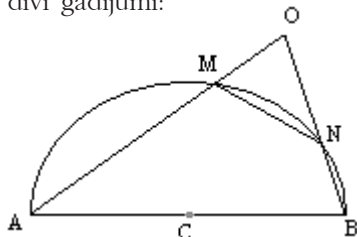
ka $0 < a < x_1 < 1 < x_2$ un $(x_1 - 1)^2 > (x_2 - 1)^2$,
sk. 12. zīm.

12. zīm.

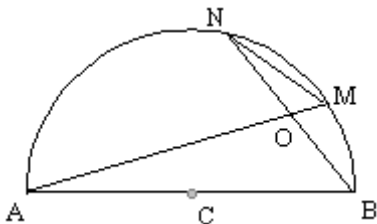


10.2. Apzīmēsim hordas MN garumu ar a , bet tās savilkta loka leņķisko lielumu ar ω . Iespējami divi gadījumi:

13. zīm.



$$\angle MON = \frac{1}{2}(180^\circ - \omega) = 90^\circ - \frac{\omega}{2}$$



$$\angle MON = \frac{1}{2}(180^\circ + \omega) = 90^\circ + \frac{\omega}{2}$$

Atliek ievērot, ka $\sin(90^\circ - \frac{\omega}{2}) = \sin(90^\circ + \frac{\omega}{2})$,
un izmantot sinusu teorēmu:

$$MN = 2R \cdot \sin \angle MON.$$

10.3. a) katram naturālam n $(n + 5)^2 < n^2 + 11n + 30 < (n + 6)^2$; tātad $n^2 + 11n + 30$ atrodas starp blakus esošu naturālu skaitļu kvadrātiem un nav kvadrāts;

b) apzīmējam $n + 5 = x$; pētāmais skaitlis ir $\sqrt{x^2 + x}$. Viegli pārbaudīt, ka naturāliem x pastāv nevienādības $x + 0,4 < \sqrt{x^2 + x} <$

$< x + 0,5$. Tāpēc meklējamais cipars ir 4.

10.4. Pieņemsim, ka ir x amatieri un $x + 9$ profesionāļi, un amatieri n reizes uzvarējuši profesionāļus. Tad amatieriem kopā ir $\frac{x(x-1)}{2} + n$ uzvaras, profesionāļiem kopā ir $\frac{(x+9)(x+8)}{2} + x(x+9) - n$ uzvaras, un iegūstam vienādojumu:

$$9\left(\frac{x(x-1)}{2} + n\right) = \frac{(x+9)(x+8)}{2} + x(x+9) - n,$$

kas pārveidojas par $3x^2 - 22x + 10n - 36 = 0$. Tā atrisinājums ir naturāls skaitlis, tāpēc diskriminantam $121 - 3(10n - 36)$ jābūt nenegatīvam; no šejienes seko $n \leq 7$. Pārbaude parāda, ka atrisinājums ir naturāls skaitlis pie $n = 2$ un pie $n = 6$. Pie $n = 2$ iznāk $x = 8$; tad labākajam amatierim nav vairāk par 9 uzvarām. Pie $n = 6$ iznāk $x = 6$. Tad labākajam amatierim nav vairāk par $5 + 6 = 11$ uzvarām. Tāds skaits ir sasniedzams, ja viens amatieris uzvar visus citus amatierus un ir vienīgais no amatieriem, kas uzvar profesionāļus (citu spēļu rezultātam nav nozīmes).

10.5. Nē, nevar. No šiem 16 skaitļiem 8 jābūt pāra un 8 – nepāra. Tāpēc starp tiem cipariem jābūt gan pāra, gan nepāra ciparam. Apskatām divus pāra un vienu nepāra ciparu; apzīmējam tos ar p_1, p_2 un n . Iegūstamie nepāra skaitļi ir $p_1 p_1 n, p_1 p_2 n, p_1 n n, p_2 p_1 n, p_2 p_2 n, p_2 n n, n p_1 n, n p_2 n, n n n$. Apskatām pirmo divu ciparu veidotos skaitļus; ja divu šādu skaitļu starpība dalās ar 8, tad atbilstošo trīsciparu skaitļu starpība dalās ar 16, un tā ir pretruna. Apskatāmie divciparu skaitļi ir $p_1 p_1, p_1 p_2 p_1 n, p_2 p_1 p_2 p_2, p_2 n, n p_1, n p_2, n n$; tikai trīs no tiem ir nepāra. Tāpēc, izvēloties 8 skaitļus, nevarēs iegūt 8 dažādus atlikumus šiem divciparu skaitļiem, dalot tos ar 8, un divi no tiem dos vienādus atlikumus; tad to starpība dalīsies ar 8.

11.1. Nē, neeksistē.

Ja $2004^n - 1 : 1500^n - 1$, tad arī:

$$(2004^n - 1) - (1500^n - 1) = 2004^n - 1500^n = 2^n(1002^n - 750^n) : 1500^n - 1.$$

Tā kā $LKD(2^n, 1500^n - 1) = 1$, tad:

$$1002^n - 750^n : 1500^n - 1.$$

Bet tas nav iespējams, jo:

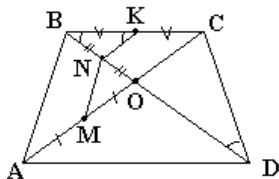
$$0 < 1002^n - 750^n < 1500^n - 1.$$

11.2. Atbilde: $4^4 = 256$. Viegli redzēt, ka rūtiņas uz vienas diagonāles var nokrāsot patvaļīgi un ka šis krāsojums viennozīmīgi nosaka citu rūtiņu krāsojumu.

11.3. Atzīmējam arī BO viduspunktu (*sk. 14. zīm.*). No viduslīniju īpašībām seko, ka MNKC – vienādsānu trapece, tāpēc punkti **M, N, K, C atrodas uz vienas riņķa līnijas**. Tā kā $\triangle BOC$ – vienādsānu, tad arī $\triangle BNC$ – vienādsānu. Tāpēc (atceramies, ka arī $\triangle BCD$ – vienādsānu)

$$\begin{aligned} \angle ODC + \angle NKC &= \angle OBC + \angle NKC = \\ &= \angle BKN + \angle NKC = 180^\circ, \end{aligned}$$

tātad **N, K, C, D atrodas uz vienas riņķa līnijas**. No abiem pasvītrotajiem apgalvojumiem seko vajadzīgais.



14. zīm.

11.4. Logaritmējot iegūstam ekvivalentu nevienādību $a \lg a + b \lg b \geq b \lg a + a \lg b$; $(a-b)(\lg a - \lg b) \geq 0$.

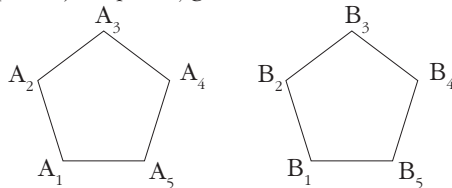
Vajadzīgais seko no tā, ka $y = \lg x$ – augoša funkcija pie $x > 0$.

11.5. Atbilde: $n = 6$.

Apskatām deputātu A, visus viņa draugus un visus šo draugu draugus. Saskaņā ar uzdevuma nosacījumiem citu deputātu nav. Tāpēc $1 + n + n(n-1) \geq 25$, no kurienes $n \geq 5$. Parā-

disim, ka $n = 5$ nav iespējams. Augstāk minētajā uzskaitījumā “A, A draugi un A draugu draugi” **tieši viens deputāts** būtu uzskaitīts divas reizes. Skaidrs, ka tas var būt tikai “A drauga draugs”, kurš kā tāds uzskaitīts divas reizes. Tāpēc A pieder **tieši vienam** ciklam ar garumu 4. Tas attiecas uz patvaļīgu A. Bet 25 deputāti nevar sadalīties ciklos ar garumu 4.

Parādisim, ka $n = 6$ ir iespējams. Apskatām 5 ciklus, katrā pa 5 virsotnēm. Apzīmējam patvaļīgus 2 ciklus ar



15. zīm.

un “nedefinējam” starp tiem draudzības $A_1B_1, A_2B_3, A_3B_5, A_4B_2, A_5B_4$ (t. i., ja A_i un A_j savā starpā draudzējas, tad viņu draugi ciklā B savā starpā nedraudzējas un otrādi).

Viegli pārbaudīt, ka uzdevuma nosacījumi ir izpildīti.

12.1. Viegli pārbaudīt, ka apskatāmā izteiksme vienāda ar

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

12.2. Apzīmējam ABCD centru un malas garumu attiecīgi ar X un x , $A_1B_1C_1D_1$ centru un malas garumu attiecīgi ar Y un y , bet $\vec{XY} = \vec{\omega}$. Tad:

$$\begin{aligned} AA_1^2 + CC_1^2 &= (\vec{AX} + \vec{\omega} + \vec{YA_1})^2 + (\vec{CX} + \vec{\omega} + \vec{YC_1})^2 = \\ &= AX^2 + YA_1^2 + CX^2 + YC_1^2 + 2\vec{\omega}^2 + \\ &+ 2\vec{\omega} \left(\underbrace{\vec{AX} + \vec{CX}}_{\vec{0}} + \underbrace{\vec{YA_1} + \vec{YC_1}}_{\vec{0}} \right) + \\ &+ 2\vec{AX} \cdot \vec{YA_1} + 2\vec{CX} \cdot \vec{YC_1} = \\ &= x^2 + y^2 + 2\omega^2 + 2(\vec{AX} \cdot \vec{YA_1} + \vec{CX} \cdot \vec{YC_1}). \end{aligned}$$

Līdzīgi izsakot $BB_1^2 + DD_1^2$, iegūstam, ka jāpierāda vienādība

$$\overrightarrow{AX} \cdot \overrightarrow{YA_1} + \overrightarrow{CX} \cdot \overrightarrow{YC_1} = \overrightarrow{BX} \cdot \overrightarrow{YB_1} + \overrightarrow{DX} \cdot \overrightarrow{YD_1}.$$

Šīs vienādības pareizība seko no tā, ka

$$\begin{aligned} |\overrightarrow{AX}| &= |\overrightarrow{CX}| = |\overrightarrow{BX}| = |\overrightarrow{DX}|, \quad |\overrightarrow{YA_1}| = |\overrightarrow{YC_1}| = |\overrightarrow{YB_1}| = \\ &= |\overrightarrow{YD_1}| \quad \text{un} \quad \angle(\overrightarrow{AX}, \overrightarrow{YA_1}) = \angle(\overrightarrow{CX}, \overrightarrow{YC_1}) = \\ &= \angle(\overrightarrow{BX}, \overrightarrow{YB_1}) = \angle(\overrightarrow{DX}, \overrightarrow{YD_1}). \end{aligned}$$

12.3. Skaidrs, ka der visas konstantās funkcijas. Pierādīsim, ka citu atrisinājumu nav. Pieņemsim pretējo; tad eksistē tādi x un y , ka $f(x) < f(y)$. Izvēlēsimies tādus x un y , ka **pozitīvā starpība** $d = f(y) - f(x)$ ir minimālā starp visām šādām starpībām. Tad

$$\begin{aligned} f(x) &= \frac{xf(x) + yf(x)}{x+y} < \frac{xf(y) + yf(x)}{x+y} < \\ < \frac{xf(y) + yf(y)}{x+y} &= f(y). \end{aligned}$$

Esam ieguvuši, ka $f(x) < f(x^2 + y^2) < f(y)$ – pretruna ar x un y izvēli.

12.4. a) ievērosim, ka katrs pirmskaitlis, ar ko dalās $(n-1)!$, nepārsniedz $n-1$. Tāpēc, ja $(n-1)!$ dalās ar n , resp., ar $n+2$, tad n , resp., $n+2$ nav pirmskaitlis;

b) pieņemsim, ka $(n-1)!$ nedalās ne ar n , ne ar $n+2$. Tas ir spēkā pie $n=3$ un $n=5$, un abos gadījumos gan n , gan $n+2$ ir pirmskaitlis. Aplūkosim gadījumu $n \geq 7$ un pieņemsim, ka n – salikts skaitlis, $n = ab$, $1 < a \leq n-1$ un $1 < b \leq n-1$. Tad gan a , gan b sastopami reizinājumā $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot (n-1)$. Pie $a \neq b$ no tā seko, ka $(n-1)!$ dalās ar n – pretruna. Pie $a = b$ iegūstam $n = a^2$; tā kā $a \geq 3$, tad $n > 2a$ un $2a \leq n-1$. Tāpēc reizinājumā $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot (n-1)$ sastopami gan a , gan $2a$; tātad $(n-1)!$ dalās ar a^2 jeb ar n – pretruna.

Esam pierādījuši, ka n – pirmskaitlis.

Pieņemsim, ka $n+2$ – salikts skaitlis, $n+2 = ab$, $1 < a \leq n+1$ un $1 < b \leq n+1$. Tā kā n ir nepāra un $n \geq 7$, tad $3 \leq a, b \leq$

$\leq \frac{n+2}{3}$, no kā seko $2a \leq n-1$ un $2b \leq n-1$.

Tālāk pretrunu iegūst tāpat, kā pierādot, ka n ir pirmskaitlis.

Esam pierādījuši, ka $n+2$ – pirmskaitlis.

12.5. Tabula parāda, ka var būt $n = 7$:

1. eksp.	n	n	n	n	n	n	n
2. eksp.	n	d	d	d	d	n	n
3. eksp.	n	d	d	n	n	d	d
4. eksp.	n	n	n	d	d	d	d
5. eksp.	d	n	d	n	d	n	d
6. eksp.	d	n	d	d	n	d	n
7. eksp.	d	d	n	n	d	d	n
8. eksp.	d	d	n	d	n	n	d

Pierādīsim, ka nevar būt $n = 8$. Pieņemsim pretējo.

Ievērosim: mainot kolonā d par n un n par d, uzdevuma nosacījumi saglabājas. Tāpēc varam uzskatīt, ka 1. eksperts nevienu kandidātu nav atzinis par derīgu (1. rinda sastāv no n). Pieņemsim, ka i -jā rindā ir x_i vērtējumi “n”. Skaidrs, ka $x_1 + x_2 + \dots + x_8 = 32$, tāpēc $x_2 + x_3 + \dots + x_8 = 24$. i -jā rindā esošu “n” pāru ir $C_{x_i}^2 = \frac{1}{2} x_i(x_i - 1)$. Tāpēc 2., 3., 4.,

..., 8. rindā pavisam ir $\frac{1}{2}(x_2^2 + x_3^2 + \dots + x_8^2) -$

$-\frac{1}{2}(x_2 + \dots + x_8)$ šādu pāru; pirmajā rindā

šādu pāru ir $C_8^2 = 28$. Tāpēc šo pāru pavi-

sam ir $\frac{1}{2}(x_2^2 + x_3^2 + \dots + x_8^2) - 12 + 18$. No otras puses, tādu pāru pavisam ir $C_8^2 \cdot 2 = 56$

(uz katrām divām kolonnām divi pāri).

Iegūstam (*) $\begin{cases} x_2^2 + x_3^2 + \dots + x_8^2 = 80 \\ x_2 + x_3 + \dots + x_8 = 24 \end{cases}$. Bet

tā ir pretruna ar nevienādību starp vidējo kvadrātisko un vidējo aritmētisko, saskaņā ar

kuru jābūt $\frac{x_2^2 + \dots + x_8^2}{7} \geq \left(\frac{x_2 + \dots + x_8}{7}\right)^2$: pēc

(*) tā neiznāk. 🐦

JĀNIS JAUNBERGS

MĒNESS UN MARSA EKSPEDĪCIJU NESĒJRAKETES

Kad NASA administrators Maiks Grifins 2005. gada 27. septembra intervijā laikrakstam *"USA Today"* novērtēja *"Space Shuttle"* un Starptautiskās kosmiskās stacijas programmas kā kļūdainas, saprotamu iemeslu dēļ sacēlās neliela politiska vētra. Nav noslēpums, ka skandālus Vašingtonā visbiežāk izraisa patiesības nejauša nokļūšana dienasgaismā. Tā ir arī šajā gadījumā, kad patiesība aizvainoja daudzus NASA darbiniekus, ligumorganizāciju pārstāvjus un politiķus, kuru darbs un atbalsts nodrošināja *"Shuttle"* programmas 25 gadu eksistenci.

Tomēr ne jau pret *"Shuttle"* programmu vērsās Grifins. Kā kļūdu viņš raksturoja atteikšanos no *"Apollo"* kuģiem un *"Saturn"* nesējraķetēm, kas bija daudz piemērotākas tālām cilvēku ekspedīcijām kosmosā. Smagais, nedrošais *"Shuttle"* bija iecerēts kā universāls kravas un ekipāžas kuģis, kas galu galā nepiepildīja tā radītāju grandiozos solījumus. Tā kravas pārvadājumi izrādījās pārāk dārgi finansiālā ziņā, tie arī maksāja 14 astronautu dzīvības.

Atgriešanos pie *"Apollo"* daži uztver kā regresu. Taču viņi maldās, jo progress nav iespējami sarežģītāku risinājumu meklējumos labi zināmām problēmām. Cilvēku lidojumi uz Mēnesi, protams, prasa milzīgu enerģiju, lielus dzinējus un precīzas trajektorijas, taču vajadzīgie tehniskie risinājumi tika atrasti jau 20. gadsimta 60. gados, un fizikas likumi kopš tiem laikiem nav mainījušies. Lai nogādātu cilvēkus uz Mēnesi un atpakaļ, *"Apollo"* bija optimālais ceļš, un tāds tas ir joprojām. Uzlabojumi aviācijas materiālos un skaitļošanas

tehnikā nemaina kopējo shēmu, tikai atvieglo tās īstenošanu.

Pilotējamo lidojumu programmas jaunais virziens dzima drīz pēc kosmoplāna *"Columbia"* bojāejas. Starp izmeklēšanas komisijas rekomendācijām bija vairākas būtiskas domas, kas kļuva par pamatu jaunai kuģu projektēšanai. Smagsvara kravu palaišanu vēlams nošķirt no apkalpes starta, jo mazāk jaudīgām raķetēm ir tendence būt drošākām. Apkalpes kabīnei jāatrodas raķetes pašā virsotnē, kur to iespējams katapultēt raķetes eksplozijas gadījumā un kur to neapdraud siltumizolācijas pārklājuma atlūzas vai ledus, kas bieži krit no apledojušām šķidrā skābekļa tvertnēm. Bez tam vienkārša *"Apollo"* tipa kapsula ir stabilāka, un tās viengabalainais siltumaizsardzības vairogs ir drošāks, ar kosmisko ātrumu ieejot atmosfērā.

Traģiskā *"Columbia"* avārija arī atgādināja par *"Shuttle"* nelietderību, ja domājam par tālām pilotējamām ekspedīcijām. Kļuva skaidrs, ka astronautiem ir jādodas kaut kur tālāk, citādi amerikāņu valstiskajai astronautikai vairs nebūs iespējams attaisnot savu eksistenci.

Mērķi uz Mēnesi 2003. gada rudenī nosprauda NASA vadība kopā ar prezidenta administrācijas pārstāvjiem, un 2004. gada janvārī prezidents Džordžs Bušs sabiedrībai atklāja jauno viziju. Kopš tā laika NASA strādāja pie jauno Mēness ekspedīciju arhitektūras, konkursa kārtībā iesaistot arī privātās firmas. Plānošanas centieni rezultāti izkristalizējās 2005. gada septembrī, tāpēc šajā rakstā mazliet iedziļināsimies jauno nesējraķešu un kosmosa kuģu projektos. Cenšoties neatkā-

tot septiņdesmito gadu kļūdas, kad “Apollo” rasējumi burtiski tika nodoti makulatūrā, jauno nesējraķešu projekti maksimāli izmanto “Shuttle” dzinējus un konstrukcijas elementus (*sk. att.*), tādējādi saglabājot tehnoloģisko mantojumu un esošos cilvēku resursus.

Jauno mērķu īstenošanai izmantos divu veidu nesējraķetes: smago kravas raķeti lielu Mēness un Marsa ekspedīciju bloku palaišanai un vieglo ekipāžas raķeti, lai palaistu “Apollo” līdzīgas pilotējamās kapsulas zemā ģeocentriskā orbitā. Gan smagās, gan vieglās raķetes ir projektētas, vadoties no ilgtermiņa mērķiem (Marsa ekspedīcijām), tuvas nākotnes mērķiem (Mēness apciemojumi) un tagadnes vajadzībām (Starptautiskās kosmiskās stacijas apgāde un apkalpju rotācija). Pilotējamā kuģa tilpums ir optimāls Marsa misijām ar sešiem apkalpes locekļiem, bet pirmo kuģa versiju plānotais sešu mēnešu darba mūžs orbitā izriet no Starptautiskās kosmiskās stacijas sešu mēnešu apkalpes nomaiņas cikla.

Vieglā nesējraķete par pirmo pakāpi izmanto četrus segmentu “Shuttle” cietās degvielas starta paātrinātāju ar 1400 tonnu vilci. Lai gan astronauti mēdz teikt, ka cilvēki nav radīti startiem ar cietās degvielas raķetēm, nepatīkamās vibrācijas droši vien kaut kā tiks absorbētas, un kopš “Challenger” katastrofas “Shuttle” cietās degvielas paātrinātāji ir bijuši pietiekami uzticami. Galvenais drošības faktors ir iespēja katapultēt apkalpes kapsulu no nesējraķetes. Šim nolūkam izmantos speciālus cietās degvielas katapultēšanas dzinējus, kas izvietoti tornīti virs apkalpes kapsulas. Lēmumu par katapultēšanos varēs pieņemt gan borta datori, gan arī misijas kontrole vai pat apkalpes komandieris.

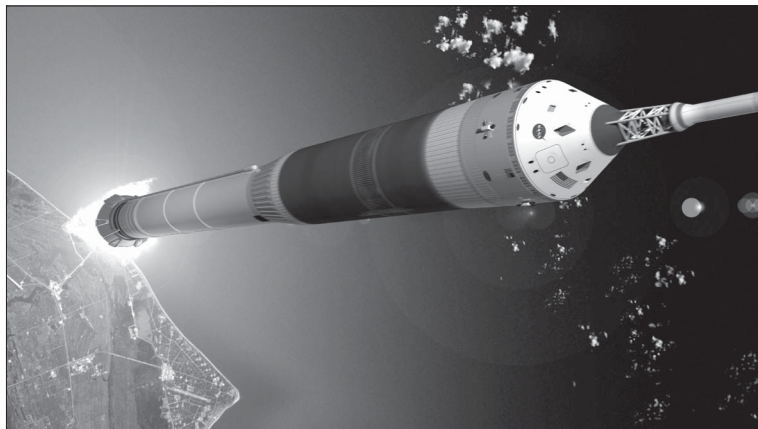
Vieglās nesējraķetes otrā pakāpe ir būvēta ap vienu “Shuttle” galveno dzinēju, kas izmantos 162 tonnas ūdeņraža un skābekļa degvielas, dodot 211 tonnu spēku gandrīz 6 minūtes. Tas ļaus nogādāt 20 tonnu kravas Starptautiskās kosmiskās stacijas orbitā – apmēram tikpat, cik “Shuttle” ar diviem starta paātrinātājiem un trim galvenajiem dzinējiem.



Kravas un ekipāžas nesējraķetes, kas izmantos “Shuttle” tehnoloģiju.

NASA zīmējums

Nākamās desmitgades vidū NASA plāno pabeigt darbu pie 2877 tonnu smagas nesējraķetes, kas arī izmantos “Shuttle” komponentus – pagarinātus piecu segmentu starta paātrinātājus, četrus vai piecus galvenos dzinējus un īpaši pielāgotu “Shuttle” ārējo degvielas tvertni kā raķetes korpusu. Smagās nesējraķetes otro pakāpi darbinās divi modificēti “Saturn V” otro un trešo pakāpju J2S dzinēji, kas abi kopā dos 247 tonnu spēku. Šī milzu raķete ir optimizēta, lai sasniegtu trajektoriju uz Mēnesi ar 55 tonnu kravu (*sk. att. 52. lpp.*), bet var arī nogādāt 120 tonnas zemā ģeocentriskā orbitā. No diviem 120 tonnu moduļiem paredzēts Zemes orbitā sabināt Marsa ekspedīciju kuģus: viens modulis būs Marsa ekspedīcijas krava, bet otrs – raķešpakāpe kravas ievadīšanai trajektorijā uz Marsu. Vēl būs vajadzīgs trešais starts ar vieglo nesējraķeti, kas nogādās apkalpes kuģi sakabināšanai ar Marsa ekspedīcijas kuģi, kaut gan teorētiski iespējams apkalpi ar visu avā-



Vieglās nesējraķetes starts ar *CEV* apkalpes kuģi.

NASA zīmējums

Paredzēti vairāki *CEV* paveidi, kas visi sastāv no servisa moduļa ar degvielas tvertnēm, dzinēju un energoapgādes sistēmām, kā arī apkalpes moduļa pilotējamā variantā vai derīgās

rijas glābšanas sistēmu palaist orbitā uz smagās nesējraķetes reizē ar Marsa kravu.

Pilotējamo ekspedīciju kuģis *CEV* (*Crew Exploration Vehicle*) pēc formas līdzināsies “*Apollo*” komandmodulim, taču koniskās kabīnes diametrs no 3,9 metriem ir palielināts līdz 5,5 metriem, tātad tā būs 2,8 reizes apjomīgāka. Aerodinamisko pētījumu dati no “*Apollo*” laikiem ļaus uzbūvēt *CEV* bez liekas eksperimentēšanas. Tomēr iekšpusē tas ir pavisam cits kuģis, kura oglekļa šķiedras konstrukcijā un labi izplānotajās apakšsistēmās ņemta vērā četru gadu desmitu pieredze.

Šķidrā skābekļa un šķidrā metāna raķešdzinējs kalpos *CEV* manevriem Zemes (*sk. att. 52. lpp.*) un Mēness orbitā (*sk. att. 53. lpp.*), un šādas degvielas izvēle ir mājiens uz Marsa pusi. Metāna un skābekļa degvielai ir augsts specifiskais impulss, bet, galvenais, to ir vieglāk ražot no vietējiem resursiem uz Marsa, salīdzinot ar citām degvielām.

Orientācijas dzinēju darbināšanai *CEV* izmantos etilspirtu un saspīestu skābekli, nevis tradicionālo, toksisko metilhidrazīnu un slāpekļa tetraoksīdu. Divi 4,5 kW Saules bateriju paneli apgādās kuģi ar elektroenerģiju, atšķirībā no “*Apollo*” degvielas elementiem, kam bija pārāk īss mūžs. Kabīnes dzesēšanai lietos propilēnglikola–ūdens antifrīzu, kas cirkulēs caur četriem ārējiem 7 m² radiatoriem.

kravas moduļa kravas variantā. Kravas variants noderētu Starptautiskās kosmiskās stacijas apgādei, ļaujot tur nogādāt 12 tonnu kravas moduļus. Pilotējamais variants ik pēc sešiem mēnešiem nomainīs kosmiskās stacijas trīs cilvēku apkalpes, jau sākot ar 2011. vai 2012. gadu (*sk. att. 52. lpp.*). Mēness variantā ar palielinātām degvielas tvertnēm kuģa masa pieaugs līdz 23 tonnām, un tajā varēs lidot četri astronauti.

Katras Mēness ekspedīcijas krava startēs ar vienu smago nesējraķeti, bet apkalpe *CEV* kuģi ar vieglo nesējraķeti. Pēc starta (*sk. att. 52. lpp.*) Zemes orbitā *CEV* kuģis sakabināsies ar Mēness kabīni un smagās nesējraķetes augšējā pakāpi, kas pēc tam sakabinātos kuģus pārītrinās līdz vajadzīgajai trajektorijai uz Mēnesi. Sasniedzot Mēnesi, Mēness kabīnes *RL-10* šķidrā skābekļa un ūdeņraža dzinēji nobremzēs apvienoto kuģi Mēness orbitā, pēc tam Mēness kabīne ar četriem astronautiem nolaidīsies uz virsmas. Pacelšanās no virsmas (*sk. att. nāk. lpp.*) notiks ar tādu pašu metāna–skābekļa dzinēju, kādu plānots uzstādīt *CEV* kuģi. Pēc pacelšanās orbitā Mēness kabīne sakabināsies ar *CEV*, un astronauti ar *CEV* dosies mājās.

Sākotnējais Mēness lidojumu modelis paredz nedēļu ilgus apciemojumus divas reizes gadā. Skaidrs, ka *NASA* cer vēlāk ierīkot pastāvīgas bāzes kā loģisku programmas turpinājumu. Kopā ar astronautiem uz Mēness

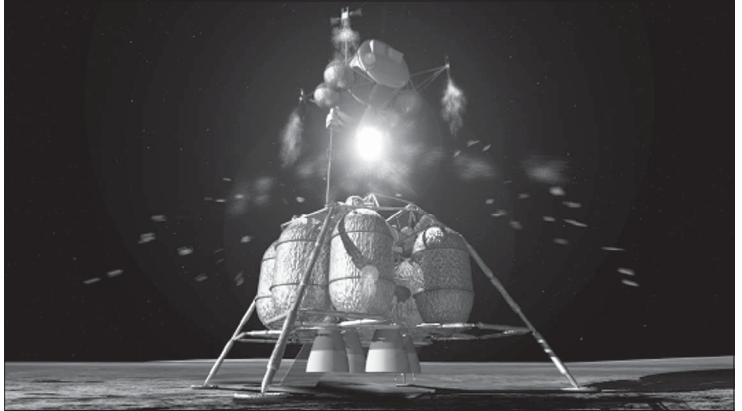
Mēness kabīne ar astronautiem paceļas no Mēness.
NASA zīmējums

(sk. att. 50. lpp.) tiks nogādātas divarpus tonnas kravas, kas varētu būt gan zinātniskie instrumenti, gan mobīli 15–20 km tāliem braucieniem. Ja Mēness kabīni un astronautus aizstāj ar derīgo kravu, tad varētu vienā paņēmienā nogādāt uz Mēness 21 tonnu kravas – piemēram, vienu kosmiskās stacijas tipa moduli. Tas būtu labs sākums Mēness bāzei.

Mēness kabīnes būs lielākas un ērtākas nekā “Apollo” kabīnes, un tām būs slūžu telpa, lai varētu labāk izvairīties no cementam līdzīgo Mēness putekļu iekļūšanas dzīvojamā telpā. Tiek apsvērta iespēja atstāt izmantotās Mēness kabīnes uz Mēness, un astronautiem startēt uz sakabināšanos ar CEV bez kabīnes, tikai skafandros ar pacelšanās raķešu pakāpi.

Atšķirībā no “Apollo”, jaunajām Mēness kabīnēm pietiks degvielas, lai nolaistos jebkurā Mēness punktā, ieskaitot polus. Mēness dienvidpols ir vistīcāmākā bāzes vieta. No orbītas konstatētais palielinātais ūdeņraža daudzums Mēness dienvidpolam tuvajā Shackleton krāterī ļauj cerēt, ka tur $-223\text{ }^{\circ}\text{C}$ mūžīgajā sasalumā glabājas ūdens ledus, bet blakus krātera malās Saule gandrīz nepārtraukti ir virs apvāršņa.

Bāzes celtniecība sāktos ar Saules bateriju un akumulatoru sistēmām, kā arī radio bākām, kas palīdzēs citu kuģu precīzai navigā-



cijai. Tam sekotu dzīvojamo moduļu un apgādes kravas, kā arī iekārtas ūdens un skābekļa iegūšanai no Mēness iežiem. Vairums darbu bāzē notiks ar tālvadības mehānismiem, un tos kontrolēs no Zemes. Iekārtas tiks projektētas tā, lai astronautiem nebūtu jātērē laiks to uzstādīšanai, uzturēšanai vai pārvietošanai.

Mēness ekspedīciju arhitektūra un tehniskās detaļas atspoguļo augošo NASA interesi par cilvēku sūtīšanu uz Marsu. Smagsvara nesēja raķetes, trīs līdz sešu cilvēku pilotējamais kuģis un metāna-skābekļa raķešu dzinēji liecina, ka galamērķis ir Marss, kaut arī Marsa misiju arhitektūra pagaidām nav izstrādāta un netiek solīta. Mācīties no Mēness, lai sagatavotos Marsam, – tāds ir pagaidu nodoms, kas ietver Mēness resursu pārstrādes eksperimentus, bāzu būvēšanas pieredzi un motivācijas uzkrāšanu daudz tālākajiem Marsa lidojumiem. Cerams, ka šodienas NASA spēs atkārtot darbu, ar ko saistīts šīs organizācijas uzplaukums, un pierādis, ka līdz šim tai pietrūka vienīgi atbilstošu mērķu un racionāli domājošas vadības.

Avots

http://www.nasa.gov/missions/solarsystem/CEV_bi_res.html – NASA Mēness un Marsa ekspedīciju nesēja raķešu un kosmosa kuģu konceptuālie zīmējumi. 🐼

VARIS KARITĀNS

VIZUĀLĀS ASTRONOMIJAS IESPĒJU ROBEŽAS

Raksta autoru pievērsties šim tematam aicinājusi zvaigžņotās debess demonstrēšana LU Astronomiskajā tornī. Daudzi no apmeklētājiem, kuri atnāk, ieskatās teleskopā, jau pēc pāris sekundēm vietu pie tā dod nākamajam apmeklētājam, tajā pašā laikā atzīstoties: *“Tik mazs tas Marss izskatās? Nekas īpašs jau nebija. Labāk braukšu skatīties uz Baldoni. Te var saskatīt tikai tādu miglainu pleķīti? Irbenē ir daudz lielāks teleskops.”* (Uz Irbeni gan nebrauciet zvaigznes skatīties – radioviļņus mēs neredzam! – autora piezīme.)

Cilvēks, kuram ir kaut neliela interese par astronomiju, vismaz reizi mūžā ir šķīstījis astronomijas mācību grāmatas, apmeklējis ar astronomiju saistītas interneta mājaslapas, lasījis dažādas populārzinātniskas publikācijas astronomijā. Visus šos informācijas avotus lieliski papildina krāšņi debess dziļu objektu attēli, kuros redzamas daudzas spožas un mazāk spožas zvaigznes, izteiksmīgas, krāsainas struktūras u. tml. Debess novērotājs pats no savas pieredzes zina, ka tumšā naktī pie debesīm redzamas daudzas zvaigznes, bet nav vērojamas nupat minētās spilgtās ainas. Rodas jautājums: *“Kā tad ieraudzīt Visumu tādu, kādu to mums atklāj masu informācijas līdzekļi?”*

Zinot, ka teleskops kopš tā izgudrošanas (Galileo Galilejs) brīža viduslaikos ir bijis astronomu ierocis, lai ielauztos Visuma dzīlēs, cilvēkam gribot negribot radīšies priekšstats, ka, ielūkojoties teleskopā, Visums viņam atklāsies visā savā skaistumā. Iespējams, ka šis priekšstats var kļūt par iemeslu tam, ka cilvēks, kurš pirmo reizi ielūkojas teleskopā, lai

redzētu galaktiku, miglāju vai planētu, jūtīs diezgan vilies un uzdos virkni jautājumu: *“Vai tad tā ir galaktiku pasaule, kādai tai normāli jābūt? Vai teleskopa optika strādā pareizi? Kur ir izteiksmīgie Marsa kalni un polārās cepures, kur milzīgie Saturna gredzeni? Un vispār, kāpēc viss šķiet tik blāvs un mazs?”*

Šajā brīdī vislabāk uzskatāma kļūst atšķirība, kas pastāv starp vizuālo un fotogrāfisko astronomiju. Tie ir divi astronomijas atzari, un katrs no šiem atzariem mums var piedāvāt ko atšķirīgu. Lai izprastu, ko sniedz katra astronomijas nozare, atcerēsimies vārda *“vizuāls”* izcelsmi – tā pamatā ir latīņu valodas vārds *visualis*, kas nozīmē *“tāds, kas saistīts ar redzi; tāds, ko var redzēt”*. Tātad – vizuālās astronomijas pamatā ir debess novērojumi ar aci. Ja attēls, ko uztveram, veidojas cilvēka aci, tad astronomija būs vizuāla astronomija neatkarīgi no tā, vai mēs skatīsimies caur teleskopu vai ne. Kāds varbūt teiks: *“Bet debesis jau skatās teleskops!”* Taisnība, bet galu galā attēlu vienalga uztver cilvēka acs, un tāpēc novērojumi ar aci caur teleskopu ir un paliek vizuāla astronomija. Gaismas detektors šajā gadījumā ir cilvēka acs tiklīdz esošie fotoreceptori (nūjiņas un vāļītes).

Fotogrāfiskās astronomijas pašos pamatos arī ir gaismas uztveršana no debess ķermeņiem, taču cilvēka acs vietā tiek izmantota fotofilma, ko gan šodien gandrīz pilnībā ir aizvietojuši elektroniskie digitālie gaismas detektori. Arī fotografēt mēs varam caur teleskopu un bez tā, un arī šajos abos gadījumos tā būs fotogrāfiskā astronomija. Varam

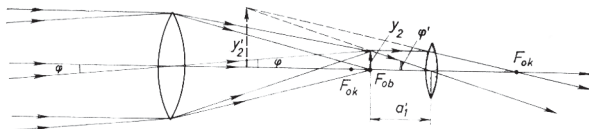
secināt, ka teleskops darbojas kā “pastiprinātājs” starp debess ķermeņiem un gaismas uztvērēju, savācot vairāk gaismas.

Lai gūtu priekšstatu, kā vienu un to pašu debess objektu parāda vizuālā un fotogrāfiskā astronomija, aplūkojiet *1. attēlu 49. lpp.*, kurā redzams Oriona miglājs tāds, kāds tas izskatās, aplūkojot to caur teleskopu (*pa kreisi*), un tāds, kādu to spēj parādīt fotogrāfiskā astronomija, uz filmas ilgstoši uzkrājot gaismu. Teleskopā ar aci jūs redzēsiet miglainu plankumu ar noteiktiem apveidiem un formu, ilgstoši iegūtā astronomiskā uzņēmumā Oriona miglājs redzams kā izteiksmīga sarkani balta figūra. Kas tad īsti ir cēlonis atšķirībai starp vizuālo un fotogrāfisko astronomiju?

Šajā brīdī būtu vietā ieskatīties teleskopa darbības pamatos (*sk. 2. att.*). Īsi sakot, teleskops kalpo trim mērķiem:

- lai savāktu vairāk gaismas, nekā to spēj cilvēka acs;
- lai vizuāli pietuvinātu objektus;
- lai palielinātu redzes leņķi.

Analizēsīm nedaudz sīkāk katru no šiem uzdevumiem.



2. att. Teleskopa darbības pamati (*O. Students. "Optika"*).

Teleskopa diametrs ir teleskopa zilīte. Līdzīgi kā no cilvēka acs zilītes diametra ir atkarīgs aci ienākošās gaismas daudzums, tāpat arī teleskops, kam lielāks diametrs, savāks vairāk gaismas nekā teleskops, kam diametrs ir mazāks. Ne bez pamata tiek būvēti pēc iespējas lielāki teleskopi. No teleskopa diametra ir atkarīgs vēl viens to raksturojošs parametrs, ko sauc par teleskopa izšķirtspēju.

Otrais uzdevums ir vizuāli pietuvināt aplūkojamos objektus. Protams, lasītājam ir skaidrs, ka pašu aplūkojamo objektu mēs tu-

vāk pievilkt fiziski nespējam, proti, tas, ko mēs aplūkojam, patiesībā ir nevis pats objekts, bet gan objekta attēls, kas atrodas dažū centimetru attālumā no acs. Objekta attēlu, ko mēs aplūkojam, veido teleskopa objektīvs, kas refraktoros ir leca (refraktori – lecu teleskopu klase, ar ko sākās teleskopu ēra), bet reflektoros – galvenais spogulis (reflektori – spoguļteleskopu klase, kam pieder visi mūsdienu modernie teleskopi). *2. attēlā* redzams refraktora tipa teleskops. Vārdu sakot, mēs patiesībā caur teleskopa okulāru kā caur lupu aplūkojam tālā objekta attēlu, kas atrodas no mums ļoti mazā, kā jau minēts, dažū centimetru, attālumā.

Trešais uzdevums ir saistīts ar teleskopa parametru, kas nereti tiek uzskatīts par vis svarīgāko, proti, ar teleskopa palielinājumu. Teleskopa palielinājums raksturo to, cik reizi pieaug redzes leņķis. Teleskopa palielinājums parasti ir norādīts teleskopa lietošanas instrukcijā, un bieži vien tas ir robežās no 50 X līdz 300 X. Zinot, ka aplūkojamais objekts, t. i., objekta attēls, atrodas dažū centimetru attālumā no acs, iespējams izrēķināt, cik lielu šo objekta attēlu mēs redzam. Pārsteidzoši, bet izrādās, ka tas ir izmērāms ar lineālu, t. i., no dažām milimetra daļām līdz dažiem centimetriem. Tātad teleskopā mēs patiesībā redzam no dažām milimetra daļām līdz dažiem centimetriem lielu attēlu.

Zinot, kādi optiskie principi ir teleskopa darbības pamatā, varam sākt izprast, ko tas spēj parādīt un kāpēc tas mums neatklāj to, ko atklāj fotogrāfiskā astronomija.

Pirmkārt, kā jau minēts, vizuālajā astronomijā gaismu, ko uztver teleskops, galu galā savāc, uztver un analizē cilvēka acs. Par spīti tam, ka teleskopa diametrs jeb zilīte ir daudz lielāka nekā cilvēka acs zilīte, cilvēka acs gaismu uzkrāj tikai dažas sekundes desmitdaļas. Tas nozīmē, ka caur teleskopu mēs redzam debesis tādas, kādas redzētu, ja mūsu zilītei būtu tādi izmēri kā teleskopa diametram. Tas savukārt nozīmē, ka mēs tele-

skopā patiešām redzam vājākus objektus, bet, lai tie izskatītos tik iespaidīgi kā attēlos, gaisma ir jāuzkrāj pietiekami ilgi – pat vairākas stundas un dienas. Gaisma ilgstoši tiek uzkrāta fotogrāfiskajā astronomijā, un to dara elektroniski detektori (*CCD* – no angļu val. *Charge-Coupled Devices* – lādiņsaites matricas), kādi ir pievienoti Habla kosmiskajam teleskopam, kas kopš 1991. gada riņķo orbītā ap Zemi, kā arī Baldones Riekstukalna Šmita sistēmas teleskopam (*sk. A. Alksīņa rakstu "Baldones Šmita telekopa spogulis atjaunots". – ZvD, 2005. g. rudens, 11.–13. lpp.*). Visi astronomijā iegūtie attēli, kam ir zinātniska nozīme, tiek iegūti, izmantojot fotogrāfisko astronomiju. Vizuālā astronomija mums ļauj nojaust, ka objektiem tik tiešām ir tāds veidols un forma, kā redzams grāmatās.

Iedomāsimies, ka teleskops nakts debesis ir notēmēts uz kādu vāju un sīku debess objektu. Ja pārmaiņus ar aci skatīsimies teleskopā un debesis uz vietu, kur šis objekts atrodas, tad sapratīsim, ka, skatoties caur teleskopu, tomēr varam ieraudzīt vairāk. Tas, ka objekti izskatās blāvi un bāli, ir tieši tādēļ, ka mūsu acs nespēj ilgstoši uzkrāt gaismu.

Otrkārt, vērojot naksnīgās debesis ar aci, ar teleskopu vai arī bez tā, acs tiklīdz darbojas tikai nūjiņas, kas ir ārkārtīgi jutīgas pret gaismu, bet kam nepiemīt krāsu izšķirtspēja (tumsā visi kaķi pelēki!). Tieši šā iemesla dēļ miglainie debess objekti redzami pelēcīgā krāsā. Ārkārtīgi augstās jutības dēļ ir iespējams uztvert tik vāju gaismas intensitāti, kāda nāk no debess ķermeņiem. Nūjiņas visjutīgākās pret gaismu ir aptuveni 498 nm viļņa garumā. Bez nūjiņām acs tiklīdz pastāv arī vāļītes, kam izšķiramas trīs apakšklases. Katrai no šīm klasēm ir savs viļņa garums, pret ko tā ir visjutīgākā. Vāļītes ir atbildīgas par krāsu redzi, un to gaismasjutība ir mazāka nekā nūjiņām (*sk. 3. att. 49. lpp.*). Viļņa garums, pret ko visjutīgākā ir katra vāļīšu grupa, parādīts 3. attēlā. Redzams, ka viena grupa ir visjutīgākā sarkanajā spektra daļā, cita – zaļajā, bet trešā – zilajā daļā.

Treškārt, atbilde uz jautājumu par debess ķermeņu attēlu izmēriem, lūkojoties teleskopā, meklējama, izmantojot ģeometrisku optiku un staru gaitas konstrukciju teleskopā. Saprotams, ka vienkāršs apmeklētājs, kurš atnācis ieskatīties teleskopā, cerēs ieraudzīt milzīgas planētas, izmēros līdzīgas Mēness diskam, un domās nevis par ģeometrisku optiku, bet gan vairāk par teleskopa palielinājumu. Viņaprāt, jo lielāks palielinājums, jo labāk. Tomēr planētas nekad neizskatīsies tik milzīgas, jo atrodas no mums daudzu miljonu kilometru attālumā un to leņķiskie izmēri ir tikai dažas (reti daži desmiti) loka sekundes. Līdzīgi tas ir arī ar citiem debess objektiem. Kā jau minēts, mēs caur okulāru kā caur lupu aplūkojam objekta attēlu, kas atrodas dažu centimetru attālumā. No pieredzes zinām, cik lieli izskatās dažus milimetrus lieli objekti, ja uz tiem skatāmies caur lupu. Kā piemēru minēšu Marsa lielo opozīciju, kad Marsa diametrs sasniedz 25". Ja teleskopa palielinājums ir, piemēram, 300 X, tad LU Astronomiskā torņa teleskops Marsa attēlu palielina līdz aptuveni 1,8 mm izmēram. Tagad varam iedomāties, cik lielu teleskopā mēs ar aci redzam Marsu (marsiešus saskatīt nav iespējams). Tomēr teleskops mums ļaus izšķirt, ka planētām ir saskatāmi diski. Zvaigznes teleskopā mēs redzēsim kā punktus, kas būs tikai nedaudz spožāki nekā tad, ja skatāmies vienkārši ar aci bez teleskopa. Īpaši labos redzamības apstākļos varēsim arī saskatīt Jupitera lielo sarkano plankumu un Saturna gredzenus. Būs saskatāmi arī Jupitera Galileja un Saturna pavadoņi. Internetā redzāmie lielie attēli, kuros saskatāmas ļoti sīkas detaļas, tiek iegūti ar ārpus atmosfēras teleskopiem (Habla kosmiskais teleskops) un lielajiem Zemes teleskopiem, kam ir daudz lielāka izšķirtspēja, vai arī no starpplanētu zondēm, uz kurām novietotas kameras. Ar *CCD* iegūtos attēlus iespējams ielādēt datorā un digitāli palielināt.

Un, ceturtkārt, neapšaubāmi graužoša ietekme uz attēlu kvalitāti ir Zemes atmosfērai. Atmosfēras neviendabības dēļ attēls kļūst

daudz mazāk detalizēts, vārdu sakot, samazinās teleskopa praktiskā izšķirtspēja, kas tālu atpaliek no teorētiskās. Arī mazie un blāvie attēli izskatītos daudz iespaidīgāki, ja vien tajos būtu saskatāms vairāk detaļu. Šā iemesla dēļ teleskopus cenšas novietot kalnos (kā, piemēram, Eiropas Dienvidu observatorijas (ESO) teleskopu), kur atmosfēra novērojumiem traucē mazāk (un kur arī ir mazāks mākslīgais apgaismojums; tas, starp citu, pilsetā ir vēl viens apstāklis, kas bojā attēlu kvalitāti) un ne tik ļoti samazina izšķirtspēju. Ideālā gadījumā teleskopu paceļ ārpus atmosfēras, kā, piemēram, jau minēto Habla kosmisko teleskopu. Ja uz Zemes novietotam teleskopam ar diametru 25 cm teorētiskā izšķirtspēja ir aptuveni 0,56", tad reāli tā būs daudz mazāka un sasniegs, piemēram, 5". Jāņem vērā arī cilvēka acs izšķirtspēja, kas tipiski ir 1'

Saites

<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Lab/3230/eyevspic.html>.

http://outreach.atnf.csiro.au/education/senior/astrophysics/photometry_photographicastro.html.

http://mcdonaldobservatory.org/research/instruments/instrument.php?i_id=3D. 🐦

ARTURS BARZDIS

3. OKTOBRA SAULES APTUMSUMA NOVĒROJUMI

Šā gada 3. oktobrī Latvijā varēja novērot daļēju Saules aptumsumu. Rīgā no rīta Saules disku klāja plāni mākoņi, taču neilgi pēc aptumsuma sākuma (aptuveni plkst. 11:24 pēc Latvijas laika) mākoņi izklida un Sauli varēja novērot līdz pat aptumsuma beigām. Šo skaisto debess parādību raksta autoram izdevās arī nofotografēt. Autora lietotā vienkāršā fotografēšanas tehnika un praktiskā pieredze varētu ieinteresēt arī citus novērotājus.

Lai novērotu Sauli, ir nepieciešami gaismas filtri, kas slāpē tās spēcīgo starojumu. Novērojot ar neapbruņotu aci, par labiem gaismas filtriem var kalpot ar sveci nokvēpināts stikla gabals vai arī speciālie metinātāju filtri, kas ir visai plaši pieejami. Ja novērošana

(redzes asums $V = 1$).

Arī uz Zemes novietotie teleskopi var sasniegt izšķirtspēju, kas tuva maksimālajai, izmantojot t. s. aktīvo un adaptīvo optiku, par ko sīkāk var lasīt iepriekšējos "*Zvaigžņotās Debess*" numuros (sk. A. Balklava rakstu "*Neparasti teleskopu spoguļi*". – *ZvD*, 1992. g. *pa-vasaris*, 11.–14. lpp.).

Šajā rakstā lasītājs tiek iepazīstināts ar vizuālās astronomijas iespēju robežām un iemesliem, kādēļ mēs nevaram teleskopā visu ieraudzīt tā, kā tas tiek attēlots astronomijas grāmatās un žurnālos. Reizēm ir skumji, ka daudzi jūtas vilušies, taču ar šo rakstu tā autors vēlas pievērst vismaz dažu lasītāju uzmanību – lai gan vizuālā astronomija nekad neparādīs visu tā, kā to parāda fotogrāfiskā astronomija, tomēr, skatoties caur teleskopu, mēs redzam daudz vairāk, nekā vienkārši skatoties ar aci.

tiek veikta, izmantojot teleskopu, tad filtram ir jābūt "tumšākam", t. i., ar mazāku caurlaidību, jo teleskops, kā zināms, savāc daudz vairāk gaismas nekā neapbruņota acs, tāpēc Saule izskatās spožāka. Visdrošāk ir novietot filtru pirms teleskopa objektīva, jo, novietojot to aiz okulāra, tieši pirms acs, safokusētie Saules stari stipri sakarsē filtru un tas var saplīst! Protams, ir nopērkami arī speciāli Saules novērošanai izgatavoti gaismas filtri, kuru kvalitāte ir daudz augstāka par pašu gatavoto filtru kvalitāti, un tie ir īpaši piemēroti fotografēšanai.

Plaši pieejamajiem fotoaparātiem ar īsfokusa objektīviem būtisks trūkums ir tas, ka fotogrāfijās Saules attēla izmēri ir ļoti sīki. Lai

iegūtu Saules attēlus lielākā palielinājumā, var izmantot nomaināmus objektīvus (ja to paredz fotoaparāta modelis), teleskopu, tālskati vai arī binokli. Izmantojot teleskopu vai binokli, visvienkāršākais paņēmieni ir nostiprināt fotoaparātu tieši aiz teleskopa okulāra (fotoaparāta un teleskopa optiskajām asīm ir jābūt pēc iespējas paralēlām), tikai sākumā jāiefokusē fotoaparāta objektīvs uz “bezgalību” un teleskops – pret tāliem objektiem – koku zariem, vai antenām uz māju jumtiem. Raksta autors šā gada Saules aptumsuma fotografēšanai sekmīgi izmantoja pusautomātisko fotoaparātu “Zenit–122” kopā ar tālskati “Yukon 20–50X50” (sk. 1. att.), kam ir maināms palielinājums no 20 līdz 50 reizēm. “Yukon” objektīva diametrs ir gan tikai 5 cm, tādēļ tā izšķirtspēja ir pārāk zema sīku Saules virsmas detaļu saskatīšanai, tomēr tā maināmais palielinājums ir ļoti ērts Saules aptumsumu un saulrietu fotografēšanā, kā arī vizuālajos novērojumos naktī. Fotoaparāts “Zenit–122” ir parocīgs dažādiem fotogrāfiskajiem novērojumiem ar fotofilmīņu, jo tam ir iespējams uzstādīt ekspozīcijas laiku “bezgalību”, kas ir nepieciešams, fotografējot naktī, savukārt iebūvētais eksponometrs ļauj to izmantot arī fotografēšanai dienā ar isām ekspozīcijām.

Ja tālskatim “Yukon” ar 20 reižu palielinājumu pievieno “Zenit–122” ar standarta objektīvu, kura fokusa attālums ir 56 mm, tad



2. att. Tuvu aptumsuma maksimālās fāzes momentam. Uzņēmums ar “Zenit–122” un tālskati “Yukon” ar 20 reižu palielinājumu.



1. att. Tālskatis “Yukon 20–50X50”.

šīs sistēmas efektīvais fokusa attālums būs $20 \times 56 = 1120$ mm. Tātad šāda sistēma darbojas kā fotoaparāta objektīvs ar fokusa attālumu 1120 mm. Tas ir pietiekami, lai iegūtu samērā lielu Saules diska uzņēmumu. Protams, fotografēt, turot tālskati un fotoaparātu rokās, nevajadzētu, jo palielinājums ir pietiekams, lai roku drebešana izsmērētu Saules attēlu. Vislabāk būtu nostiprināt optisko sistēmu uz statīva, taču var iztikt arī bez tā. Raksta autors tālskati piestiprināja nelielam dēlītim un fotoaparātu pieskrūvēja pie dēlīša tieši aiz tālskata. Dēlīti ar fotoaparātu un tālskati viegli var novietot uz kādas lidzenas virsmas, piemēram, palodzes, un vajadzīgo augstumu iestatīt, paliekot dažas grāmatas vai citus priekšmetus zem dēlīša priekšējā gala. Novērot saulrietus ir ērtāk, jo tad par “statīvu” der jebkura horizontāla virsma.

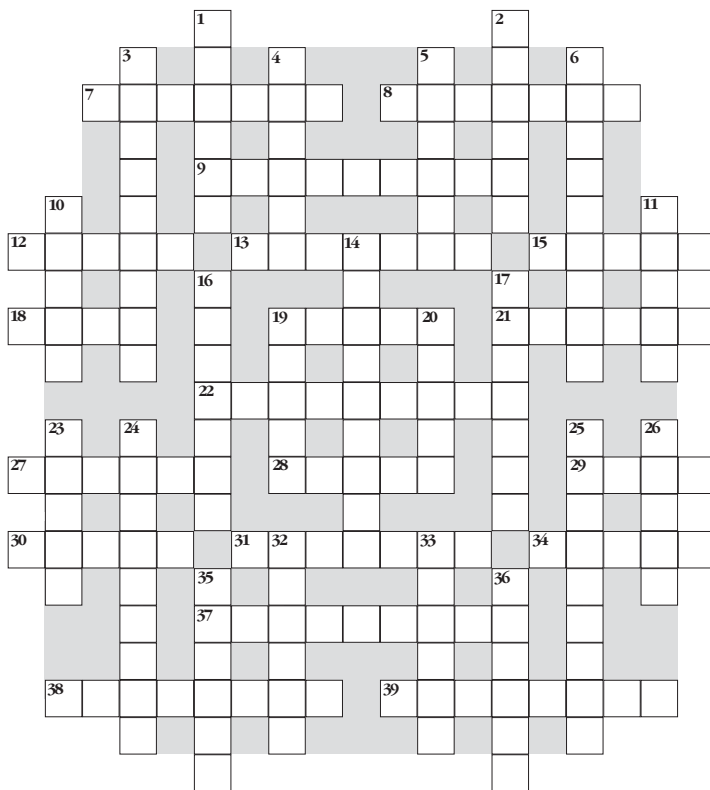
Jāpiebilst, ka Saules fotografēšanai labāk der mazjutīgās (ISO 100 vai 200) fotofilmīņas, jo tām ir smalkāka graudainība un attēlu izšķirtspēja būs augstāka. Bieži vien Saule arī caur gaismas filtru izrādās tik spoža, ka pat mazjutīgām filmīnām ir nepieciešama par 1/500 isāka ekspozīcija, ko ar “Zenit–122” iegūt nav iespējams. Tāda problēma radās arī raksta autoram, novērojot 3. oktobra Saules aptumsumu ar ISO 200 jutības filmīņu, tādēļ Saules attēli ir nedaudz pārgaismoti (sk. 2. att. un 3. att. 56. lpp.). Jāpiebilst, ka Saules aptumsumu fotografēšanai ar aprakstīto paņēmieni var sekmīgi izmantot arī digitālos fotoaparātus, ar kuriem strādāt ir daudz parocīgāk, tomēr tie ir dārgāki un nomaināmi objektīvi ir paredzēti tikai pašiem dārgākajiem modeļiem. 📷

KRUSTVĀRDU MĪKLA

Līmeniski. **7.** Latvijā nokritis meteorīts (*ģen.*). **8.** ASV astronauts, kurš 1972. g. uzturējies uz Mēness. **9.** ASV astronauts (lidojis kosmosā 1969. g.). **12.** Komētas kodola miglveida apvalki. **13.** Pirmais ungāru kosmonauts. **15.** 1932. g. atklātā mazā planēta. **18.** Meteorīta krāteris Igaunijā. **19.** Debess ziemeļu puslodes zvaigznājs. **21.** Ķīmiskais elements, inerta gāze. **22.** Krievu kosmonauts, divreiz pabijis kosmosā. **27.** Amerikāņu astronoms, Marsa pētnieks (1855–1916). **28.** 1976. g. atklātā mazā planēta. **29.** Austrāliešu astronoms, Sidnejas observatorijas direktors (1863–1947). **30.** Debess dienvidu puslodes zvaigznājs. **31.** Sens astronomisks aparāts. **34.** Elektriskās strāvas sprieguma mērvienība. **37.** Periodiskas redzamās Mēness svārstības ap savu centru. **38.** Trojiešu grupas mazā planēta. **39.** Mēnesis, kad orbitā tika ievadīts pasaulē pirmais ZMP.

Stateniski. **1.** Jupitera pavadonis, ko 1908. g. atklāja F. Ž. Melots. **2.** Saturna pavadonis. **3.** Vācu fiziķis, kura vārdā nosaukts kāds efekts (1826–1899). **4.** Amerikas ZMP. **5.** Latviešu astronoms un ģeofiziķis (1883–1978). **6.** Debess ziemeļu puslodes zvaigznājs. **10.** Gudrot, prātot. **11.** Itāļu filozofs, N. Kopernika mācības attīstītājs (1548–1600). **14.** Debess ziemeļu puslodes zvaigznājs. **16.** Trijstūra trigonometriskā funkcija. **17.** ASV astronauts, kurš traģiski gāja bojā 1967. g. **19.** ASV astronauts, kurš trīs reizes pabijis kosmosā. **20.** ASV astronauts, kurš 1971. g. pabijis uz Mēness. **23.** Uzliesmojošas maiņzvaigznes. **24.** Leņķu mērīšanas instruments. **25.** Zemes atmosfēras augšējais slānis. **26.** ASV astronauts (lidojis ar “*Shuttle*” 1997. g.). **32.** Mazā planēta. **33.** Paralīze. **35.** Zvaigzne Perseja zvaigznājā. **36.** Latviešu kultūras darbinieks, kura vārdā nosaukta mazā planēta.

Sastādījis **Ollerts Zībens**



JĀNIS KLĒTNIKS

INDOEIROPEISKĀ KALENDĀRA SĀKOTNE

(*Nobeigums*)

SENGRIEĶU ZEMKOPJU KALENDĀRS

Indoeiropiešu zemkopju kalendāra elementus, kas balstīti jau uz debess spīdekļu stāvokļa novērojumiem, atrodam vecākajā eiropiešu literārajā darbā “*Darbi un dienas*”, ko apmēram 7. gs. pirmajā pusē p. m. ē. sarakstīja sengrieķu dzejnieks Hēsiods. Šis darbs Augusta Ģiezēna atdzejojumā ar Ābrama Feldhūna paskaidrojumiem publicēts latviešu valodā kopā ar episko sacerējumu “*Teogonija*” (1995, 1998).

Hēsiods zemkopja galveno darbu ciklu no sējas līdz pļaujai raksturo ar Plejādes jeb Sietiņa zvaigznāja redzamību. Viņš piemin: “*Tikko no pamales celties sāks Plejādes, Atlanta meitas, steidzies vākt ražu; kad rietēt tās sāks, dzen tīrumā vagu.*” (383.–384. rinda). Spriežot pēc tā, zemkopji Senajā Grieķijā jau pirms Hēsioda 2. g. tūkst. p. m. ē. pazina un prata izmantot Plejādes raksturīgo stāvokli gadalaiku iedalīšanai. Pavasarī, aprīlī–maijā, pēc Saules rieta debess vakarpusē norietošās Plejādes norādīja, ka ir klāt sējas laiks. Sengrieķu mitos Plejādes dēvē par teiksmainā titāna Atlanta un Plēiones septiņām meitām, ko Zevs pārvērtā par zvaigznēm, glābjot viņas no varmācīgā mednieka Oriona. Kā zināms, Oriona zvaigznājs atrodas otrpus ekliptikas zem Vērša zvaigznāja.

Līdz ar naksnīgajās debesis novērojamām astronomiskajām izmaiņām, kad Plejādes ar blakus atrodošajām Hiādēm un Oriona zvaigznāju slid vakarpusē uz rietu, zemkopji dabā ievēroja arī citas fenoloģiska rakstura pār-

maiņas. Raksturīgākā bija augu valsts atmošanās, zelmeņa un lapu plaukšana, dzeguzes kūkošana. Bezdelīgu atgriešanās vēstīja par ziedoņa iestāšanos. Hēsiods arī piemin pirmos pavasara svētkus, kad pirms tīrumu aršanas godina auglības dievi Dēmetru un viņas meitu Persefoni: “*Sīrsnīgi piesauc tad pazemes valdnieku (Aīdu) un Dēmetru tīro, lai tev svarīgi briestu šie Dēmetras svētītie graudi!*” (465.–466. r.). Grieķu mitoloģijā Zeva un Dēmetras meitu Persefoni nolaupīja mirušo valsts valdnieks Aīds. Ziemu Persefone pavada pazemē pie sava vīra Aīda, bet katru pavasari atgriežas virszemē pie mātes Dēmetras. Šajos pavasara svētkos Persefoni ziedoja olas un putnus. Uz kāda sena māla ciļņa atēlots gailis kā viens no galvenajiem ziedojumiem Persefoni (9. att.). Šis ziedojuma veids sasauca ar latvisko Ūsiņa jeb Jurgā dienas tradīciju, kad, pirmo reizi pieguļā izlaižot zirgus, dzimtas vecākais pavasara dievībai ziedoja gaili. Ūsiņš bija zirgu sargātājs. Tā bija viena no galvenajām senā zemkopja dievībām, jo bez zirga nevarēja uzart tīrumus, kā arī veikt citus lauku darbus.

Hēsiods tālāk piemin, ka Plejādes pēc pavasara rieta 40 dienas un naktis nav redzamas, līdz atkal tās parādās rīta blāzmā – “*kad jau jāasina sirpjī labības pļaujai*” (387. r.). Ievērots arī, ka 50 dienas pēc vasaras saulgriežiem beidzas vasara un sākas rudens. Tad Oriona zvaigznājs sāk pacelties debess rīta puses pamalē un norāda, ka klāt ir kulšanas laiks, biežāk list lietus un pūš vēju brāzmas. Bet, kad jau Orions un Sīriuss spīd debess vidū, tad novāc vīnogu ķekarus un pēc 10



9. att. Sengrieķu cilnis ar ziedojumu Persefonei.

dienām gatavo vīnu. Šajā laikā kokiem nobirst lapas un tos var cirst, jo tad koksni nebojā tārpji un neaug atvases. Un, kad *“dzērvēs balss nes gadskārtas dziesmu no mākoņiem augstiem, tā arājam nes zīmi un vēsti, ka tuvu ir ziema”* (448.–450. r.).

Neviena no minētajām zemkopja sezonas darbu pazīmēm nav saistīta ar noteiktu kalendāro mēnesi. Hēsiods mēnešu nosaukumus nepiemin, lai gan zināms, ka sengrieķi tajā laikā gada garumu skaitīja pēc 12 redzamajiem mēnesgriežiem, ko saistīja ar solārā gada garumu. Hēsiods piemin tikai viena mēneša nosaukumu – Lēnaionu, kas atbilst janvāra otrās un februāra pirmās puses kalendārajam periodam. Šajā laikā Grieķijā sākās lietus sezona ar brāzmainiem ziemeļu vējiem. Tas bija vissliktākais gadalaiks cilvēkiem un dzīvniekiem, jo sāka pietrūkt barības.

60 dienas pēc ziemas saulgriežiem rīta krēslā no debess pamales pacēlās Vēršu Dzīnēja zvaigznāja spoža zvaigzne Arkturs, teiksmainais Lielā Lāča zvaigznāja sargs, kas vēstīja par vienāda garuma dienu un nakšu jeb pavasara ekvinoxijas iestāšanos. Ekvinoxijas laikā atkal sākās jaunais gada cikls.

Kā noprotams no Hēsioda stāstījuma, sengrieķu zemkopji labi pratuši skaitīt dienas un Mēness redzamības ciklā ietvēruši 30 dienas un nakts. Pieminēti arī saulgrieži – solstīcijas un ekvinoxijas, bet par to noteikšanu vai izpratni Hēsiods neko nepiemin. Cik var noprast, zemkopji kaut kādā veidā dienas garumu tomēr pratuši noteikt, jo tā ir viena no galvenajām šā astronomiskā fenomena pazīmēm.

Dienu uzskaitījumā sengrieķu zemnieki saglabājuši dažādus vecus ticējumus un paražas, kas pārmantotas no citām tautām, varbūt pat no ļoti sena mitoloģisko ticējumu laikmeta. Mēneša pirmā, ceturtā un septītā diena skaitījās īpaši svētas, jo šīs dienas bija veltītas titānei Lēto, kas no Zevas dzemdēja Apollonu un Artemīdu. Lēto skaitījās nakts tumšas dievība, viņas māsa Asterija simbolizēja zvaigznes, bet māte Fēba bija saistīta ar Mēness izskata maiņu. Par ļaunu uzskatīja piekto dienu, jo tā radīja stridus, nesaskaņas, karus. Arī citām dienām piedēvēja gan labākas, gan sliktākas īpašības. Zemkopja dzīve bija pārpilna ar māņiem un ticējumiem. Daudzi no tiem atspoguļoti pazīstamajos sengrieķu kosmoloģiskajos mītos un mākslas darbos.

INDOEIROPIEŠU KULTŪRAS IZPLATĪŠANĀS

Viens no tautu migrācijas galvenajiem cēloņiem ir klimata maiņa, kas lielā mērā ietekmē augu un dzīvnieku valsti, cilvēku dzīves apstākļus. Nevar noliegt arī saimnieciskos faktorus, tādus kā mājlopu audzēšana, zirgu pieradināšana, ratu un ieroču izgudrošana, jaunu sabiedrības organizācijas formu radīšana, pārapdzīvotība u. tml.

Pēc ledus laikmeta pēdējo desmit tūkstošu gadu laikā bijuši trīs klimatiskā optimuma jeb siltuma periodi, kad gada vidējā temperatūra ziemeļu puslodē pacēlusies līdz +17 °C. Pirmais optimums iestājies apmēram pirms 8000 gadiem. Siltie laika apstākļi veicināja ak-

mens laikmeta cilvēkiem zemkopības un lopkopības attīstību, kas savukārt radīja skaitītprasmi, rakstību un amatniecību. Šajā laikā dzima pirmās civilizācijas auglīgajā Nilas ielejā Ēģiptē, Divupju rajonā Mazāzijā, Transoksānijā Vidusāzijā (Oksa – tagad Amudarja), Indas upes baseinā un Tālajos Austrumos. 5. g. tūkst. p. m. ē. Vidusāzijas un Dienvidkrievijas stepju lopkopji jau bija pieradinājuši zirgu un mācēja jāt. Radās jauns līdzeklis lielu attālumu pārvarēšanai, bet vienlaikus sākās arī laupīšana un kari. Lietuviešu vēsturniece Marija Gimbutiene uzskata, ka ap 4400.–4200. g. p. m. ē. pirmais indoeiropiešu, t. s. kurgānu, kultūras izplatīšanās vilnis sasniedzis Donas un Dņepras upju lejteces rajonus.

Gandrīz tūkstoš gadus vēlāk uz šiem apgabaliem nācis jauns ieceļotāju vilnis, kas atnesis bronzas ieroču un darba rīku izgatavošanas prasmi. Laikmetā, kad ēģiptieši būvēja pirmās piramīdas, Viduseiropā jau bija ienākusi indoeiropieiskā kultūra. Vietējie iedzīvotāji eiropizējās asimilācijas ceļā, pārņemot indoeiropiešu kultūras raksturīgākos elementus – saules (gaismas), auglības, uguns, ūdens, ieroču un zirgu kultus, vīriešu kārtas dievu nosaukumus, lopkopības prasmi un patriarhālo sabiedrības struktūru.

Nākamais siltuma periods iestājās pirms 5000 gadiem un saglabājās ilgāk nekā tūkstoš gadus. Ziemeļāfrikā un Arābijas pussalā paplašinājās tuksnešu josla un sausuma dēļ klejojošās semītu ciltis pārvietojās uz Kanaānu. Sausums nesaudzēja arī augsti attīstītās civilizācijas Indostānā – senās Harapas, Mohendžodaro un Lofalas kultūras. Šajā laikmetā indoeiropizētie Viduseiropas iedzīvotāji virzījās jau tālāk uz Baltijas jūras piekrasti un atnesa arheoloģijā pazīstamo auklas keramikas kultūru. 2. g. tūkst. p. m. ē. Austrumbaltijā jau nostiprinājās lopkopība un zemkopība, veidojās atsevišķas baltu tautu grupas ar sev raksturīgo dzīvesveidu, ticējumiem un tradīcijām.

Trešie labvēlīgākie klimatiskie apstākļi izveidojās mūsu ēras sākumā un turpinājās līdz pirmā gadu tūkstoša vidum. Šajā laikā no-

stiprinājās baltu cilšu grupas un balti jau iegāja kopējā Eiropas tautu vēsturē.

INDOEIROPEISKIE BALTI

Seni irāņu svētki un ar tiem saistītie ticējumi un paražas ienākušas baltu kultūrā. Baltu valodas, it īpaši lietuviešu, saglabā indoeiropiešu pirmvalodas saknes. Senie priekšstati pārveidotā veidā saglabājušies tautas tradīcijās, mitoloģijā, folklorā un etnogrāfijā. Latviešu tautasdziesmās sastopam gaismas dievību antropomorfizētos tēlus, kas Krišjāņa Barona "*Latvju Dainu*" krājumā nosaukti par "*debess draudzī*". Turpat atrodam mītiskās dziesmas, dainas par dabas priekšmetu un dabas parādību personifikāciju, to dievināšanu. Ieražas un māņi ietver seno kultu atspulgu.

Latviskais Dieviņš, tāpat kā seno irāņu *Abura Mazda*, ir gaišuma radītājs. Saistībā ar debess gaišuma maiņu, Saules gaitu pie debess, dabas ritmiem svinam savus gadalaidu svētkus. Dabas atmoda sākas pavasarī un ievada zemkopjiem jaunu darbu ciklu ar tīrumu aršanu, sēju, labības nobriešanas periodu un pļauju, lopu izlaišanu vasaras ganībās. Visas eiropiešu tautas pavasara atmodu ievadījušas ar gaismas, uguns un auglības kultu tradīcijām. Kā jau minējām, senie grieķi svinēja svētkus dieves Persefones atnākšanai. Tumšajai ziemas sezonai beidzoties, arī senajiem ķeltiem bija Beltina svētki, ko svinēja savam gaismas dievam Belēnam. Ķeltu vārds *bel-tine* tieši nozīmē "uguns". Beltina svētkos saplūda senie indoeiropieiskie gaismas un uguns kultu ar auglības kultu. Ar šiem senajiem kultiem cieši saistās latviešu Lieldienu svētki, Ūsiņa diena. Kopēji arī vairāki etnogrāfiskie elementi – āriskais simbols ugunskrusts, jostas trīskāršā aptīšana ap augumu u. c.

Seni irāņu vasaras vidus svētki atbilst latviskajiem Jāņiem jeb Ligo svētkiem. Uguns diena – Labrenčos, rudens ar ražas novākšanas svētkiem ir Miķeļos, ganību laika izbeigšanās – Māriņos, ziemas vidus – Ziemassvētkos. Iespējams, ka latviskais veļu jeb dvēse-

ļu godināšanas laiks rudenī, beidzoties gaisīgai vasaras sezonai un iestājoties tumšajam laikam, saglabā daudz vecāku ticējumu nekā zoroastrisms. Veļu godināšana pēc ziemas saglabājusies romiešu tradīcijās, kuri mirušos pieminēja februārī.

Baltu un citām eiropiešu tautām senie indoeiropiešie kultūri cauri daudzajiem gadsim-

tiem savā būtībā palikuši noturīgi, mainījušās tikai tradīcijas, kurām pārklājušās jaunas civilizācijas attīstības formas, kristīgās baznīcas atzītās ceremonijas un svētku dienas. Latviešiem saglabājušās trīs galvenās senās dievības – Dievs, Laima un Māra, tāpat kā indoirāņiem dievību trīsvienība – *Abura Mazda*, *Mitra* un *Varuna*. 🐦

LATVIJAS ASTRONOMIJAS BIEDRĪBA AICINA SADARBOTIES!



2005. gadā Latvijas Astronomijas biedrība (LAB) būtiski uzlaboja veidus, kā tiek formēta sabiedrība par astronomiskajām parādībām un pasākumiem, – darbu uzsāka jauna interneta mājaslapa, kā arī regulāri tiek izplatītas preses relīzes.

Turpinot kvalitatīvos uzlabojumus, LAB ir nolēmusi attīstīt savu darbību Latvijas reģionos. Tāpēc

MEKLĒJAM LAB REĢIONĀLOS PĀRSTĀVJUS!

Pienākumi:

- veltīt daļu sava brīvā laika astronomijas popularizēšanai – informēt savā pilsētā vai apdzīvotajā vietā dzīvojošos par LAB aktivitātēm un astronomijas jaunumiem.

Tiesības:

- LAB deleģēto pilnvaru ietvaros pārstāvēt LAB savā reģionā;
- līdzdarboties LAB organizētajos pasākumos.

Prasības:

- pastāvīga dzīves vai darba vieta – ārpus Rīgas;
- interese par astronomiju;
- vēlme būt aktīvam LAB biedram (ja vēl neesat tās biedrs, piedāvājam izdevīgus nosacījumus, lai par tādu kļūtu).

Sadarbības nodrošināšanai pamatā izmantosim mūsdienu komunikācijas līdzekļus – tīmekli un e-pastu. Pirms gaidāmiem lieliem pasākumiem piegādāsim informatīvos materiālus. Tuvākajā laikā plānojam izstrādāt tehnisku risinājumu biedrības sanāksmju neklātienēs apmeklējumam, nodrošinot dzīvu komunikāciju audio un vizuālā formā ar interneta palīdzību.

Tuvākais plašākais pasākums plānots 2006. gada 29. martā – daļēja Saules aptumsuma novērojumi visā Latvijā.

Papildinformācija par Latvijas Astronomijas biedrību: www.lab.lv, e-pasts: astro@latnet.lv, pasta adrese: Raiņa bulvāris 19, Rīga, LV-1586.

Tālrunis 9289205.

Aicinām sadarboties!

LAB valde

IVARS ŠMELDS

KĀRĻA KAUFMAŅA STIPENDIJA PIEŠĶIRTA

Kārļa Kaufmaņa stipendijas komisiju izveidoja Astronomijas institūta Dome (30.03.2005., prot. Nr. 2) no Astronomijas institūtā izpildāmo Latvijas Zinātnes padomes grantu vadītājiem – Māra Ābeles, Artura Balklava-Grinhofa, Kazimira Lapuškas un Ivara Šmelda. Pēc A. Balklava-Grinhofa aiziešanas mūžībā 2005. gada pavasarī viņa vietu nācās ieņemt Ilgmāram Eglītim (26.04.2005., prot. Nr. 3). Šī komisija 2005. gada 16. maijā tika apstiprināta ar LU rektora rīkojumu. Tajā ietilpa Universitātes un arī Fizikas un matemātikas fakultātes pārstāvis Leonīds Buligins (pr-jš, pr-ja vietn. – I. Šmelde).

Stipendiju komisijas sēde notika 2005. gada 12. septembrī. Bija saņemti četri pieteikumi – no Artura Barzda, Oļesjas Smirnovas, Jura Kalvāna un Ilzes Diebeles. Savukārt stipendiju fonds, ko nodrošina ienākumi no Kārļa Kaufmaņa atstātā mantojuma (šajā 2005./06. mācību gadā – 1300 latu), un Stipendijas nolikums, kas nosaka, ka minimālais un maksimālais stipendijas apmērs ir 500 un 1000 latu, neļāva komisijai rīkoties tā, kā būtu gribējies, – apmierināt visus iesniegumus. Arī vienam pretendētam visu stipendiju fondu nevarēja piešķirt. Un tā komisijai nekas cits neatlika, kā no visiem pretendentiem izraudzīties divus laimīgos. Uzdevums nebija viegls. Šķiet, ārpus konkurences bija fizikas studiju pirmā semestra maģistrants Arturs Barzdis – jau veikts vairāku gadu zinātniskais darbs, kas saistīts ar Baldones Šmita teleskopa novērojumu interpretāciju, vairākas zinātniskās publikācijas.

Daudz grūtāk bija izšķirties, kam piešķirt otru stipendiju, – visi pretendenti bija gandrīz vienādās pozīcijās. Galu galā komisija pēc

zināmas diskusijas gandrīz vienbalsīgi nolēma to piešķirt ķīmijas studiju trešā semestra maģistrantam Jurim Kalvānam. Komisijas izvēli noteica vairāki apsvērumi. Pirmais un, šķiet, galvenais – pretendētam – nākamajam astronomam – tik neparastā specialitātē ķīmijā. Pēdējā laikā tieši ķīmijas un astronomijas savienība ir ļāvusi gūt panākumus jaunā astronomijas nozarē – astroķīmijā. Jau līdz šim kosmosiskajā telpā ir atklāti vairāki simti molekulu, no kurām daudzas ir visai sarežģītas, to spektru pētīšana sniedz iespējas iegūt svarīgu informāciju par starpzvaigžņu telpā esošajiem gāzu–putekļu mākoņiem un zvaigžņu gāzu–putekļu apvalkiem. Lai izprastu šos spektrus un arī procesus, kas norisinās to veidošanās rajonos, nepieciešamas plašas zināšanas ķīmijā, zināšanas, kas lielai daļai astronomu, kuri galvenokārt ir studējuši fiziku un matemātiku, bieži vien pietrūkst. Līdz ar to šāds speciālists varētu būt visai vērtīgs papildinājums Latvijas astronomu saimei.

Komisija tomēr atzīmēja Artura Barzda līdzšinējos panākumus, piešķirot viņam šajā gadā lielāko stipendiju – 800 latu, atstājot otram laureātam “tikai” 500. Saskaņā ar stipendijas nolikumu šīs summas izmaksājamas vienādas daļās 10 mēnešu laikā. Nolikums arī paredz, ka stipendiātam regulāri jāsniedz komisijai pārskats par savu zinātnisko un mācību darbu. Tādēļ tika nolemts, ka pirmie šādi pārskati tiks gaidīti jau pēc 2005./06. mācību gada pirmā semestra beigām – 2006. gada februārī.

Komisijas sēdes laikā tika arī atzīmēts, ka pašreizējos apstākļos stipendijas nolikumā un Kārļa Kaufmaņa novēlējumā izteiktā prasība

pretendentam obligāti specializēties astronomijā ir visai grūti izpildāma. Dažādu, gan subjektīvu, gan objektīvu, iemeslu dēļ pašlaik pat Fizikas un matemātikas fakultātes studentiem nokārtot eksāmenus un ieskaities tīri astronomiskās disciplīnās ir visai problemātiski, pat neiespējami. Galvenais iemesls – organizatoriski un finansiāli visai grūti nodrošināt

mācības specialitātē, kurā, kaut arī ļoti, tomēr ir nepieciešams tikai neliels skaits absolventu. Līdz ar to vienīgais formālais kritērijs studenta specializācijai astronomijā ir zinātniskais darbs, kas saistīts ar šo zinātni. Šo situāciju neapšaubāmi būtu nepieciešams labot, taču droši vien tas jau būtu atsevišķas diskusijas un analīzes temats.

SVEICAM KĀRĻA KAUFMAŅA PIRMOS STIPENDIĀTUS!

Latviešu izcelsmes Minesotas universitātes (ASV) emeritētā astronomijas profesora Kārļa Kaufmaņa piemiņas stipendija paredzēta, lai veicinātu astronomijas attīstību Latvijā. Stipendija saskaņā ar K. Kaufmaņa novelējumu un testamentā pausto gribu pienākas studentiem, kas specializējas astronomijā Latvijas Universitātē.

Kārļa Kaufmaņa piemiņas stipendija astronomijā 2005./06. akad. gadā piešķirta:

Ls 800 – **Arturam Barzdim**, FMF, fizikas studiju maģistrantam, 1. semestris;

Ls 500 – **Jurim Kalvānam**, ĶF, ķīmijas studiju maģistrantam, 3. semestris.

Šogad 1. oktobrī Latvijas Universitātes Lieļajā aula LU Senāta svinīgajā sēdē, kas bija veltīta LU 86. gadadienai, Kārļa Kaufmaņa piemiņas stipendijas piešķiršanas komisijas

priekšsēdētājs Leonīds Buligins, Fizikas un matemātikas fakultātes Fizikas nodaļas vadītājs, izsniedza apliecinājumu pirmajiem astronomijas stipendiātiem – Jurim Kalvānam un Arturam Barzdim (*sk. att.*). “*Zvaigžņotās Debess*” redakcijas kolēģija, apsveicot pirmos K. Kaufmaņa piemiņas stipendiātus, lūdza viņus atbildēt uz dažiem jautājumiem.

Kad uzzinājāt par Kārli Kaufmani? No kādiem avotiem?

Arturs Barzdis: Par Kārli Kaufmani es uzzināju jau pagājušajā gadā no LU Astronomijas institūta direktora Artura Balklava-Grīnhofa un neilgi pēc tam izlasīju arī publikāciju “*Zvaigžņotajā Debēsī*”.

Juris Kalvāns: No sava zinātniskā vadītāja Ivara Šmelda, kurš ieteica man pretendēt uz šo stipendiju.



Prof. L. Buligins izsniedz stipendijas apliecinājumu A. Barzdim un J. Kalvānam. A. Dzeņa foto

Kas Kārļa Kaufmaņa dzīvē jums šķiet nozīmīgākais?

A. B.: Svarīgākais Kārļa Kaufmaņa dzīvē, manuprāt, varētu būt tas, ka viņš ir pratis izvēlēties pareizo ceļu dzīvē un bijis neaizvietoājams pasniedzējs, kurš visu mūžu nav zaudējis savu uzticību astronomijai. Kārlis Kaufmanis ir centies palīdzēt arī astronomijas attīstībai Latvijā, novēlot līdzekļus Latvijas Universitātei stipendiju izmaksām astronomijas studentiem. Pašlaik šī stipendija ir ļoti nozīmīga tiem studentiem, kuri cer, ka nākotnē atradīs savu vietu astronomu vidū. Kārlis Kaufmanis ir spilgts piemērs cilvēkam, kurš vienmēr ir gatavs palīdzēt.

Esmu pateicīgs Kārlim Kaufmanim par astronomijas atbalstu Latvijā un ceru, ka tas tiks aizdomāties cilvēkiem, kuri varētu palīdzēt zinātnes un astronomijas attīstībai Latvijā.

J. K.: Mani pozitīvi ļoti aizskāra tas, ka viņš ir bijis labs, asprātīgs lekciju lasītājs, jo pats zinu, cik patīkami ir mācīties pie tāda – “forša” pasniedzēja. Viņš laikam bijis cilvēks, kurš prata dzīvot, lai citiem no tā prieks.

Ar kādu astronomijas nozari Latvijā sevi saistāt (saistīsiet)?

A. B.: Pašlaik es strādāju LU AI Astrofizikas observatorijā Baldones Riekstukalnā un nodarbojos ar asimptotiskā milžu zara mainīgo zvaigžņu pētījumiem. Nākotnē ceru pievērsties arī galaktiku astronomijai un tieši lokālās grupas galaktiku struktūras un attīstības pētījumiem. Pašlaik piedalos arī lādiņsaites matricas uzstādīšanā Baldones Šmita teleskopam.

J. K.: Ar astroķīmiju visai plašā nozīmē – gan starpzvaigžņu gāzu mākoņi, gan ķīmiskie cikli uz planētām, to pavadoņiem u. c.

Pateicamies par atbildēm! Vēlam sekmes astronomijas studijās un palikšanu Latvijas astronomijā!

Kādas, jūsuprāt, šobrīd ir svarīgākās astronomijas problēmas?

A. B.: Kaut arī mūsdienās ir izzinātas neskaitāmas parādības un procesi, astronomijā noslēpumu vēl paliek ļoti daudz un nepārtraukti rodas arvien jauni jautājumi. Būtībā daudzas parādības ir it kā izpētītas, taču patiesībā ir dažas detaļas, ko mēs tomēr nevaram izskaidrot un kas joprojām tiek pētītas. Jāteic, ka pat Saules rašanās un turpmākā evolūcija nav pilnībā zināma. Tās rašanās apstākļi un evolūcijas noslēguma stadijas vēl paliek neskaidras. Tādējādi astronomijā vēl ilgi pastāvēs neskaidrības un tās ir grūti iedalīt nozīmīgākās vai mazāk nozīmīgās.

J. K.: Par nozīmīgiem uzskatu Zemes izmēra eksoplanētu meklējumus un noteikti – zvaigžņu evolūcijas izskaidrošanu; man gan nešķiet, ka kādu astronomijas problēmu var strikti izvirzīt kā pārāku pār citām. Arī ļoti tālo objektu pētījumi ir bezgala saistoši.

Vai lasāt “Zvaigžņoto Debesi”? Ja lasāt, kur to darāt?

A. B.: “Zvaigžņoto Debesi” lasu jau sen. Kad es apmeklēju Aleksandra Nikolajeva, izcila skolotāja un neparasti sirsnīga cilvēka, pasniegtās astronomijas nodarbības Ventspils 2. vidusskolā, es pirmo reizi saskāros ar šo žurnālu. Kad uzsāku studijas Latvijas Universitātē un neilgi pēc tam sāku darboties LU Astronomijas institūta observatorijā, tad “Zvaigžņoto Debesi” es vai nu iegādājos, vai arī lasīju to Baldones observatorijā. Dažus numurus esmu saņēmis kā rakstu autoru.

J. K.: Protams, lasu. To parasti daru mājās Priekuļos, tur var atslābt un iedziļināties rakstos.

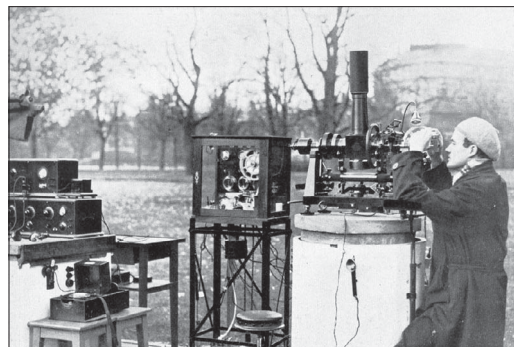
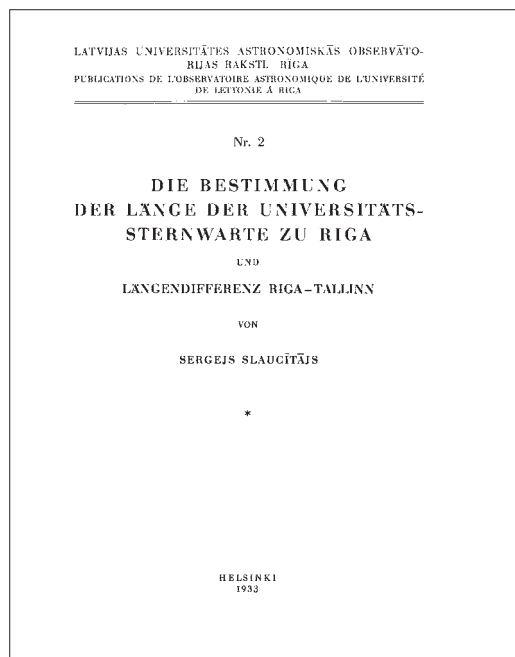
Redakcijas kolēģija

Pirms 225 gadiem – 1781. gada 13. martā vācu izcelsmes angļu astronoms un optiķis **Viljams Heršels** (*W. Herschel*; 1738–1822) **atklāja** Saules sistēmas 7. lielo planētu – **Urānu**.

Pirms 100 gadiem – 1906. gada 13. februārī Rīgā dzimis latviešu inženieris **Alfrēds Volfmanis**, aktīvs astronomijas amatieris, tolaik Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļas biedrs. Piedalījies F. Blumbaha spoguļteleskopa pilnveidošanā, izgatavodams vairākas oriģinālas konstrukcijas un palīgierīces. Miris 1974. gada 9. decembrī Rīgā. A. Volfmaņa nekrologs un portrets iepiests “*Astronomiskajā kalendārā*” 1976. gadam 187. lpp.

Pirms 80 gadiem – 1925. gada 31. decembrī tika noslēgta deviņu Baltijas valstu konvencija par **Baltijas Ģeodēzijas komisijas** organizēšanu. Komisijas uzdevums bija organizēt un koordinēt ģeogrāfiskā garuma noteikšanu pēc vienotas programmas visās valstīs, kas robežojas ar Baltijas jūru, – Vācijā, Polijā, Lietuvā, Latvijā, Igaunijā, Padomju Savienībā, Somijā, Zviedrijā un Dānijā – šādos centrālajos punktos: Potsdamā, Poznaņā, Dancigā (tagad Gdaņska), Kauņā, Rīgā, Tallinā, Helsinkos, Stokholmā un Kopenhāgenā. Saskaņā ar vienošanos novērojumus vienlaikus visos punktos sāka 1929. gada 1. augustā.

Komisijā aktīvi darbojās LU Astronomiskās observatorijas direktors docents Alfrēds Žagars (1878–



1956). Novērojumus ar “*Carl Bamberg*” firmas pasāžinstrimentu LU Astronomiskās observatorijas kanālmalas paviljonā (un arī Tallinā) veica asistents Sergejs Slaučitājs (1902–1982) (*sk. att.*). Šā darba izklāsts atrodams S. Slaučitāja publikācijā “*Die Bestimmung der Länge der Universitäts-Sternwarte zu Riga und langendifferenz Riga-Tallin*” (“Rīgas Universitātes Observatorijas garuma noteikšana un Rīgas–Tallinas garumu diference”) – *LU Astronomiskās observatorijas raksti Nr. 2, Helsinki, 1933.* (*sk. att.*)

I. D.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 2005./06. GADA ZIEMĀ

Astronomiskā ziema 2005. gadā sāksies 21. decembrī plkst. 20^h35^m. Šajā brīdī Saule ieies Mežāža zodiaka zīmē (♃), un tai tad būs maksimālā negatīvā deklinācija. No šā brīža tā sāks pieaugt. Tāpēc šo notikumu sauc arī par ziemas saulgriežiem, kam jau kopš seniem laikiem ir bijusi liela nozīme daudz tautu dzīves ritmā.

2006. gada 4. janvārī plkst. 17^h Zeme atradīsies vistuvāk Saulei (perihēlijā) – 0,983 astronomiskās vienības.

2005./06. gadā astronomiskā ziema beigsies 20. martā plkst. 20^h26^m, kad Saule nonāks pavasara punktā un ieies Auna zodiaka zīmē (♈). Šajā laikā diena un nakts ir apmēram vienādi garas. Tāpēc šo notikumu sauc par pavasara ekvinokciju.

Ziemas debesis ir ļoti pievilcīgas un skaistas, jo galvenie zvaigznāji ir bagāti ar spožām zvaigznēm. Sevīšķi šajā ziņā izceļas skaistākais debesu zvaigznājs Orions. Viegli atrodami un izteiksmīgi ir arī Vērša, Vedēja, Perseja, Dviņu, Lielā Suņa un Mazā Suņa zvaigznāji. T. s. ziemas trijstūri veido trīs pirmā lieluma zvaigznes – Sīriuss (Lielā Suņa α), Procions (Mazā Suņa α) un Betelgeize (Oriona α). Vērša zvaigznājā viegli ieraugāmas vaļējās zvaigžņu kopas – Hiādes un Plejādes (Sietiņš).

Ar optikas palīdzību var ieteikt aplūkot šādus debess dziļu objektus: Oriona miglāju *M 42–43* (Oriona zvaigznājā); vaļējo zvaigžņu kopu *M 37* (Vedēja zvaigznājā); vaļējo zvaigžņu kopu *M 35* (Dviņu zvaigznājā); Rozetes miglāju (Vienradža zvaigznājā); zvaigžņu kopu *NGC 2244* (Vienradža zvaigznājā); vaļējo zvaigžņu kopu *M 48* (Hidrās zvaigznā-

jā); vaļējo zvaigžņu kopu *M 44* (Vēža zvaigznājā).

Galvenie trūkumi ziemas zvaigžnotās debess novērošanai Latvijā ir divi – maz skaidra laika un lielais, stindzinošais aukstums tad, kad ir skaidrs laiks.

Saules šķietamais ceļš 2005./06. gada ziemā kopā ar planētām parādīts *1. attēlā*.

PLANĒTAS

Ap ziemas saulgriežiem **Merkuru** būs iespējams mazliet novērot rītos īsu brīdi pirms Saules lēkta zemu pie horizonta dienvidaustrumu pusē. Tā spožums šajā laikā sasniegs $-0^m,5$. Bet jau decembra beigās Merkurs vairs nebūs redzams.

26. janvārī Merkurs atradīsies augšējā konjunktijā ar Sauli (aiz Saules). Tāpēc janvārī un februāra pirmajā pusē tas nebūs novērojams.

24. februārī Merkurs atradīsies maksimālajā austrumu elongācijā (18°). Tāpēc februāra otrajā pusē un marta pirmajos datumos tas kļūs novērojams vakaros tūlīt pēc Saules rieta zemu pie horizonta rietumu pusē. Merkura spožums būs $-0^m,3$, kas gan ar katru dienu arvien samazināsies.

Jau 12. martā Merkurs nonāks apakšējā konjunktijā ar Sauli (starp Zemi un Sauli). Tāpēc ziemas beigās tas vairs nebūs redzams.

30. decembrī plkst. 2^h Mēness paies garām 5° uz leju, 29. janvārī plkst. 21^h $2,5^\circ$ uz leju un 1. martā plkst. 6^h 4° uz leju no Merkura.

Pašā ziemas sākumā **Venēras** austrumu elongācija būs 30° , kas visu laiku samazinā-

Marss atradīsies Auna zvaigznājā. Šajā laikā tas būs ļoti redzams lielāko nakts daļu, izņemot rīta stundas. Decembra beigās tā spožums būs $-0^m,7$.

9. februārī Marss ieies Vērša zvaigznājā un tur būs līdz pat pašām ziemas beigām.

Lai arī Marsa elongācija visu laiku samazināsies, tomēr novērošanas apstākļi praktiski nemainīsies. Vienīgi tā redzamais spožums pamazām samazināsies – februāra vidū $+0^m,5$ un pašās ziemas beigās $+1^m,0$.

8. janvārī plkst. 22^h Mēness paies garām 1° uz augšu, 6. februārī plkst. 0^h $1,5^\circ$ uz augšu un 6. martā plkst. 8^h 2° uz augšu no Marsa.

Pašā ziemas sākumā un janvārī **Jupiters** būs novērojams vairākas stundas pirms Saules lēkta, un tā spožums būs $-1^m,8$.

Februārī tas būs ļoti redzams nakts otrajā pusē. Jupitera spožums februāra vidū būs $-2^m,1$.

Ziemas beigās tas būs ļoti ļoti labi novērojams lielāko nakts daļu, izņemot vakara stundas. Jupitera spožums tad sasniegs $-2^m,3$.

Visu ziemu Jupitera atradīsies Svaru zvaigznājā.

27. decembrī plkst. 1^h Mēness paies garām 4° uz leju, 23. janvārī plkst. 20^h 5° uz leju, 20. februārī plkst. 5^h 6° uz leju un 19. martā plkst. 14^h 6° uz leju no Jupitera.

Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2005./06. gada ziemā parādīta 3. attēlā.

28. janvārī **Saturns** atradīsies opozīcijā. Tāpēc gandrīz visu ziemu tas būs ļoti ļoti labi redzams praktiski visu nakti. Tā spožums sasniegs $-0^m,2$.

Tikai pašās ziemas beigās Saturna spožums būs samazinājies līdz $0^m,0$.

Visu ziemu Saturns atradīsies Vēža zvaigznājā.

15. janvārī plkst. 16^h Mēness paies garām 3° uz augšu, 11. februārī plkst. 17^h 3° uz augšu un 10. martā plkst. 22^h 3° uz augšu no Saturna.

Pašā ziemas sākumā un janvārī **Urāns** vēl būs novērojams īsu brīdi pēc Saules rieta ļoti zemu pie horizonta dienvidrietumu pusē. Tā spožums šajā laikā būs $+5^m,9$.

1. martā Urāns būs konjunktijā ar Sauli. Tāpēc februārī un martā tas nebūs redzams.

Visu ziemu Urāns atradīsies Ūdensvīra zvaigznājā.

4. janvārī plkst. 3^h Mēness paies garām $2,5^\circ$ uz leju, 31. janvārī plkst. 14^h 2° uz leju un 28. februārī plkst. 4^h 2° uz leju no Urāna.

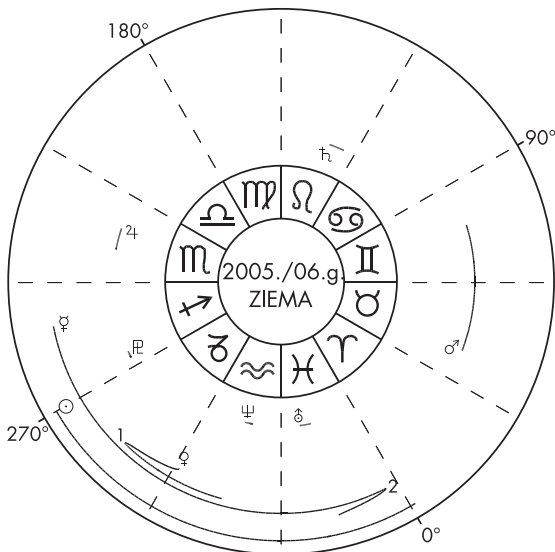
Saules un planētu kustību zodiaka zīmēs sk. 2. attēlā.

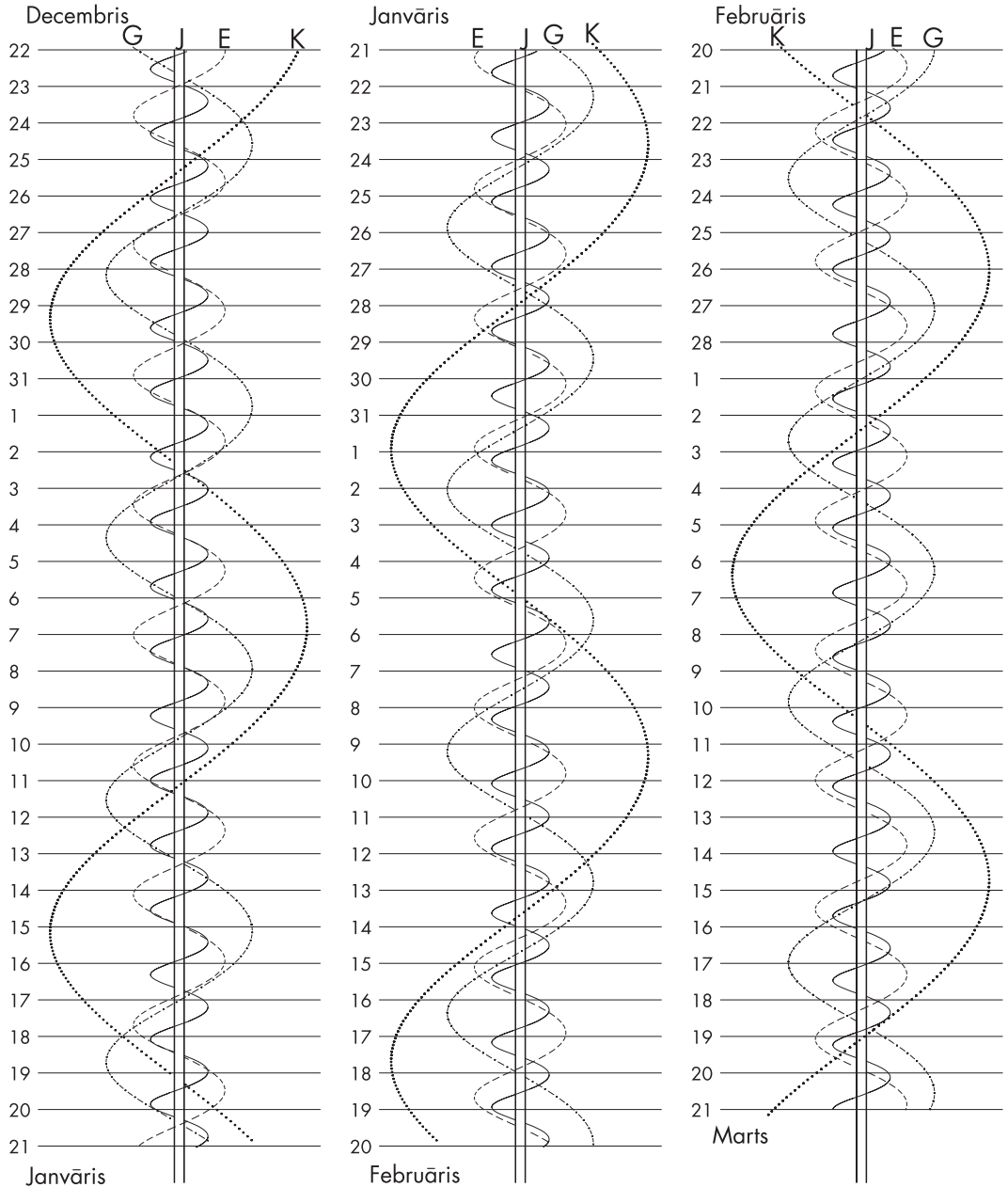
2. att. Saules un planētu kustība zodiaka zīmēs.

☉ – Saule – sākuma punkts 22. decembrī plkst. 0^h, beigu punkts 21. martā plkst. 0^h (šie momenti attiecas arī uz planētām; simbolu novietojums atbilst sākuma punktam).

- | | |
|-------------|--------------|
| ☿ – Merkurs | ♀ – Venēra |
| ♂ – Marss | ♃ – Jupiters |
| ♄ – Saturns | ♅ – Urāns |
| ♆ – Neptūns | ♇ – Plutons |

1 – 3. februāris 11^h; 2 – 2. marts 23^h.





3. att. Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2005./06. gada ziemā. Jo (J), Eiropa (E), Ganimēds (G), Kallisto (K). Austrumi attēlā atrodas pa labi, rietumi – pa kreisi.

MAZĀS PLANĒTAS

2005./06. gada ziemā opozīcijā vai tuvu opozīcijai spožākas un ap +9^m būs trīs mazās planētas – Junona (3), Vesta (4) un Metisa (9).

Junona:

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
22. 12.	5 ^h 04 ^m	-1°40'	1,096	2,015	7,7
1. 01.	4 58	-0 47	1,144	2,028	7,9
11. 01.	4 54	+0 32	1,212	2,042	8,1
21. 01.	4 54	+2 08	1,295	2,057	8,3
31. 01.	4 57	+3 53	1,392	2,075	8,5
10. 02.	5 03	+5 40	1,501	2,093	8,8
20. 02.	5 11	+7 24	1,618	2,113	9,0

Vesta:

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
22. 12.	7 ^h 23 ^m	+21°40'	1,593	2,543	6,7
1. 01.	7 12	+22 28	1,559	2,538	6,4
11. 01.	7 01	+23 14	1,554	2,533	6,4
21. 01.	6 51	+23 56	1,577	2,528	6,6
31. 01.	6 42	+24 31	1,628	2,522	6,8
10. 02.	6 36	+24 58	1,702	2,516	7,0
20. 02.	6 33	+25 19	1,794	2,509	7,2
2. 03.	6 34	+25 34	1,899	2,502	7,4
12. 03.	6 37	+25 44	2,014	2,495	7,6
22. 03.	6 44	+25 49	2,134	2,488	7,7

Metisa:

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
20. 02.	11 ^h 19 ^m	+14°46'	1,360	2,324	9,3
25. 02.	11 15	+15 19	1,354	2,331	9,2
2. 03.	11 10	+15 50	1,355	2,338	9,1
7. 03.	11 05	+16 18	1,363	2,345	9,2
12. 03.	11 00	+16 42	1,377	2,351	9,3

APTUMSUMI

Pusēnas Mēness aptumsums 14./15. martā.

Šis aptumsums būs redzams Eiropā, Āfrikā, Atlantijas okeānā, Āzijas rietumos. Tā maksimālā fāze būs 1,06, tātad Mēness pilnībā ieies Zemes pusēnā. Tomēr tikai maksimālās fāzes tuvumā varēs manīt nelielu vie-

nas Mēness malas satumsumu. Latvijā aptumsuma norise būs šāda:

pusēnas aptumsuma sākums – 23^h22^m,
maksimālā fāze (1,06) – 01^h48^m,
pusēnas aptumsuma beigas – 04^h14^m.

KOMĒTAS

C/2005 E2 (McNaught) komēta.

Ši 2005. gadā atklātā komēta 2006. gada 23. februārī nonāks perihēlijā un šoziem būs novērojama ar labu binokļu un teleskopu palīdzību. Komētas efemerīda ir šāda (0^h U. T.):

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
5. 01.	22 ^h 02 ^m	-10°50'	2,223	1,667	9,5
10. 01.	22 14	-9 02	2,223	1,640	9,4
15. 01.	22 26	-7 10	2,223	1,615	9,3
20. 01.	22 38	-5 14	2,224	1,593	9,3
25. 01.	22 51	-3 15	2,225	1,574	9,2
30. 01.	23 04	-1 13	2,227	1,557	9,2
4. 02.	23 17	+0 51	2,231	1,544	9,1
9. 02.	23 31	+2 57	2,235	1,533	9,1
14. 02.	23 44	+5 05	2,242	1,525	9,1
19. 02.	23 58	+7 13	2,251	1,521	9,1
24. 02.	0 13	+9 21	2,262	1,520	9,1
1. 03.	0 27	+11 28	2,275	1,522	9,1
6. 03.	0 42	+13 33	2,291	1,527	9,1
11. 03.	0 57	+15 35	2,310	1,535	9,2
16. 03.	1 13	+17 34	2,331	1,546	9,2
21. 03.	1 28	+19 29	2,356	1,561	9,3

MĒNESS

Mēness perigejā un apogejā.

Perigejā: 2. janvārī plkst. 1^h; 30. janvārī plkst. 10^h; 27. februārī plkst. 22^h.

Apogejā: 17. janvārī plkst. 22^h; 14. februārī plkst. 3^h; 13. martā plkst. 4^h.

Mēness ieiešana zodiaka zīmēs (*sk. 4. att.*).

- 23. decembrī 17^h27^m Svaros (♋)
- 26. decembrī 4^h04^m Skorpionā (♏)
- 28. decembrī 10^h44^m Strēlniekā (♐)
- 30. decembrī 13^h36^m Mežāzī (♑)
- 1. janvārī 14^h15^m Ūdensvirā (♒)
- 3. janvārī 14^h45^m Zivīs (♓)
- 5. janvārī 16^h45^m Aunā (♈)
- 7. janvārī 21^h10^m Vērsī (♉)
- 10. janvārī 3^h59^m Dviņos (♊)
- 12. janvārī 12^h51^m Vēzī (♋)
- 14. janvārī 23^h31^m Lauvā (♌)
- 17. janvārī 11^h50^m Jaunavā (♍)
- 20. janvārī 0^h50^m Svaros

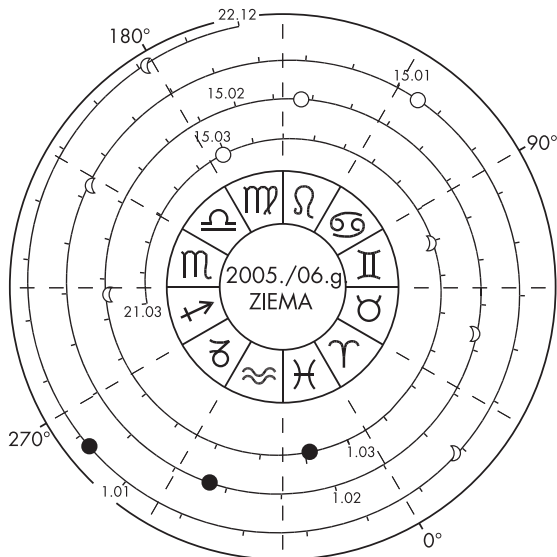
- 22. janvārī 12^h29^m Skorpionā
- 24. janvārī 20^h39^m Strēlniekā
- 27. janvārī 0^h32^m Mežāzī
- 29. janvārī 1^h10^m Ūdensvirā
- 31. janvārī 0^h33^m Zivīs
- 2. februārī 0^h47^m Aunā
- 4. februārī 3^h32^m Vērsī
- 6. februārī 9^h33^m Dviņos
- 8. februārī 18^h34^m Vēzī
- 11. februārī 5^h45^m Lauvā
- 13. februārī 18^h14^m Jaunavā
- 16. februārī 7^h10^m Svaros
- 18. februārī 19^h12^m Skorpionā
- 21. februārī 4^h39^m Strēlniekā
- 23. februārī 10^h17^m Mežāzī
- 25. februārī 12^h15^m Ūdensvirā
- 27. februārī 11^h57^m Zivīs
- 1. martā 11^h20^m Aunā
- 3. martā 12^h23^m Vērsī
- 5. martā 16^h38^m Dviņos
- 8. martā 0^h38^m Vēzī

- 10. martā 11^h43^m Lauvā
- 13. martā 0^h24^m Jaunavā
- 15. martā 13^h13^m Svaros
- 18. martā 1^h00^m Skorpiona
- 20. martā 10^h44^m Strēlniekā

4. att. Mēness kustība zodiaka zīmēs.

Mēness kustības treka iedaļa ir viena diennakts.

- Jauns Mēness: 31. decembrī 5^h12^m; 29. janvārī 16^h15^m; 28. februārī 2^h31^m.
- » Pirmais ceturksnis: 6. janvārī 20^h56^m; 5. februārī 8^h29^m; 6. martā 22^h16^m.
- Pilns Mēness: 14. janvārī 11^h48^m; 13. februārī 6^h44^m; 15. martā 1^h35^m.
- ☾ Pēdējais ceturksnis: 23. decembrī 21^h36^m; 22. janvārī 17^h14^m; 21. februārī 9^h17^m.



Tabula. Spožāko zvaigžņu aizklāšana ar Mēnesi

Datums	Zvaigzne	Spožums	Aizklāšana	Atklāšana	Mēness augstums	Mēness fāze
14.II	χ Leo	4 ^m ,6	22 ^h 04 ^m	23 ^h 15 ^m	24°–32°	97%
21.II	1 Sco	4,6	6 19	7 01	8–6	51
09.III	76 Gem	5,3	22 15	23 30	56–49	78

Laiki aprēķināti Rīgai. Pārējā Latvijā aizklāšanas laika nobīde var sasniegt 5 minūtes uz vienu vai otru pusi. Neviena spoža planēta ziemā aizklāta netiek.

METEORI

Ziemā ir novērojama viena stipra meteoru plūsma – **Kvadrantīdas**. Tās aktivitātes periods ir laikā no 1. līdz 5. janvārim. 2006.

gadā maksimums gaidāms 3. janvārī plkst. 20^h20^m. Tad plūsmas intensitāte var sasniegt 120 meteoru stundā, lai arī iespējamās tās svārstības intervālā no 60 līdz 200 meteoriem stundā. 🌠

Kur var iegādāties “Zvaigžņoto Debesi”?

Vislētāk – apgāda “Mācību grāmata” veikalos **Rīgā**, LU galvenajā ēkā **Raiņa bulvārī 19** (1. stāvā) un **Katrīnas dambī 6/8**, kā arī izdevniecības “Zinātne” grāmatnīcā **Zinātņu akadēmijas Augstceltnē**.

Jaunākos numurus tirgo **Rīgā** – Grāmatu nams “*Valters un Rapa*” (**Aspazijas bulvārī 24**), *Jāņa Rozes* grāmatnīca (**Krišjāņa Barona ielā 5**), *LU Akadēmiskā grāmatnīca* (**Basteja bulvārī 12**), karšu veikals “*Jāņa sēta*” (**Elizabetes ielā 83/85**), *Rēriņa* grāmatu veikals (**A. Čaka ielā 50**) u. c.

Prasiet arī novadu grāmatnīcās!

Visērtāk un lētāk – abonēt. Uzziņas pa tālr. **7325322**.

CONTENTS

“ZVAIGŽŅOTĀ DEBESS” FORTY YEARS AGO X-Ray and γ Ray Astronomy by *A. Balklaivs (abridged)*. “Mariner-4” Takes Photographs of Mars by *I. Pundure (abridged)*. The Most Distant Objects in the Universe by *A. Alksnis (abridged)*. The First Moon Map by *I. Daube (abridged)*. **DEVELOPMENTS in SCIENCE** Ten Years of Extrasolar Planet Discovery (*concluded*). *Z. Alksne, A. Alksnis*. The Earth as a Cradle of Life and Intellect. [*A. Balklaivs-Grinbofs*]. **NEWS** Has the 10th Planet of Solar System Been Discovered? *D. Docenko*. **SPACE RESEARCH and EXPLORATION** A Voyage to the Kuiper Belt. *J. Jaunbergs*. Google Earth – the Same, but Different Earth. *M. Gills*. **SCIENTISTS of LATVIA** List of Publications (1959–2005) by Prof. *Dr. phys. Arturs Balklaivs-Grinbofs (concluded)*. **NEW DOCTORS of SCIENCE** Mārtiņš Gills, New Doctor of Computer Science. *J. Borzovs*. Briefly on *Dr. sc. comp. Mārtiņš Gills*. Software Testing and Traceability. *M. Gills*. **ACADEMIC STAFF of the UNIVERSITY of LATVIA** Assistant Professor of UL Jānis Fridrichsons – 100. *J. Jansons*. **CONFERENCES and MEETINGS** Meeting of Astronomers in Moscow. *A. Alksnis*. **At SCHOOL** Brightness of Stars – the Visible and the Real. *A. Barzdis*. The 30th Open Olympiad of Latvia in Physics. *V. Flerov, A. Cēbers, D. Bočarov, V. Kaščejev, D. Docenko*. Short Solutions of Problems of 31st Latvian Open Olympiad in Mathematics. *A. Andžāns*. **MARS in the FOREGROUND** Shuttle Derived Boosters for Lunar and Mars Exploration. *J. Jaunbergs*. **For AMATEURS** Limitations to Possibilities of Visual Astronomy. *V. Karitāns*. Observations of Solar Eclipse of October 3, 2005. *A. Barzdis*. **FLASHBACK** Origins of Indo-European Calendar (*concluded*). *J. Kletnieks*. **CHRONICLE** Karlis Kaufmanis’ Memorial Scholarship Is Awarded. *I. Šmelds*. Congratulations to First Holders Karlis Kaufmanis’ Memorial Scholarship! **The STARRY SKY in the WINTER of 2005/06** *J. Kauliņš*.

Supplement: Astronomical Phenomena and Planet Visibility 2006: A Complex Diagram

СОДЕРЖАНИЕ

В “ZVAIGŽŅOTĀ DEBESS” 40 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД Рентгеновская и гамма астрономия (*по статье А. Балклавса*). “Mariner-4” фотографирует Марс (*по статье И. Пундуре*). Самые далёкие объекты во Вселенной (*по статье А. Алксниса*). Первая карта Луны (*по статье И. Даубе*). **ПОСТУПЬ НАУКИ** Десять лет открытия экзопланет (*окончание*). *З. Алксне, А. Алкснис*. Земля – колыбель жизни и разума. [*А. Балклавс-Гринхофс*]. **НОВОСТИ** Открыта ли 10 планета Солнечной системы? *Д. Доценко*. **ИССЛЕДОВАНИЕ и ОСВОЕНИЕ КОСМОСА** Путешествие на зону Койпера. *Я. Яунбергс*. Google Earth – та же Земля, но другая. *М. Гиллс*. **УЧЁНЫЕ ЛАТВИИ** Библиография (1959–2005) проф. *Dr. phys. Артура Балклавса-Гринхофса (окончание)*. **НОВЫЕ ДОКТОРА НАУК** Мартиньш Гиллс – новый доктор компьютерных наук. *Ю. Борзовс*. Краткая справка о *Dr. sc. comp. Мартиньше Гиллсе*. О тестировании программ и трассировании. *М. Гиллс*. **ПРЕПОДАВАТЕЛИ ЛАТВИЙСКОГО УНИВЕРСИТЕТА** Доценту ЛУ Янису Фридрихсону – 100. *Я. Янсонс*. **КОНФЕРЕНЦИИ и СОВЕЩАНИЯ** Совещание астрономов в Москве. *А. Алкснис*. **В ШКОЛЕ** Яркость звёзд – видимая и реальная. *А. Барздис*. 30 открытая Латвийская олимпиада по физике. *В. Флёрв, А. Цеберс, Д. Бочаров, В. Кащев, Д. Доценко*. Краткие решения задач 31 открытой Латвийской олимпиады по математике. *А. Анджанс*. **МАРС ВЛИЗИ** Ракеты-носители для экспедиций на Луну и Марс. *Я. Яунбергс*. **ЛЮБИТЕЛЯМ** Границы возможностей визуальной астрономии. *В. Каританс*. Наблюдения Солнечного затмения 3 октября. *А. Барздис*. **ОГЛЯДЫВАЯСЬ на ПРОШЛОЕ** У истоков индоевропейского календаря (*окончание*). *Я. Клетнижкс*. **ХРОНИКА** Стипендия имени Карлиса Кауфманиса присвоена. *И. Шмелдс*. Поздравляем первых стипендиатов Карлиса Кауфманиса! **ЗВЁЗДНОЕ НЕБО** зимой 2005/06 года. *Ю. Каулиньш*.

Приложение: Астрономические явления и Диаграмма видимости планет в 2006 году

THE STARRY SKY, WINTER 2005/06
Compiled by *Irena Pundure*
“Mācību grāmata”, Rīga, 2005
In Latvian

ZVAIGŽŅOTĀ DEBESS, 2005./06. GADA ZIEMA
Reģ. apl. Nr. 0426
Sastādījusi *Irena Pundure*
© Apgāds “Mācību grāmata”, Rīga, 2005
Redaktore *Dzīntra Auziņa*
Datortālis *Jānis Kuzmanis*

APTAUJA

Par "Zvaigžņotās Debess" 2005. gada laidieniem

1. Jūsprāt, interesantākie raksti (autori):

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____

2. Kuras izdevuma nodaļas patika vislabāk?

- Amatieriem
- Gadalaika astronomiskās parādības
- Jaunami
- Kosmosa pētniecība un apgūšana
- Latvijas zinātnieki
- Marss tuvplānā
- Pirms 40 gadiem "Zvaigžņotajā Debesei"
- Zinātnes ritums
- _____

3. Kādi "ZvD" pielikumi jūs interesēja visvairāk?

- Astronomiskais kalendārs
- Astronomiskās parādības gadā
- Nākotnes gigantiskie optiskie teleskopi
- Planētu redzamības kompleksā diagramma

4. Vai izmantojat informācijas resursus internetā (kādu, kādā valodā)?

Sk. A. Balklava-Grinbofa rakstu
"Zeme – dziūtbas un saprāta stipulis".

Neaizmirsti abonēt žurnālu

terra

Izvēlies sev ērtāko veidu:

Latvijas Pasta nodaļās

Abonēšanas indekss 2213

Cena:

vienam numuram – **Ls 1,30**

visam gadam – **Ls 7,80**

PNS

Izdevniecībā
"Mācību grāmata"

iemaksājot naudu SIA "Mācību grāmata"
(reģ. nr. 50003107501)
kontā LV60 LPNS 0001000096214
jebkurā Latvijas Pasta nodaļā

Cena:

vienam numuram – **Ls 1,30**

visam gadam – **Ls 7,80**

Abonēšanas centrā
"Diena"

Cena:

vienam numuram – **Ls 1,30**

visam gadam – **Ls 7,80**

Papildus informācija:

www.lu.lv/terra

Juridiskās personas
var pieprasīt rēķinu
pa tel. 7325322
vai pa e-pastu mg@algs.lv

2006. gadā **Terra** iznāks

janvāra, marta, maija, jūlija, septembra un novembra sākumā

ZVAIŽNOTĀ DEBĒS



Daļējs Saules aptumsums 2005. gada 3. oktobrī Valmierā fotografēts $12^{\text{h}}27^{\text{m}}$, fotoaparāts "Zenit" ar objektīvu MC MTO 11CA, $1/500$ s un f10, fotofilma "Centuria super" ISO 400/27°. Māra Dambja foto

ISSN 0135-129X



9 770135 129006

Cena Ls 1,50

“Zvaigžņotās Debess” 2005/06 (190) pielikums
ASTRONOMISKĀS PARĀDĪBAS 2006. GADĀ

Paskaidrojumi: ♄ – konjunkcija; ♅ – opozīcija; ♀ – Merkurs; ♁ – Venēra; ♁ – Zeme; ♂ – Marss; ♃ – Jupiters; ♄ – Saturns; ♅ – Urāns; ♆ – Neptūns; ☉ – Saule; ☾ – Mēness. **Mēness fāzes:** ● – jauns; ◐ – pirmais ceturksnis; ◑ – pilns; ◒ – pēdējais ceturksnis.

Zodiaka zīmes: ♈ – Auns; ♉ – Vērsis; ♊ – Dvīņi; ♋ – Vēzis; ♌ – Lauva; ♍ – Jaunava; ♎ – Svāri; ♏ – Skorpions; ♐ – Strēlnieks; ♑ – Mežazis; ♒ – Ūdensvīrs; ♓ – Zivis.

JANVĀRIS	
☉	3 Kvadrantīdu maks.
T	4 6 ^h 15 ^m ♁ perihēlijā
Pt	6 20 ^h 56 ^m ●
Sv	8 ♂ ♄ ☾ 1,3°
S	14 11 ^h 48 ^m ◯ ♀ apakšējā ♄ ☉
Sv	22 17 ^h 14 ^m ● 7 ^h 16 ^m ☉ ♃
P	23 24 ♄ ☾ 4,7°
C	26 ♄ augšējā ♄
S	28 ♃ ♄ ☉
Sv	29 16 ^h 15 ^m ● ♄ ♄ ☾ 2,2°
FEBRUĀRIS	
Sv	5 8 ^h 29 ^m ● ♄ ♄ ☾ 2,2°
P	6 ♃ ♄ ☉
P	13 6 ^h 44 ^m ◯
S	18 21 ^h 27 ^m ☉ ♃
☉	21 9 ^h 17 ^m ●
Pt	24 ♄ 18° ☉
S	28 2 ^h 31 ^m ●

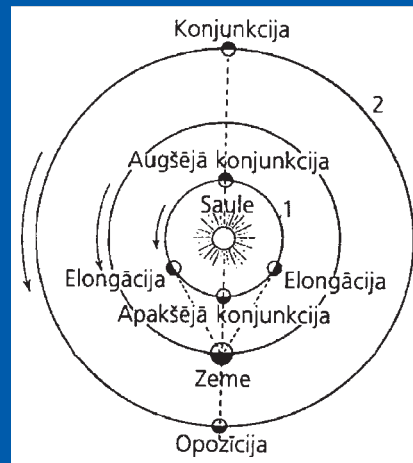
MARTS	
T	1 ♁ ♄ ☉ ♀ ♄ ☾ 3,7°
P	6 22 ^h 16 ^m ●
Pt	10 ♃ ♄ ☾ 4,0°
Sv	12 ♄ apakšējā ♄ ☉
☉	14 Pusēnas ☾ apt.
T	15 1 ^h 35 ^m ◯
P	20 20 ^h 26 ^m ☉ ♃
T	22 21 ^h 10 ^m ●
S	25 ♁ 46° ☉
P	27 ♄ ♄ ☾ 2,4°
T	29 13 ^h 15 ^m ● Pilns ☉ apt.
APRĪLIS	
P	3 ♂ ♄ ☾ 3,5°
T	5 15 ^h 01 ^m ●
Pt	7 ♃ ♄ ☾ 4,0°
S	8 ♄ 27° ☉
C	13 19 ^h 40 ^m ◯
C	20 8 ^h 27 ^m ☉ ♃
Pt	21 6 ^h 28 ^m ●
S	22 Lirīdu maks.
C	27 22 ^h 44 ^m ●

MAIJS	
C	4 24 ♄ ☉
Pt	5 8 ^h 13 ^m ●
η Akvarīdu maks.	
S	13 9 ^h 51 ^m ◯
C	18 ♄ augšējā ♄ ☉
S	20 12 ^h 21 ^m ●
Sv	21 7 ^h 33 ^m ☉ ♃
S	27 8 ^h 26 ^m ●
Sv	28 ♄ ♄ ☾ 3,7°
T	31 ♃ ♄ ☾ 3,5°
JŪNIJS	
Sv	4 2 ^h 06 ^m ●
Sv	11 21 ^h 03 ^m ◯
Sv	18 17 ^h 08 ^m ● ♃ ♄ ♂ 0,6°
☉	20 ♄ 24° ☉
T	21 15 ^h 26 ^m ☉ ☾
Sv	25 19 ^h 05 ^m ●
C	29 ♂ ♄ ☾ 2,4°

JŪLIJS	
P	3 19 ^h 37 ^m ● 6 ^h 23 ^m ♁ afēlijā
C	6 24 ♄ ☾ 4,8°
☉	11 6 ^h 02 ^m ◯
P	17 22 ^h 13 ^m ●
☉	18 ♄ apakšējā ♄ ☉
Sv	23 2 ^h 19 ^m ☉ ♃
☉	25 7 ^h 31 ^m ●
T	26 ♃ ♄ ☾ 2,9°
Pt	28 ♁ Akvarīdu maks.
AUGUSTS	
T	2 11 ^h 46 ^m ●
P	7 ♃ ♄ ☉ ♀ 19° ☉
T	9 13 ^h 54 ^m ◯
Pt	11 ♃ ♄ ☉
S	12 Perseīdu maks.
T	16 4 ^h 51 ^m ●
P	21 ♃ ♄ ♄ 0,5°
☉	22 ♁ ♄ ☾ 3,1°
T	23 22 ^h 10 ^m ● 9 ^h 24 ^m ☉ ♃ ♀ ♄ ☾ 1,6°
Sv	27 ♃ ♄ ♄ 0,07°

SEPTEMBRIS	
Pt	1 1 ^h 56 ^m ● ♀ augšējā ♄ ☉
☉	5 ♁ ♄ ☉
C	7 21 ^h 42 ^m ◯ Daļējs ☾ apt.
C	14 14 ^h 15 ^m ●
Pt	15 ♂ ♄ ♄ 0,2°
☉	19 ♃ ♄ ☾ 2,4°
Pt	22 14 ^h 45 ^m ● Gredzenv. ☉ apt.
S	23 7 ^h 03 ^m ☉ ♃
Sv	24 ♄ ♄ ☾ 1,8°
S	30 14 ^h 04 ^m ●
OKTOBRIS	
S	7 6 ^h 13 ^m ◯
S	14 3 ^h 26 ^m ●
☉	17 ♄ 24° ☉
S	21 Orionīdu maks.
Sv	22 8 ^h 14 ^m ●
P	23 16 ^h 28 ^m ☉ ♃ ♄ ♄ ☉
☉	24 ♂ ♄ ♄ 0,7°
T	25 24 ♄ ♄ 3,9°
Pt	27 ♄ augšējā ♄ ☉
S	28 24 ♄ ♄ 3,7°
Sv	29 23 ^h 25 ^m ●

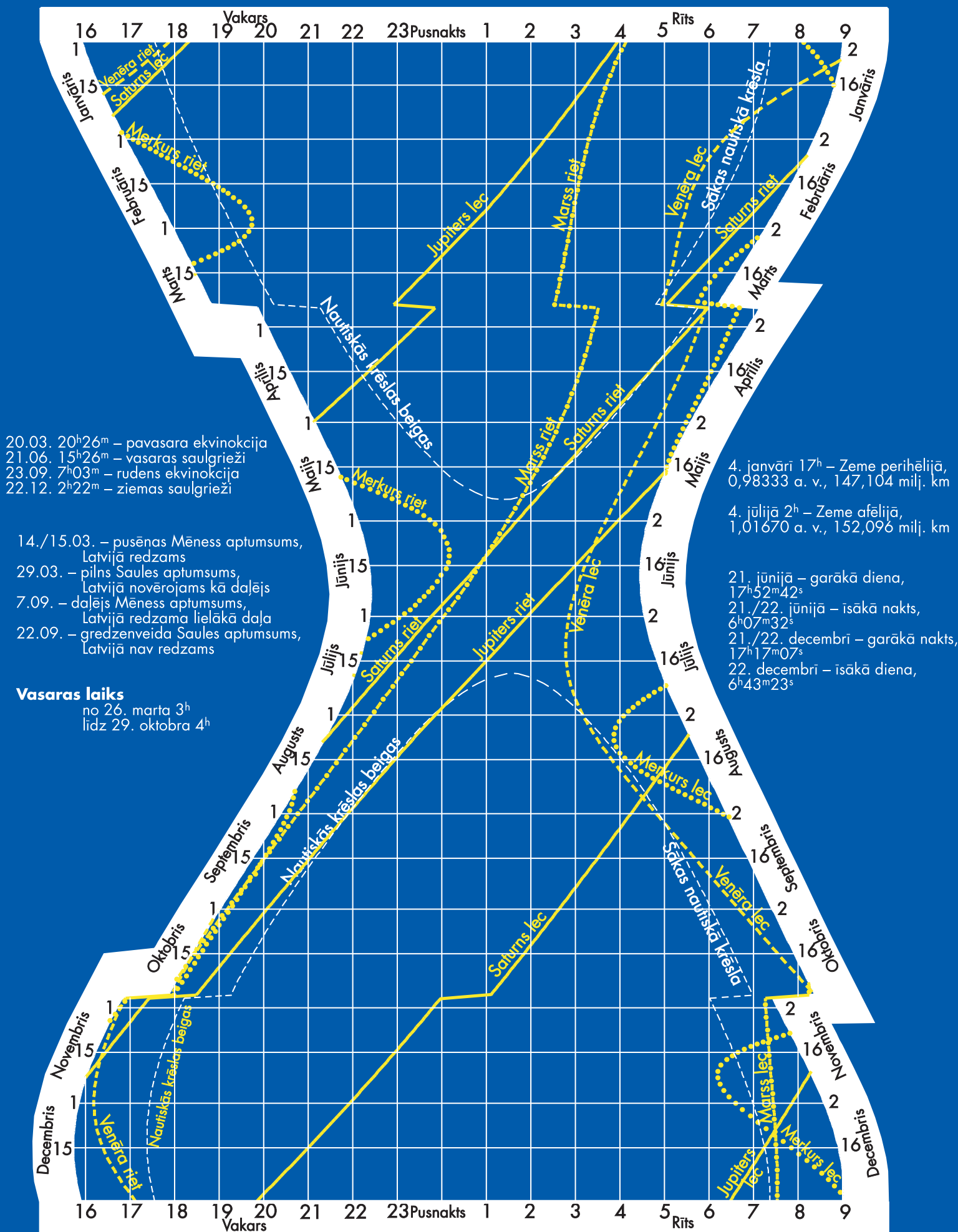
NOVEMBRIS	
Pt	3 Taurīdu maks.
Sv	5 14 ^h 58 ^m ◯
☉	7 ♁ ♄ ♄ 1,2°
T	8 ♄ apakšējā ♄ ☉ ♀ pāriet ☉
S	11 ♂ ♄ ♄ 0,7°
Sv	12 19 ^h 45 ^m ●
P	13 ♃ ♄ ☾ 1,6°
T	15 24 ♄ ♄ 0,4°
Pt	17 Leonīdu maks.
P	20 ♂ ♄ ☾ 4,5°
☉	21 0 ^h 18 ^m ●
T	22 13 ^h 03 ^m ☉ ♃ 24 ♄ ☉
S	25 ♄ 19° ☉
☉	28 8 ^h 29 ^m ●
DECEMBRIS	
☉	5 2 ^h 25 ^m ◯
S	9 ♂ ♄ ♄ 1,0°
Sv	10 24 ♄ ♄ 0,1°
☉	12 16 ^h 32 ^m ● 24 ♄ ♂ 0,8°
T	13 Geminīdu maks.
☉	19 ♂ ♄ ☾ 4,8° ♀ ♄ ☾ 4,8°
T	20 16 ^h 01 ^m ●
C	21 ♁ ♄ ☾ 3,6°
Pt	22 2 ^h 22 ^m ☉ ♃
T	27 16 ^h 48 ^m ●



* Zodiaka zīmes mūsdienās nesakrīt ar zvaigznājiem. Tā, piemēram, pavasara punkts ♈, kas pirms 2000 gadiem atradās Auna zvaigznājā, precesijas dēļ ir pārvietojies uz Zivju zvaigznāju. Tāpat nobīdījušas arī citas zīmes.

1 – iekšējā planēta
2 – ārējā planēta

PLANĒTU REDZAMĪBAS KOMPLEKSĀ DIAGRAMMA 2006. GADAM



Diagrammā attēlota piecu spožāko planētu – **Merkura**, **Venēras**, **Marsa**, **Jupitera** un **Saturna** redzamība naktis stundās gada laikā, kā arī nautiskās krēslas iestāšanās un beigas atbilstoši joslās un vasaras laikam.