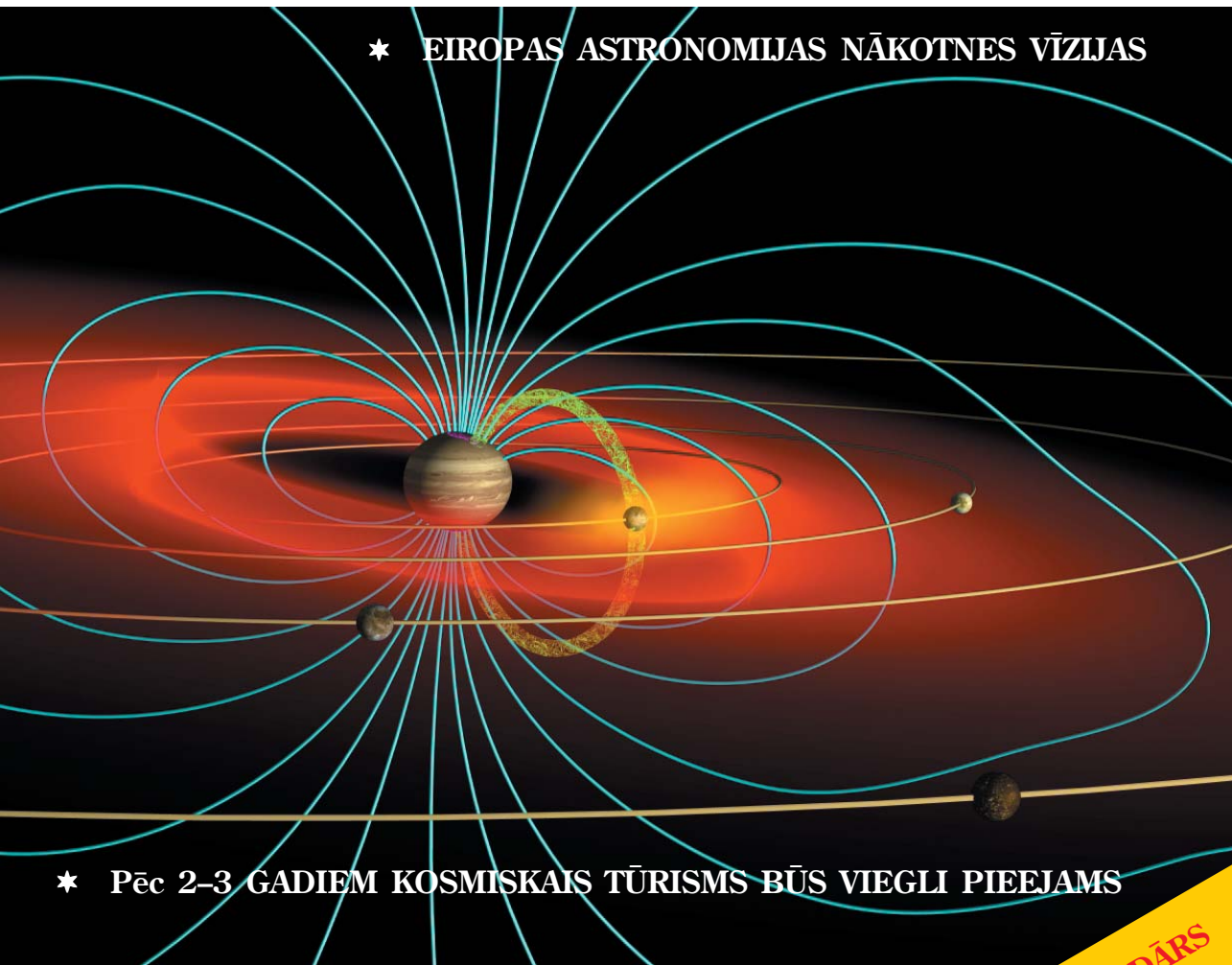


ZVAIGŽNOTĀ DEBĒSS

2007
RUDENS

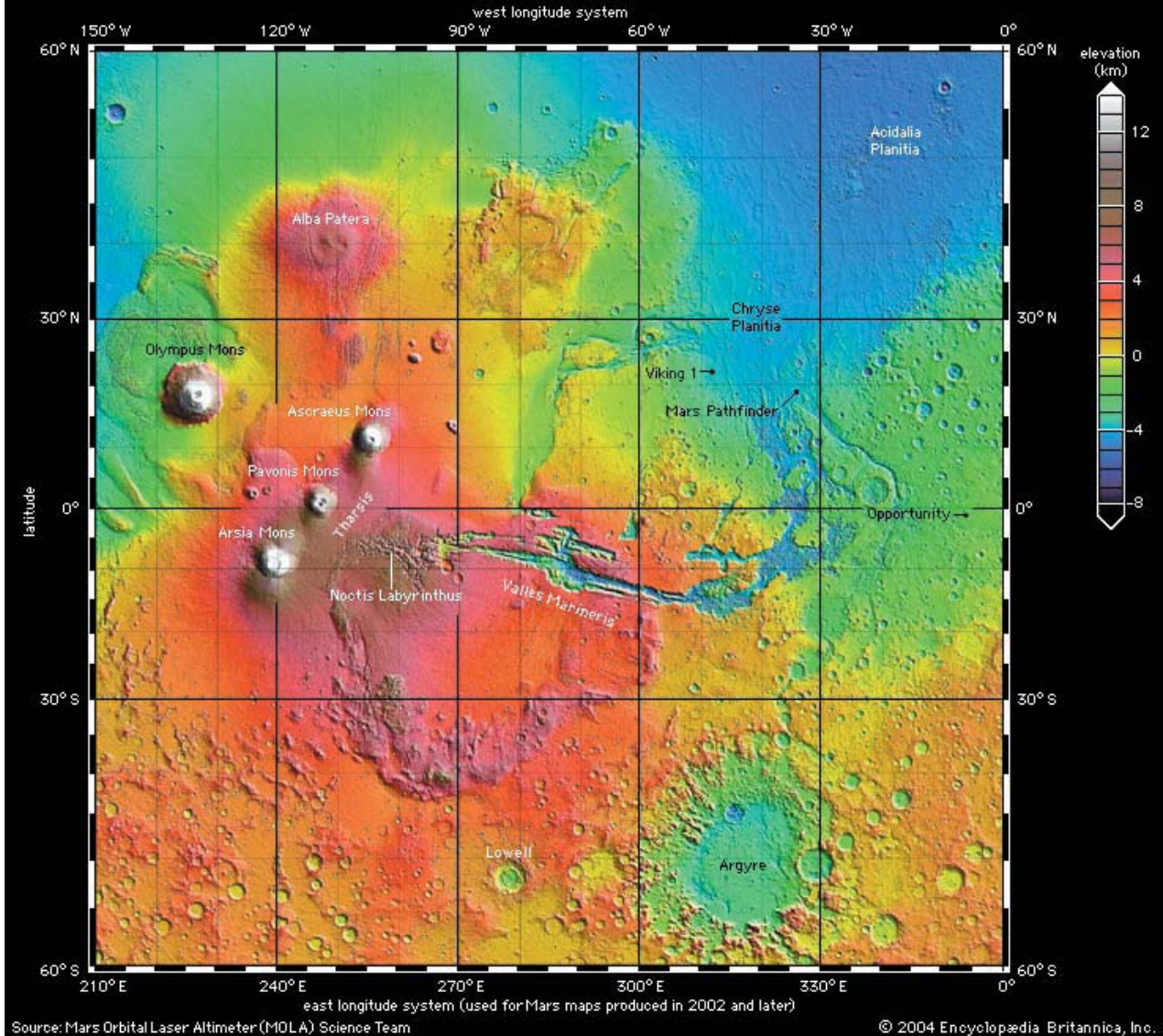
★ EIROPAS ASTRONOMIJAS NĀKOTNES VĪZIJA



★ Pēc 2-3 GADIEM KOSMISKAIS TŪRISMS BŪS VIEGLI PIEEJAMS

- ★ ~3000 SKOLĒNU LATVIJAS IKGADĒJĀ MATEMĀTIKAS OLIMPIĀDĒ
- ★ LAIPNI LŪGTI www.astronomija2009.lv!
- ★ OLIMPISKO SAULES APTUMSUMU GAIDOT
- ★ MELNIE CAURUMI... uz MARSA

Pielikumā:
ASTRONOMISKAIS KALENDĀRS
2008



6. att. Tharsis vulkāniskās augstienes topogrāfiskā karte.

MOLA/MGS/NASA datorgrafika

Sk. J. Jaumberga "Marsa melnie caurumi".

Vāku 1. lpp.:

5. att. Jupitera magnetosfēra mākslinieka skatījumā. Planētas rotācijas dominējošā ietekme, plazmas tori un Saules sistēmas spēcīgāko starojuma joslu veidošanās ir tikai dažas no tēmām, ko iespējams pētīt Jupitera magnetosfērā.

Atiēla autors Džons Spensers (John Spencer) (<http://www.boulder.swri.edu/~spencer/digipics.html>)
 Sk. A. Vaivada "Kosmiskās telpas pētniecība – tuvākās nākotnes perspektīvas".

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

LATVIJAS ZINĀTŅU AKADĒMIJAS,
LATVIJAS UNIVERSITĀTES
ASTRONOMIJAS INSTITŪTA

POPULĀRZINĀTNISKS
GADALAIKU IZDEVUMS

IZNĀK KOPŠ 1958. GADA RUDENS
ĶETRAS REIZES GADĀ

2007. GADA RUDENS (197)



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, 2007

SATURS

Pirms 40 gadiem *Zvaigžnotajā Debessī*

Zilie un sarkanie pīgmeji. Laikabiedru atmiņas
par Bernhardu Šmitu. Astronomi apciemo Sakartvelo2

Zinātnes ritums

Kosmiskās telpas pētniecība –
tuvākās nākotnes perspektīvas. *Andris Vaivads*.....3

Jaunumi

Piena Ceļa jauno pavadoņu neparastā daba.
Zenta Alksne, Andrejs Alksnis9
Kādi ir kosmiskie laikapstākļi?
Boriss Rjabovs, Andrejs Alksnis14

Starptautiskais astronomijas gads 2009

Laipni lūgti www.astronomija2009.lv! *Mārtiņš Gills*17

Kosmosa pētniecība un apgūšana

Uz Vestu un Cerēru. *Jānis Jaunbergs*19
Japānas zondes *Hayabusa* pirmie pētījumu rezultāti.
Viesturs Kalniņš24
Vai *SpaceShipOne* bija ists kosmosa kuģis?
Mārtiņš Sudārs25

Zinātnieks un viņa darbs

Par latviešu astronoma Staņislava Vasiļevska
(1907–1988) dramatiskām dzīves lappusēm
un zinātnisko mantojumu. *Izolds Pustiņņiks*33
Igauņu astrofizikim Akselam Kiperam – 100.
Andrejs Alksnis42

Latvijas Universitātes mācību spēki

Fizikas docents Alfons Apinis (1911–1994).
Jānis Jansons44

Apspriedes un sanāksmes

Eiropas astronomijas nākotnes vīzijas. *Arturs Barzdis* ...50

Skolā

Latvijas 32. atklātā fizikas olimpiāde.
Viktors Fļorovs, Andrejs Čebers, Dmitrijs Bočarovs,
Dmitrijs Docenko, Vjačeslavs Kaščejevs53
Latvijas 34. atklātās matemātikas olimpiādes
uzdevumi. *Agnis Andžāns*60

Marsa tuvplānā

Marsa melnie caurumi. *Jānis Jaunbergs*64

Amatieriem

Olimpisko Saules aptumsumu gaidot. *Mārtiņš Gills*68

Atskatoties pagātnē

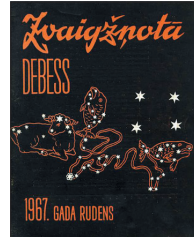
Starptautiskā Ģeofizikas gada atcerei. *Jānis Klētnieks*.....72
Par pārnovu lomu Zemes likteņos (*Sky&Telescope*).
Natālija Cimaboviča85

Hronika

In memoriam Bruno Biedriņš (21.VIII.1943.–4.V.2007.):
Viņš meklēja parādību cēloņus. *Natālija Cimaboviča*86
Zvaigžnotā debess 2007. gada rudenī. *Juris Kauliņš*88

Pielikumā: Astronomiskais kalendārs 2008

PIRMS 40 GADIEM "ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ"



ZILIE UN SARKANIE PIGMEJI

Pirms dažiem gadiem tika atklāts pavisam jauns zvaigžņu tips – zilie pigmeji. Tagad nedaudzajām pigmeju tipa pārstāvēm pievienota visai interesanta dubultzvaigzne, kuras viens komponents ir zilais pigmejs, bet otrs – līdz šim nepazīts sarkanais pigmejs. Pirmo zilo pigmeju izdevās saskatīt amerikāņu astronomam L. Luitenam, kurš meklē zvaigznes, kam liela īpatnējā kustība. Viņš ievēroja ļoti vāju zvaigzni, kas gada laikā pārvietojās pie debess sfēras par 3,7 loka sekundēm. Lielā īpatnējā kustība radīja aizdomas, ka tā varētu būt ļoti tuva zvaigzne. Uzņēmumi ļāva secināt, ka īpatnējā zvaigzne pieder pie karstajām zvaigznēm, kuru spektros redzamas tikai ūdeņraža līnijas. Rodas jautājums: kāpēc gan zvaigzne ar augstu virsmas temperatūru izstaro tik maz enerģijas. Tas varētu notikt tikai tad, ja šī zvaigzne ir ļoti ļoti maza. Noslēdzās, ka pētāmās zvaigznes rādiuss nepārsniedz 2000 km. Zilie pigmeji ir sīkāka izmēra un blīvāki pat par saviem tuvākajiem "radiniekiem" – baltajiem punduriem.

Sprīžot pēc īpatnējās kustības 1,62" gadā, interesantais pigmeju pāris atrodas no Saules ne tālāk par 19 gaismas gadiem. Novērota arī abu komponentu relatīvā kustība: sarkanā pigmeja pārvietošanās apmēram par 0,042" gadā izskaidrojama ar tā kustību pa orbītu ap zilo pigmeju.

(Saīsināti pēc Z. Alksnes raksta 22.–23. lpp.)

LAIKABIEDRU ATMIŅAS PAR BERNHARDU ŠMITU

Bernhards Šmits ir viens no izcilākajiem 20. gadsimta optiķiem, bet līdz šai dienai diemžēl nav viņa pilnīgas biogrāfijas. Zinām, ka viņš ir igauņu un dzimis 1879. gada 30. martā (pēc j. st. – 11. aprīlī) Igaunijā. Savu jaunību pavadījis Naisāres salā. Neilgu laiku Šmits mācījies Gēteborgas Tehniskajā skolā Zviedrijā, tad devies uz Mitveidu, kur 1901. gada 24. decembrī iestājies tehnikumā. Mitveidā un vēlāk Hamburgā līdz savai nāvei 1935. gada 1. decembrī pavadītie gadi Šmitam ir bijuši ļoti produktīvi. Ne-laimes gadījumā viņš bija zaudējis roku (labo!), bet galvu nezaudēja nekad, tāpēc kļuvis par slavenību.

Kaut arī daudz zinātnieku ar saviem atklājumiem devuši lielu ieguldījumu astronomijas attīstībā, B. Šmita (*Bernbard Schmidt*) vārds joprojām paliek godā, jo viņš bagātinājis astronomijas novērošanas tehniku ar ļoti vērtīgu instrumenta tipu. Šodien katrā modernā observatorijā atrodas Šmita (*Schmidt*) sistēmas teleskops.

(Saīsināti pēc P. Mīrsepa raksta 27.–33. lpp.)

ASTRONOMI APCIEMO SAKARTVELO

Sakartvelo – tā gruziņi, kuri sevi dēvē par kartveļiem, sauc savu dzimteni. Padomju Savienības astronomi šeit pulcējās 1967. gada aprīlī, lai apspriestu iepriekšējā gadā paveikto un izvirzītu tālākos uzdevumus. Astronomijā 1966. gads ir bijis sasniegumiem bagāts: sekmīgi pacelta 20,4 km augstumā 7,6 t smagā automātiskā astrostacija. Šemahinskas Astrofizikas observatorijā (Azerbaidžāna) uzstādīts VDR firmas *Carl Zeiss* 2 m reflektors. Šis pašas firmas 120 cm Šmita teleskops uzstādīts Baldones observatorijā. Labi panākumi ir arī Zemes mākslīgo pavadoņu novērošanā ģeodēzijas vajadzībām. LUV Zemes mākslīgo pavadoņu novērošanas stacija novērojusi pavadoņus vienlaikus ar Irkutskas un Anglijas, Francijas un Spānijas stacijām. Astronomu sēdes notika Abastumani Astrofizikas observatorijā.

(Saīsināti pēc J. Ikaunieka raksta 36.–39. lpp.)

Ph. D. ANDRIS VAIVADS, *Zviedrijas Kosmiskās fizikas institūts*

KOSMISKĀS TELPAS PĒTNIECĪBA – TUVĀKĀS NĀKOTNES PERSPEKTĪVAS

Ievads

Kosmiskās telpas pētniecība līdzīgi kosmosa izpētei notiek divos galvenajos virzienos. No vienas puses, vismazākajās detaļās tiek pētīta mums vispieejamākā kosmiskā telpa – Zemes magnetosfēra un, no otras puses, tiek apzinātas vēl neapgūtas vietas mūsu Saules sistēmā, kur kosmiskā telpa var būt daudz eksotiskāka un savādāka – piemēram, kosmiskā telpa komētu, citu planētu un to mēnešu un gredzenu, arī asteroīdu un Saules tuvumā.

Kosmiskās telpas fizikas izpratne ir svarīga ne tikai tādēļ, lai zinātu, ko sagaidīt astronautiem vai tahonatiem ceļā uz Marsu. Magnētiskās vētras, Saules uzliesmojumi, Saules vējš, starojuma joslas ir daži piemēri, kas cieši saistīti ar procesiem kosmiskajā telpā, taču noteikti jāmin arī kosmiskie stari, akrēcijas diski, planetārie gredzeni, astrofizikālie džeti u. c.

Viena no raksturīgākajām kosmiskās telpas īpatnībām ir tā, ka viela tajā ir pārsvarā plazmas stāvoklī (jonizēta gāze). Līdz ar to liela daļa pētniecības ir saistīta ar plazmas procesu izpratni dažādos režīmos – auksta/karsta plazma, plazmu strūkļas, putekļu plazma, bezsadursmju/sadursmju plazma utt. Pamatjautājumi – kā lādētas daļiņas plazmā iegūst lielas enerģijas, kā enerģija tiek pārnesta no vienas vietas uz otru, kā plazmas no dažādiem avotiem sajaucas, utt. Lielāko daļu astrofizikālo plazmu var raksturot kā bezsadursmju plazmas (brīvā noskrējiena garums lādētajām daļiņām ir daudzārt lielāks nekā dažādi plazmai raksturīgo fizikālo procesu tel-

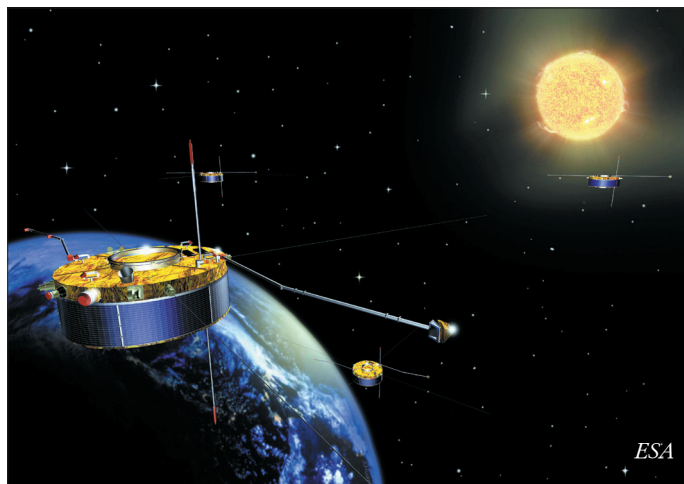
piskie mērogi). Mākslīgo pavadoņu mērījumi kosmiskajā telpā ir daudzējādā ziņā labākie eksperimentālie dati, kas pieejami šādu plazmu pētniecībā.

Apskatīsim dažus no eksistējošiem mākslīgajiem pavadoņiem kosmosa telpas izpēti pārrunāsim, kāda ir iespējamā attīstība tuvākajā nākotnē.

ŠOBRĪD AKTĪVI MĀKSLĪGIE PAVADOŅI

Īsumā aprakstīsim divus interesantākos mākslīgo pavadoņu projektus, kuru ietvaros šobrīd tiek veikti mērījumi kosmiskajā telpā Zemes tuvumā un kuru vienīgais uzdevums ir kosmiskās vides pētījumi. *Cluster* – jau septīto gadu veic daudzus interesantus atklājumus par Zemes magnetosfēru un procesiem tajā. *THEMIS* – nupat palaistu piecu pavadoņu projekts, kas pētīs jautājumu, kā rodas magnētiskie viesuļi. Ir daudz citu veiksmīgu un svarīgu pavadoņu, kas joprojām pēta un sūta datus par dažādiem kosmiskās plazmas vides apgabaliem, piemēram, *Cassini*, *IMAGE*, *Polar*, *Geotail*, *Wind*, *FAST*, *Ulysses*, *ACE*, bet par tiem citreiz.

Cluster ir *ESA* četru mākslīgo pavadoņu kopa (*1. att.*), ko krievi palaida orbītā 2000. gadā. Tā vāc datus par Zemes magnetosfēru jau septiņus gadus un to darīs vēl vismaz līdz 2009. gadam. *Cluster* ir pirmā pavadoņu kopa, kurā ietilpst četri pavadoņi – minimālais skaits, kas nepieciešams, lai varētu pētīt kosmiskās vides



1. att. *Cluster* pavadoņi: četru pavadoņu kopa, kas jau septiņus gadus riņķo Zemei tuvajā kosmiskajā telpā un ievāc datus, kuri ļauj izprast dažādus tur notiekošos plazmas procesus.

trīsdimensionālo struktūru un procesus tajā. Gadu gaitā mainot attālumu starp četriem pavadoņiem diapazonā no 100 km līdz 10 000 km, ir izdevies iegūt datus par kosmiskās telpas struktūru dažādos telpiskajos mērogos (sk. att. vāku 3. lpp.). Kaut arī attālumi starp pavadoņiem šķiet milzīgi, tomēr tie ir mazi, salīdzinot ar Zemes magnetosfēras izmēriem (apmēram 200 000 km × 200 000 km ar vairāk nekā 1 000 000 km garu magnetoasti). Tādējādi var teikt, ka *Cluster* mērījumi ļauj izprast Zemes magnetosfēras sīkstruktūru. Salīdzinājumam var minēt, ka tā paša veida plazmas viļņi, kuru garums laboratorijas apstākļos ir viens centimetrs, kosmosā var būt ar viļņu garumu vairāki kilometri. Ir daudz piemēru *Cluster* pavadoņu iegūtajiem svarīgākajiem rezultātiem* – melnie kāvi, virpuļi kosmiskajā telpā, pārsaistes process turbulētā plazmā, pārsaiste Saules vējā, pārsaiste uz magnetopauzes un procesi jonosfērā, šoki, pārsaistes procesa sīkstruktūra, dažādu plazmas viļņu trīsdimensionālā uzvedība utt.

* Sk. arī *Vaiuads A.* "Cluster II un zinātne par kosmisko telpu." – *ZvD*, 2002. g. vasara (176), 3.–8. lpp.

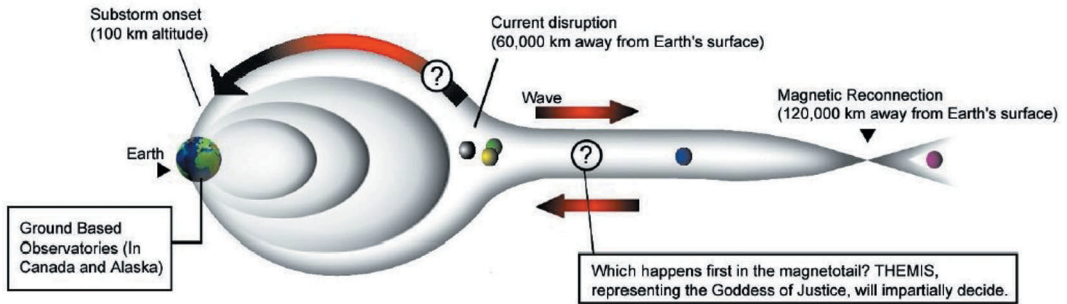
THEMIS. Magnētiskās vētras, it sevišķi tā sauktie magnētiskie viesuļi (*substorms*), joprojām ir kaislīgu diskusiju avots jau desmitiem gadu. Pastāv vairākas savstarpēji noliedzošas teorijas, kas skaidro, kādi ir dažādie procesi, kas noved pie magnētiskā viesuļa veidošanās. Pamatā ir magnētiskās pārsaistes process, taču ir dažādi skaidrojumi par to, kurā vietā magnetoastē tas notiek un kas to izraisa. *THEMIS* pavadoņi tika palaisti orbitā šā gada 15. februārī. Decembrī sāksies zinātniskā fāze, kad visi pavadoņi būs nonākuši tiem paredzētajās orbitās un to instrumenti būs kalibrēti. Zinātniskās fāzes pirmajā

un galvenajā daļā pavadoņu orbitas ir savstarpēji sinhronizētas tā, ka reizi četrās dienās visi pavadoņi ir vienlaikus apogejā dažādos attālumos no Zemes (sk. 2. att.). Tai pašā laikā, sekojot magnētiskā lauka līnijām, Zemei tuvākais to gals atdurās Kanādā (visa Kanāda ir "noklāta" ar debesi bildējošām kamerām, lai varētu pētīt ar magnētiskajiem viesuļiem saistītos kāvus/polārblāzmas). Šādas orbitas ļaus beidzot viennozīmīgi atbildēt uz jautājumu par magnētiskā viesuļa rašanās iemesliem.

Te jāpiemin, ka magnētiskie viesuļi ir novēroti arī Jupitera magnetosfērā un daudzi no Saules izvirdumiem un uzliesmojumiem iet cauri līdzīgai procesu ķēdei kā magnētiskie viesuļi. Tāpēc iegūtās zināšanas ir svarīgas arī tālākai izpratnei par magnētiskajām viesuļvētrām dažādās kosmiskajās plazmas vidēs.

TUVĀKĀ NĀKOTNĒ

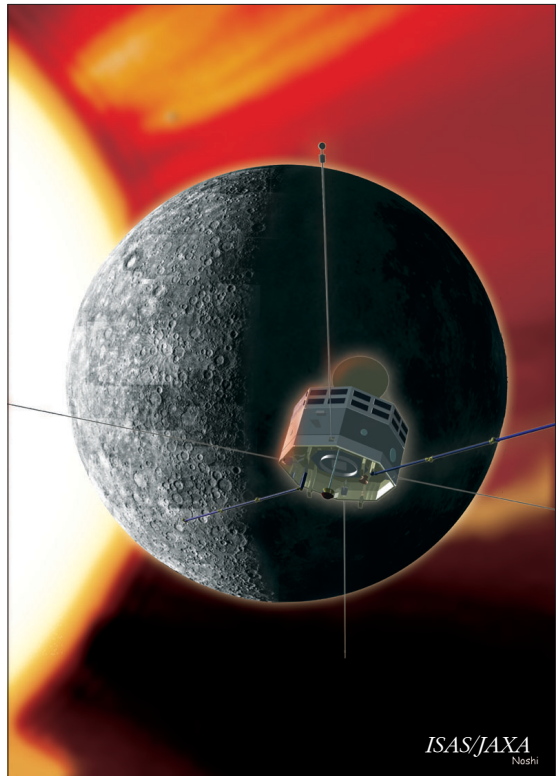
MMS (*Magnetospheric Multiscale Mission*) ir pirmā NASA četru pavadoņu kopa, ko plānots palaist 2013. gadā. Atšķirībā no *Cluster* attālums starp *MMS* pavadoņiem varēs būt mazāks – līdz pat 10 km, bet instrumentu



2. att. THEMIS pavadoņu shematiskais izvietojums Zemes magnetoastē magnētiskā viesuļa rašanās brīdī. <http://tbemis.ssl.berkeley.edu/overview.shtml>

izšķiršanas spēja būs par kārtu labāka. *MMS* ir galvenokārt koncentrēts tikai uz viena procesa, magnētiskās pārsaistes, dziļāku izpratni. *Cluster* pavadoņi ļāva daudz labāk izprast, kādu lomu magnētiskās pārsaistes procesā spēlē plazmas joni, savukārt *MMS* ļaus daudz labāk izprast elektronu lomu. Lai to panāktu, *MMS* elektronu spektrometri veic pilnu elektronu sadalījuma funkcijas mērījumu katras 25 ms. Salīdzinājumam – *Cluster* ir nepieciešamas 4 s vienam tādām mērījumiem. Tā ir izšķiroša starpība, jo kosmiskajā vidē apgabalā, kurā magnētiskā pārsaiste sākas, izmēri var būt tikai nieka 10 km. Šis izmēris var pārvietoties ar ātrumu 100 km/s un pat vairāk. Līdz ar to tas var šķērsot pavadoņu kopu 0,1 s. Ja grib izprast šā apgabala fizikālos procesus, mērījumi jāveic ātrāk nekā 0,1 s. Vēl viens svarīgs uzlabojums ir tas, ka *MMS* mēra elektriskā lauka pilnu vektoru. *Cluster* varēja mērit tikai elektriskā lauka vektora projekciju pavadoņu rotācijas plaknē. Šī spēja mērit pilnu elektriskā lauka vektoru ir svarīga tāpēc, ka magnētiskajā pārsaistē ir svarīgi zināt elektrisko lauku paralēli magnētiskajam laukam un to var precīzi noteikt, tikai zinot pilnu elektriskā lauka vektoru.

BepiColombo (sk. 3. att.). Pēdējo reizi Merkura tuvumā mākslīgais pavadoņs ir pabijis pirms vairāk nekā 30 gadiem (amerikāņu *Mariner 10*). Bet tuvākajā laikā uz Saulei



3. att. Mākslinieka veidots *BepiColombo* attēls. Attainots *MMO* pavadoņs, kurš novēros Merkura magnetosfēru. Redzami arī četri vadi, kuru galos atrodas elektriskā lauka mērierīču sensori (pavadoņs rotē ap savu asi, un centrālās spēka ietekmē vadi ir radiāli izstiepti) un divi bomži, kuru galos ir magnētiskā lauka mērinstrumenti.

tuvāko planētu dosies vairāki pavadoņi. Pirmais ieradīsies amerikāņu *Messenger* jau 2008. gadā, bet, no kosmiskās vides pētījumu viedokļa, daudz interesantāks ir vēlākais *Bepi-Colombo* (*ESA* un *JAXA* sadarbības projekts). To paredzēts palaist 2013. gadā, un tas sniegtu Merkuru 2019. gadā, kur vairākus gadus (viens gads plus paredzamie pagarinājumi) pētīs gan Merkura virsmu, gan tā atmosfēru, gan kosmisko vidi tā tuvumā. Šim nolūkam ir paredzēti divi pavadoņi – *MPO* (*Mercury Planetary Orbiter*), *ESA* pavadonis, kas studēs Merkura virsmu un iekšējo uzbūvi, un *MMO* (*Mercury Magnetospheric Orbiter*), *JAXA* pavadonis, kas ievāks datus par Merkura magnetosfēru. Tehniski šīs misijas sagatavošana ir liels izaicinājums, jo šī ir pirmā *ESA* misija uz Saules sistēmas “karstajām” vietām. Par Merkura magnetosfēru ir ļoti maz zināms, *Messenger 10* palidoja tam garām tikai divas reizes pietiekamā tuvumā, lai varētu izmērīt Merkura magnetosfēras magnētisko lauku. Merkura magnetosfēra ļoti atšķiras no Zemes magnetosfēras. Tā ir daudzkārt mazāka – stipra Saules vēja gadījumā tā, iespējams, pat neaizsargā Merkuru no tiešas Saules vēja plūsmas. Tai pašā laikā Merkuram nav praktiski nekādas atmosfēras un jonosfēras, kas radikāli maina mijiedarbību starp Merkuru un tā magnetosfēru salīdzinājumā ar Zemi. Merkura magnetosfēras mazo izmēru dēļ tajā arī visi plazmas fizikālie procesi notiek daudzkārt ātrāk. Spekulēt par to, ko *MMO* varētu atklāt, ir pagrūti, vienīgi orientieri līdz šim ir datoru skaitliskā modelēšana. Taču pilnīgi droši var teikt, ka pētniekus sagaida daudz pārsteigumu.

Solar Orbiter/Sentinels. Vēl vieni no tuvākās nākotnes pavadoņiem uz “karstajām vietām”, kuru plānošana un būvēšana gan vēl nav sākusies, bet kuriem būs liela nozīme kosmiskās vides izpratnē, ir *Solar Orbiter* (*ESA*) un *Sentinels* (*NASA*). Kopā šie četri pavadoņi pētīs Saules vēju un Sauli dažādos attālumos no tās, līdz pat attālumiem, kas ir tuvāki Saulei nekā Merkurs. Izpratne par Sau-

les vēja rašanos un par dažādiem fizikālajiem procesiem tajā (piemēram, solāro enerģētisko daļiņu, Saules izvirdumu veidošanās un to mijiedarbība ar Saules vēju utt.) ir viena no kosmiskās vides izpratnes svarīgākajām problēmām. Lielākā daļa šo procesu notiek ļoti tuvu Saulei, un Zemes tuvumā Saules vēja var novērot tikai to “mirstīgās atliekas”. Tāpēc ir svarīgi veikt Saules vēja novērojumus pēc iespējas tuvāk Saulei. Viena no *Solar Orbiter* un *Sentinels* priekšrocībām ir tā, ka vienlaikus varēs novērot gan plazmas procesus pašā Saules vējā, gan Saules virsmas apgabalus, kas ir saistīti ar šiem procesiem.

ESA KOSMISKĀ VĪZIJA

Ja veramies vēl tālākā perspektīvā, tad gan Amerikas Kosmiskajai aģentūrai *NASA*, gan Eiropas *ESA*, gan Japānas *JAXA* ir katrai savi plāni kosmiskās vides pētniecībā. Arī Ķīnas loma aizvien vairāk pieaug. Pēdējos gados vērojama tendence, ka lielākos projektus kosmiskās aģentūras vairs nespēj īstenot vienas pašas un tādēļ aizvien vairāk tiek meklēti veidi, kā pēc iespējas efektīvāk apvienot savus spēkus (finansiālos resursus). Tas arī ir skaidri redzams, raugoties tālākos nākotnes projektos. Tuvāk apskatīsim tikai *ESA* iespējamās nākotnes soļus, bet idejiski tie ir ļoti līdzīgi arī *NASA* un *JAXA* plāniem kosmiskās vides izpētē.

Nākotnes projektus pēc 2015. gada noteiks Eiropas Kosmiskās aģentūras *ESA Kosmiskā vizija*. Tuvāk to var iepazīt *ESA* interneta lapās <http://sci.esa.int/cv2015>. *Kosmiskā vizija* nosaka, kādus fundamentālos jautājumus kosmosa izpētē *ESA* grib pētīt, izmantojot dažādus mākslīgos pavadoņus no 2015. līdz 2025. gadam. *Kosmiskajā vizijā* ir četras lielas tēmas:

1. Kādi ir dzīvības un planētu rašanās priekšnosacījumi?
2. Kā funkcionē Saules sistēma?
3. Kādi ir kosmosa fundamentālie likumi?
4. Kā radās kosmoss un no kā tas ir veidots?

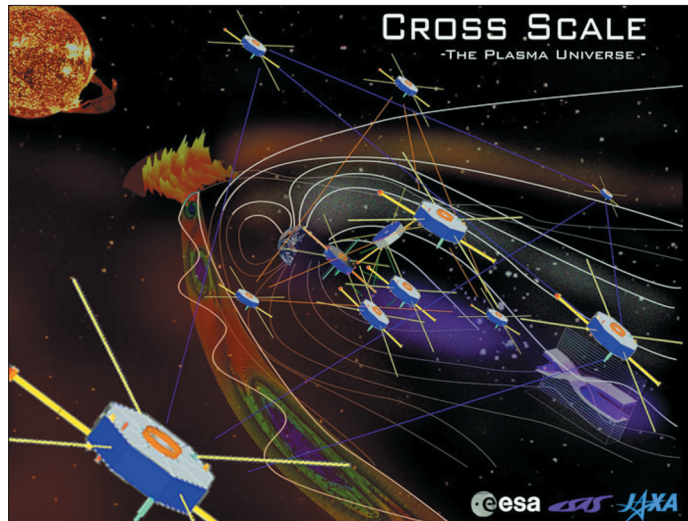
Kosmiskās vīzijas periods ir sadalīts trīs daļās, kur katras daļas budžets ir apmēram miljards eiro. Pirmās daļas ietvaros ir paredzēts realizēt divus projektus. Viens no projektiem izmaksātu apmēram 600 miljonus eiro (dēvēts par *L* klasi) un otrs apmēram 300 miljonus eiro (dēvēts par *M* klasi). Gan *L*, gan *M* klases projekta ietvaros *ESA* var nodrošināt kāda pavadoņa(-u) būvniecību, palaišanu un vadišanu. Taču *L* un *M* klases projekti var būt arī kā sastāvdaļa starptautiskās sadarbības projektos, piemēram, starp *ESA* un *JAXA/NASA*. Šajos gadījumos pavadoņu kopējās izmaksas var būt daudz lielākas, bet *ESA* izmaksas nedrīkstētu pārsniegt attiecīgi 600 miljonus eiro (*L* klase) vai 300 miljonus eiro (*M* klase).

Šā gada 7. martā tika izsludināts pirmais uzsaukums *Kosmiskās vīzijas* pirmās daļas projektam pieteikšanai. Kopumā tika iesniegti 50 projekti. Taču ceļš līdz brīdim, kad tiks izvēlēts, kādi mākslīgie pavadoņi tiks sūtīti pirmā uzsaukuma ietvaros, ir tāls – 2011. gada rudens. Līdz tam laikam pieteikumiem jāzīd caur vairākām atlases kārtām.

Kādi tad ir daži no paredzamajiem projektiem, kas tika pieteikti *Kosmiskās vīzijas* programmai, kuru galvenais vai viens no galvenajiem uzdevumiem ir kosmiskās telpas pētniecība. Kopsummā tādu ir mazāk par desmit, bet šeit minēsim tikai divus – daudzpavadoņu projektu *Cross-Scale* un projektu *Jupiter-Europa*, kas veiktu Jupitera un tā pavadoņu sistēmas izpēti.

Cross-Scale. Plazmas īpašības un uzvedību viscaur Visumā kontrolē daži pamatprocesi: bezsadursmju triecienviļņi, magnētiskā pārsaiste un plazmas turbulence. Visi šie procesi tiek dinamiski kontro-

lēti un savā starpā vienlaikus saista trīs dažādus mērogus: elektronu kinētisko, jonu kinētisko un šķidrums. Lai varētu izprast šos procesus, vienlaikus jāveic mērījumi visos šajos mērogos. Tam nepieciešami apmēram 12 pavadoņi (*4. att.*) dažādos attālumos viens no otra, kas lido caur kosmiskās telpas apgabaliem, kur var novērot šos pamatprocesus. Visvieglāk pieejama ir Zemes magnetosfēra, kur var novērot visus iepriekšminētos pamatprocesus. Milzīgs bezsadursmju triecienviļnis veidojas Zemes magnetosfēras deģungālā, Saules vējam to applūstot. Magnētiskās pārsaistes procesu var novērot gan uz magnetosfēras ārējās daļas (tā sauktā magnetopauze), gan arī magnetosfēras iekšpusē, piemēram, magnetoastes vidū, kur veidojas plazmas klājs. Savukārt plazmas turbulence ir novērojama praktiski visur, sevišķi spēcīga turbulence ir novērojama magnētiskajā makstī (*magnetosbeath*). Tas ir apgabals, kurā Saules vējš, triecienviļņa saspiests un sakarsēts, applūst Zemes magnetosfēru. Bet stipra plazmas turbulence ir arī novērojama plazmas klājā un polārajos rāgos.



4. att. *Cross-Scale*. Divpadsmit pavadoņu kopa, kas ļautu pētīt kosmisko plazmu vairākos mērogos vienlaikus.

Attēla autors Kentaro Tanaka

Te ir vietā pieminēt, ka Zemes magnetosfēra savā ziņā ir labākā laboratorija bezsadursmju plazmas procesu izpētē, kāda civilizācijai šobrīd ir pieejama. Zemes laboratorijās joprojām nav iespējams pētīt plazmas mazākos raksturīgos mērogus ar tādu izšķiršanas spēju, kā tas ir iespējams ar Zemes mākslīgajiem pavadoņiem. Galvenais iemesls ir tas, ka, piemēram, raksturīgie elektronu mērogi kosmosā var būt vairāki kilometri, kamēr laboratorijā tie ir tikai daži milimetri. Lidz ar to laboratorijā instrumentiem jābūt mikroskopiskiem, lai varētu ar tādu pašu precizitāti mērit plazmu, kā tas iespējams ar instrumentiem kosmosā.

Jupiter–Europa projekts ir tieši mērķēts uz vienu no *Kosmiskās vīzijas* prioritātēm – Jupitera un tā pavadoņu sistēmas, sevišķi tā pavadoņa Eiropas, izpēti. Šis projekts ir mazāk ambiciozs salīdzinājumā ar nu jau malā nolikto amerikāņu *Juno*, tomēr tas ir L klases projekts, kas, visticamāk, būs īstenojams tikai ciešā sadarbībā ar *JAXA*. Projekts paredz vairākus scenārijus, bet viens no optimālākiem ir ar trim pavadoņiem – *JRS (Jupiter Remote sensing)*, trīssasu stabilizēts pavadoņs, kas domāts tālnovērošanas instrumentiem (fotokameras, spektrometri), *JMO (Jupiter Magnetospheric Orbiter)*, rotējošs pavadoņs, kas paredzēts plazmas novērojumiem Jupitera magnetosfērā, un *JEO (Jupiter–Europa Orbiter)* pavadoņs, kas tieši mērķēts pašas Eiropas un tās apkārtnes kosmiskās vides pētniecībai.

Ar ko tad ir tik interesanta Jupitera magnetosfēra (*sk. att. vāku 1. lpp.*)? Pirmkārt, Jupitera magnetosfērā dominē Jupitera rotācijas ietekme – tās dēļ veidojas milzīgs magnetodisks. Salīdzinājumam Zemes magnetosfērā Zemes rotācijas ietekme ir minimāla, un dinamiskajos procesos tajā dominē Saules vēja mijiedarbība ar magnetosfēru. Otrkārt, Jupiteram

ir spēcīgākās starojuma joslas Saules sistēmā. Kādēļ tā ir un kā tās veidojas, nav skaidrs. Jupitera magnetosfērā lādētas daļiņas tiek paātrinātas līdz milzīgām enerģijām, šādi lādēto daļiņu kūļi ir vieni no spēcīgākajiem radiostarojuma avotiem Saules sistēmā. Treškārt, daudz neatbildētu jautājumu ir saistībā ar plazmas toru, kas veidojas Jupitera pavadoņu, sevišķi Jo, vulkānu izmesto gāzu ietekmē. Kā tas veidojas un kā mijiedarbojas ar Jupitera magnētisko lauku, kā lādētas daļiņas pamet torus un Jupitera sistēmu, nav skaidrs. Ceturtkārt, svarīgi ir izprast Jupitera dažādo pavadoņu mijiedarbību ar Jupitera magnetosfēru. Šajā ziņā interesants ir Ganimēds, jo tam pašam ir sava magnetosfēra un, kā tā mijiedarbojas ar Jupitera magnetosfēru, ir maz zināms. Piektkārt, magnētiskajam laukam apkārt pavadoņiem ir vairāki avoti. Piemēram, viens no avotiem ir indukcijas strāvas, kas veidojas garozas tuvumā, pavadoņiem kustoties cauri mainīgam magnētiskajam laukam. Strāvu stiprumu nosaka vielas elektriskā vadītspēja, un tādejādi var uzziņāt, vai zem garozas ir milzīgi sāļūdens rezervuāri, jo sālsūdenim ir laba vadītspēja. Šāda iespējama zemgarozas okeāna dēļ, kurā var būt visi nepieciešamie nosacījumi dzīvības uzturēšanai, Eiropa ir sevišķi interesants Jupitera pavadoņs. Minētie piemēri liecina, ka kosmiskā vide Jupitera tuvumā ir dinamiski ļoti aktīva un tās izpratne tuvākajās desmitgadēs ir ne tikai svarīgs uzdevums, bet arī interesants izaicinājums kosmosa pētniekiem.

Saites

ESA Kosmiskā vīzija – <http://sci.esa.int/cv2015>.
Cluster – <http://sci.esa.int/cluster/>.
THEMIS – <http://tbemis.ssl.berkeley.edu/>.
MMS – <http://mms.space.swri.edu/>.
BepiColombo – <http://sci.esa.int/bepicolombo>.
Solar Orbiter – <http://sci.esa.int/solarorbiter>.
Cross-Scale – <http://www.cross-scale.org/>.
Jupiter–Europa – <http://jupiter-europa.cesr.fr/>. 🐼

ZENTA ALKSNE, ANDREJS ALKSNIS

PIENA CEĻA JAUNO PAVADOŅU NEPARASTĀ DABA

Ap mūsu Piena Ceļu tāpat kā ap Andromedas galaktiku spieto nelieli mazmasīvi vāji starojoši pavadoņi – pundurgalaktikas. Par tām detalizēti stāstījam rakstā *Z. Alksne, A. Alksnis. "Lokālā galaktiku grupa" – ZvD, 2006. g. pavasaris, 3.–11. lpp.*, kur devām arī 18 toreiz zināmo Piena Ceļa pavadoņu sarakstu. Taču starp astronomiem pastāv domstarpības, vai visas sarakstā ietilpinātās pundurgalaktikas ir īsteni Piena Ceļa pavadoņi. Var piekrist tiem astronomiem, kas par robežu, līdz kurai Piena Ceļa gravitācijas spēks spēj pundurgalaktikas turēt stingros grožos un vadīt ceļā ap sevi, padarot par fizikāli saistītiem pavadoņiem, ir 300 kpc jeb viens miljons gaismas gadu (g. g.). Tādā gadījumā pieci no mūsu sarakstā minētajiem pavadoņiem atkrit, un varam sacīt, ka pagājušā gadsimta beigās bija zināmi tikai 11 pavadoņi: abi neregulārie Magelāna Mākoņi un deviņas sferoidālas pundurgalaktikas. Kā Lielais, tā Mazais Magelāna Mākonis katram dienvidpuslodes iedzīvotājam samanāms pie debess kā blāvs mākonim līdzīgs veidojums. Turpretī sferoidālās pundurgalaktikas, kas uz kopējā zvaigžņu fona izskatās kā apaļīgas formas zvaigznēm blīvāk nosēti laukumiņi, atrodamas, tikai īpaši meklējot. 20. gadsimtā, vienkārši ar aci caurskatot debess uzņēmumus, varētu teikt, nejauši tika atklātas septiņas iespaidīgākās sferoidālās pundurgalaktikas: Mazais Lācis, Tēlnieks, Pūķis, Kuģa Ķilis, Krāsns, Lauva I un Lauva II. Pundurgalaktikas nosaukumu veido no zvaigznāja nosaukuma, kura virzienā tā ir redzama (viena zvaigznāja virzienā atklājot vairākas pundurgalaktikas, nosaukumam pievieno kārtas numuru ar ro-

miešu cipariem). Astoto sferoidālo pundurgalaktiku – Sekstantu – atrada 1990. gadā, automātiski skenējot fotoplates, bet devīto – Strēlnieku – atklāja 1995. gadā, analizējot Piena Ceļa centrālās daļas zvaigžņu radīālās kustības. Tikai 80 tūkstošu g. g. tālā Strēlnieka pundurgalaktika, Piena Ceļa pievilksanas spēka pilnīgi sagūstīta, zaudē savas locekles un, tām pamazām iegrimstot Piena Ceļā, veido tā saukto Strēlnieka straumi.

Ilgstoši Piena Ceļa pavadoņu – sferoidālo pundurgalaktiku – esamībai īpaša uzmanība netika pievērsta. Mēs kā profesionāli astronomi ar šīm pundurgalaktikām iepazināmies pagājušā gadsimta nogalē, kad tajās tika atklāti mūsu tradicionālie pētniecības objekti – oglekļa zvaigznes. Populārzinātniskajā literatūrā Piena Ceļa pavadoņi gandrīz netika pieminēti līdz pat tuvās un savdabīgās Strēlnieka pundurgalaktikas atklāšanai. Kad astronomu uzmanību arvien vairāk sāka piesaistīt galaktiku, tai skaitā pundurgalaktiku, tapšanas un attīstības jautājumi, aina krasi mainījās. Piena Ceļa pundurgalaktikas atrodas mums pietiekami tuvu, lai varētu veikt precīzus mērījumus un izpētīt gan tajās ietilpstošo zvaigžņu sadalījumu un kustību, gan ķīmisko sastāvu un vecumu, beigu beigās detalizēti apzinot zvaigžņu tapšanas vēsturi. Tagad Piena Ceļa pavadoņgalaktikas ir "topā" un interese par tām tikai aug.

Līdz ar jauna gadu simteņa iestāšanos Piena Ceļa pavadoņu atklāšana turpinājās. Astronomu grupa no Austrālijas, Anglijas, Francijas un Itālijas (M. Bellazzini, R. Ibata un citi) 2003. gada nogalē paziņoja par īpaši tuvas, Piena Ceļa diskā gremdētas Lielā Suņa

pundurgalaktikas atklāšanu. Drīz vien daži citi astronomi noliedza šīs pundurgalaktikas pastāvēšanu, apgalvojot, ka patiesībā te redzama pašiem “sava aste” – Piena Ceļa diska izliektā mala, kuras zvaigznes, skatītas cauri priekšā esošam diska pārējo zvaigžņu fonam, rada it kā atsevišķas citgalaktikas ilūziju. Pētījumi rāda, ka apmēram pusei spirālisko galaktiku patiešām diski ir izliekušies jeb sametušies. Tie atgādina nepareizi žāvētu dēli: viena mala izvēršusies augšup, otra mala sametusies lejup. Arī Piena Ceļa diskam piemīt šī īpašība, tāpēc izliektās malas radīta efekta sajaukšana ar neatkarīgu zvaigžņu sabiezējumu izklausās ticama. Lielā Suņa pundurgalaktikas atklājāji neatlaidīgi turpina aizstāvēt savu viedokli, kamēr liekuma efekta sludinātāji arī neatkāpjus. Šā jautājuma saprātīgu pagaidu risinājumu 2006. gada vasarā piedāvāja M. Lopez-Corredoira no Spānijas. Viņš iesaka pagaidīt, līdz iespējamās pundurgalaktikas tuvumā pastāvošā diska izliekuma parametri būs labāk izpētīti un varēs droši izveidot skaidrību ienesošu zvaigžņu sadalījuma modeli. Par šim domstarpībām vēl nezinot, minētajā sarakstā mēs ielikām arī Lielā Suņa pundurgalaktiku.

Pilnīgi jauns un sekmīgs pavērsiens Piena Ceļa pavadoņu meklējumos iesākās līdz ar Slouna digitālā debess apskata datu nonākšanu meklētāju rokās. Šis debess apskats ir pazīstams ar apzīmējumu *SDSS (Sloan Digital Sky Survey)* un to lietosim tālākā tekstā. Pateicoties Afreda P. Slouna fonda atbalstam, ASV Apaču kalnos tika uzstādīts teleskops, ar ko veica ļoti plašu un dziļu debess apskatu daudzās fotometriskās viļņu garumu joslās, kā arī objektu spektroskopiskus novērojumus. *SDSS* apskata dati ir devuši iespēju Piena Ceļa apkārtnē isā laikā atrast astoņas agrāk nezināmas sferoidālas pundurgalaktikas, tādā kārtā gandrīz dubultojot pavadoņgalaktiku skaitu. Taisnības labad jāpiemin, ka *SDSS* dati, pateicoties īpaši sagatavotai datu apstrādes metodei, gan lieliski nodereja fluktuāciju meklēšanai blīvos zvaigžņu laukos, t. i., sīku un vāju pun-

durgalaktiku zvaigznēm nosētu laukumīņu saskatīšanai, bet, lai pārbaudītu atrasto zvaigžņu sabiezējumu piederību pie pundurgalaktikām un noteiktu šo galaktiku parametrus, tomēr papildus nācās izmantot spēcīgākus teleskopus, piemēram, japāņu 8 metru *Subaru* teleskopu Havaju salās vai četru metru V. Blanco teleskopu Starpamerikas observatorijā Čīlē. Visus astoņus pavadoņus gan neatklāja uzreiz vienā paņēmienā, un ziņojumi par to atklāšanu parādījās pakāpeniski.

B. Vilmane (*Willman*) no Ņujorkas universitātes Kosmoloģijas un daļiņu fizikas fakultātes 2005. gada jūnijā pirmā ziņoja par pundurgalaktikas atklāšanu Lielā Lāča zvaigznāja virzienā. Tāpēc arī šo pavadoņi paguvām ievietot jau minētajā sarakstā, taču ne par vienu no turpmākajiem atklājumiem mums nebija ne jaunas. Tikai 2006. gada aprīlī–jūlijā ļoti liela dažādu valstu astronomu grupa, kurā bija arī B. Vilmane un kura darbojās Kembridžas universitātes Astronomijas institūta zinātnieku D. Cukera un V. Belokurova vadībā, sniedza citu pēc cita ziņojumus par jaunu pavadoņu – pundurgalaktiku – atklāšanu Medību Suņa, Vēršu Dzinēja un vēlreiz Lielā Lāča zvaigznāju virzienā. Tā paša gada augustā minētā grupa paziņoja vienlaikus par vēl vesela pundurgalaktiku kvarteta atklāšanu. Līdz tam nezināmas pundurgalaktikas viņi bija saskatījuši Berenikes Matu, Medību Suņa, Herkulesa un Lauvas zvaigznāju virzienā. Visus savus ziņojumus par sferoidālo pundurgalaktiku atklāšanu, balstoties uz *SDSS* datiem, autori pakāpeniski publicēja žurnālā *The Astrophysical Journal*.

Ziņas par jaunajiem uz *SDSS* datu pamata atklātajiem Piena Ceļa pavadoņiem – sferoidālām pundurgalaktikām – sakārtotas tabulā pēc attāluma no mums. *Tabulas 1. ailē* redzami pundurgalaktiku nosaukumi latviešu un latīņu valodā, *2. ailē* – attālumi tūkstošos gaismasgadu, *3. ailē* – starjauca, izteikta absolūtos zvaigžņlielumos, *4. ailē* – spožākās daļas rādiusi gaismas gados, *5. ailē* – masas Saules masas miljonos. Visu astoņu sferoidālo

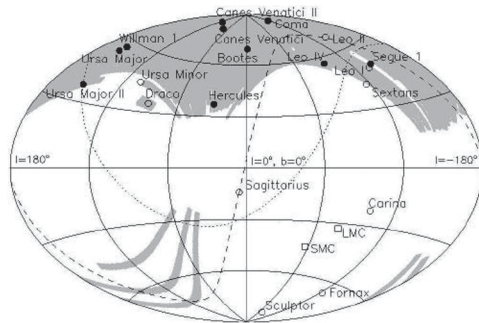
Tabula. Piena ceļa pavadoņi – sferoidālās pundurgalaktikas.

Pundurgalaktikas nosaukums		Attālums no Saules 1000 g. g.	Absolūtais zvaigžņlielums	Spožākās daļas rādiuss, g. g.	Masa, milj. M_{\odot}
Latviski	Latiniski				
Liels Lācis II	<i>Ursa Major II</i>	98	-3,8	400	5
Berenikes Mati	<i>Coma Berenices</i>	140	-3,7	460	1,2
Vēršu Dzinējs	<i>Bootes</i>	200	-5,7	700	-
Liels Lācis I	<i>Ursa Major I</i>	330	-6,7	750	15
Herkules	<i>Hercules</i>	460	-6,0	1040	7
Medību Suņi II	<i>Canes Venatici II</i>	490	-4,8	460	2,5
Lauva IV	<i>Leo IV</i>	520	-5,1	520	1,5
Medību Suņi I	<i>Canes Venatici I</i>	720	-7,9	1800	27

pundurgalaktiku atklājēji ir izmantojuši SDSS datus, kas aptver tikai 8000 kvadrātgrādus ap Piena Ceļa ziemeļpolu jeb 20% visas debess. Agrāk zināmo un jaunatklāto pundurgalaktiku sadalījums galaktiskās koordinātās parādīts 1. att. Paplašinot pundurgalaktiku meklējumu lauku, gaidāmi jauni atklājumi.

Apkopojot rezultātus, D. Cukera un V. Belokurova vadītā grupa deva jaunatklāto pundurgalaktiku vispārīgu raksturojumu. To ievērojami papildināja Dž. Saimons no Kalifornijas Tehnoloģijas institūta (ASV) un M. Geha no Hercberga Astrofizikas institūta (Kanāda), iesniedzot 2007. gada jūnijā žurnālā *The Astrophysical Journal* plašu šo pundurgalaktiku pētījumu.

Kā uzkrītošākā jaunatklāto sferoidālo pundurgalaktiku īpašība tiek atzīmēts to ļoti mazais virsmas spožums, salīdzinot ar agrāk zināmajiem Piena Ceļa pavadoņiem. Jaunatklāto pundurgalaktiku absolūtais zvaigžņlielums M_V , kas raksturo galaktikas starjaudu, ir robežās no -3,8 līdz -7,9, kamēr agrāk zināmajām sferoidālām pundurgalaktikām tas ir robežās no -8,6 līdz pat -13,8. Tātad visas jaunatklātās pundurgalaktikas ir vājākas par jebkuru iepriekš zināmo. Bez tam jaunatklātajām pundurgalaktikām piemīt ārkārtīgi, neiedomājami mazs, nevienai iepriekš zināmai pundurgalaktikai nepiemītošs virsmas spožums (apgaismojums, ko saņemam no to virsmas vienu loka kvadrātsekundi liela lauku-



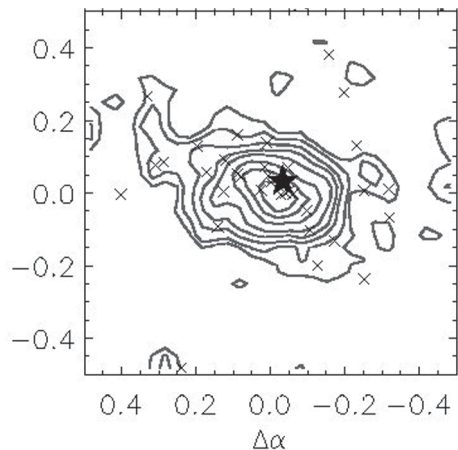
1. att. Piena Ceļa pavadoņu vieta pie debess sfēras galaktiskās koordinātās.

Pēc V. Belokurova u.c., astro-ph/0608448

miņa). Tas līdzinās tikai 28. līdz 30. zvaigžņlielumam no loka kvadrātsekundes. Tieši mazā virsmas spožuma dēļ šīs pundurgalaktikas agrāk bija "izvairījušās" no atklāšanas. Tās tiek dēvētas par ultravājām pundurgalaktikām, jo pārstāv pašlaik zināmās vistumšākās zvaigžņu sistēmas. Vai sasniegta robeža, par kuru vēl vājākas zvaigžņu sistēmas nepastāv, nav zināms. Mazais virsmas spožums liecina par zemu zvaigžņu sadalījuma blīvumu šajās pundurgalaktikās. Patiešām, katrā ultravajājā pundurgalaktikā ietilpst tikai daži miljoni zvaigžņu, kas ir izkaisītas apmēram tūkstoši g. g. plašā apgabalā, radot ekstrēmi vāju sistēmas virsmas spožumu.

Jaunatklātās pundurgalaktikas ir ne tikai ultravājas, bet arī īpaši sikas. Spožākā starp ultravājajām ir pundurgalaktika Medību Suns I, tai piemīt arī vislielākais spožākās daļas rādiuss – gandrīz 2000 g. g. Tās izmēri ir līdzīgi dažai no iepriekš zināmām pundurgalaktikām, kamēr vairākumam ultravājo pundurgalaktiku spožākās daļas rādiuss ir tikai kādi 400–700 g. g. Salīdzinot ar agrāk zināmām sferoidālām pundurgalaktikām, kam piemīt visai regulāra apaļa forma, jaunatklāto pundurgalaktiku uzbūve nav isti regulāra. To forma mēdz būt iegarena, dažos gadījumos tā pat ir veidota no vairākām daļām. Varētu būt, ka tādu iespaidu rada zemais zvaigžņu sadalījuma blīvums, izkropļojot vienāda virsmas spožuma kontūras (2. att.). Taču pētniekiem šķiet, ka drīzāk vainojama ir Piena Ceļa vareno pievilkšanas spēku graužoša ietekme uz atsevišķu pundurgalaktiku zvaigžņu trūcīgo kopumu, kura locekļi nespēj turēties tiem pretī. Ir konstatēta vāji izteikta, tomēr pamatīga sakarība starp uzbūves neregularitāti un pundurgalaktikas attālumu no Piena Ceļa centra. Tieši vistuvākās Lielā Lāča II, Berenikes Matu un Vērša Dzinēja pundurgalaktikas izskatās visvairāk izkropļotas.

Izzināt tik svarīgo raksturlielumu – masu palīdzēja Dž. Saimona un M. Gehas darbs, kurā viņi, iegūstot spektrus ar Keka II 10 metru teleskopu, noteica radiālos ātrumus septiņu jaunatklāto pundurgalaktiku zvaigznēm. Aplēšot galaktiku vidējo ātrumu un tā dispersiju, viņiem radās iespēja novērtēt galaktiku pilno masu, kas dota *tabulas 5. ailē*. Iepriekš zināmajām pundurgalaktikām masa sniedzas desmitos miljonos Saules masu. Vairākumam ultravājo pundurgalaktiku masa ir ap dažiem miljoniem Saules masu. Ultravājās pundurgalaktikas pārstāv pašas mazmasīvākās no visām zināmām galaktikām. Izņēmums ir spožā un lielā Medību Suņa I galaktika, kuras masa arī ir gandrīz 30 miljonu Saules masu. Runājot par pundurgalaktiku pilno masu, jāņem vērā, ka tā sastāv no tumšās un parastās vielas masas. Par tumšo vielu pagaidām astronomi zina



2. att. Zvaigžņu sadalījums Medību Suņu galaktikā. Šai pundurgalaktikā atrastas oglekļa zvaigznes SDSS J132755,56+333521,7 vieta atzīmēta ar piecstūru zvaigzni.

Pēc D.B. Cukera (Zucker) u.c., *astro-pb/0604354*

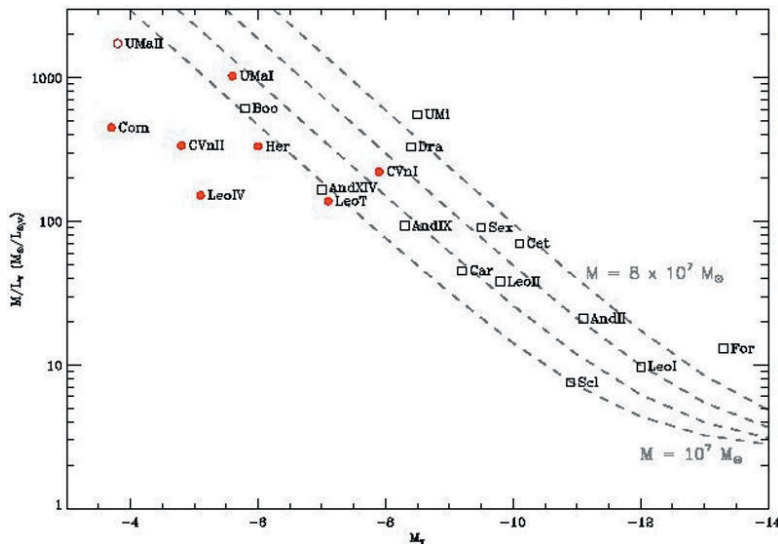
maz, taču nešaubās par tās pastāvēšanu. Visuma pirmsākumos tajās vietās, kur radās tumšās vielas sablīvējumi, tapa par halosiem dēvēti veidojumi. Paši sīkākie un mazmasīvākie no tiem mēdza būt blīvākie. Šajos halosos ieplūstot parastai, visiem pazīstamai vielai, radās galaktikas. Par tumšo vielu sk. D. Docenko. “Meklējot neredzamo” – *ZvD, 2003. g. vasara 3.–8. lpp.*; par halosiem un galaktikām tajos sk. Z. Alksne, A. Alksnis. “Pirmās zvaigznes” – *ZvD, 2007. g. vasara, 3.–9. lpp.*

Novērojumi liecina, ka ultravājajās pundurgalaktikās ir maz zvaigžņu un it sevišķi gāzes, maz parastās vielas. Tātad lielāko daļu apskatāmo pundurgalaktiku pilnās masas veido halosu tumšā viela, kas dominē šajās galaktikās vairāk nekā jebkurās citās.

Kā tas nākas, ka šajās pundurgalaktikās tik stipri dominē tumšā viela? Iespējamu skaidrojumu kopā ar kolēģiem ir sniedzis L. Meijers no Čīrihes 2007. gada februārī žurnālā *Nature*. Skaitliski modelējot Piena Ceļa pavadoņu rašanos un attīstību, viņi saprata, ka šie objekti, kas savulaik tapuši kā normālas, gāzēm bagātas pundurgalaktikas, kādā savas dzīves

brīdī izdrāzās cauri lielajai un ar gāzi piesātinātajai Piena Ceļa galaktikai. Piena Ceļa iespaidīgie gāzes krājumi iedarbojās uz pundurgalaktikas gāzi, spiežot un mēžot to, līdz aizslaucīja pavisam un pundurgalaktiku pilnībā iztukšoja no gāzes. Tajā pašā laikā pundurgalaktikas halosā palika tumšā viela, jo tā nepakļaujas nekādai iedarbibai, izņemot gravitāciju.

Līdz pat minētajam Dž. Saimona un M. Gehas darbam pastāvēja priekšstats, ka itin visas Piena Ceļu pavadošās pundurgalaktikas ir iedarinātas vienādas masas tumšās vielas halosos neatkarīgi no galaktikas starjaudas. Tika pieņemts, ka šī nemainīgā masa ir vienlīdzīga 30 miljoniem Saules masu. Taču 3. attēls, kas ņemts no Saimona un Gehas pētījuma, rāda novirzi no šķietamās likumības. Gatavojot šo attēlu, visām pundurgalaktikām – pavadonēm (arī Andromedas galaktikas pavadonēm), kam ir zināma masa, tika noteikta masas starjaudas attiecība M/L un atlikta uz vertikālās ass.



3. att. Sakars starp Piena Ceļa pundurgalaktiku absolūtiem zvaigžņlielumiem M_v un masas attiecību pret starjaudu. *Līknes* – teorētiskās sakarības dažu masu zvaigznēm, *simboli* – pundurgalaktikām novērotās sakarības.

Pēc J.D. Saimona (Simon) un M. Geha (Geba),
arXiv:0706.0516

Horizontālā ass rāda attiecīgo pundurgalaktiku starjaudu, kas izteikta absolūtos lielumos M_v . *Attēlā* iezīmētas teorētiski aprēķinātās tumšās vielas halosu konstantas masas līknes, uz kurām vajadzētu atrasties arī novēroto pundurgalaktiku parametriem, ja tām piemistu vienādas masas tumšās vielas halosi. Lai gan spožākās no ultravājajām pundurgalaktikām patiešām atrodas tajā pašā halosu masu rindā, kur ir agrāk zināmās līdzinieces, tomēr pārējās – Herkules, Lauva IV, Medību Suņi II un Berenikes Mati – *attēlā* redzamas krietni zemāk, nekā tām vajadzētu atrasties, apdzīvojot līdzīgas masas halosus. Tātad šīm pundurgalaktikām piemīt mazākas masas halosi, bet tikai nākotnē rādīs, vai tie ir vismazākie iespējamie halosi.

Ultravājo pundurgalaktiku zvaigžņu spektrus Dž. Saimons un M. Geha izmantoja arī vēl viena raksturlieluma – metāliskuma – noteikšanai. Izrādās, ka ultravājo pundurgalaktiku locekļiem piemīt neparasti mazs metāliskums [Fe/H] (ap -2),

padarot šīs pundurgalaktikas par metāliem visnabagākām sistēmām (Saules metāliskums pieņemts vienlīdzīgs 0,0). Tā kā novērotais metāliskums atspoguļo starpzvaigžņu vides metāliskuma pakāpi sistēmas zvaigžņu tapšanas laikā, tad jāsecina, ka ultravājo pundurgalaktiku zvaigznes tapušas tik senos laikos, kad iepriekšējās zvaigžņu paaudzes vēl nebija bagātinājušas vidi ar pašu izstrādātiem smagiem elementiem – metāliem. Citiem vārdiem sakot, ultravājo pundurgalaktiku zvaigznes ir pavisam vecas,

taču ne gluži visas ir tādas. Dažās aplūkojamās pundurgalaktikās atrastas arī metāliem bagātas zvaigznes. Tas liecina, ka attiecīgās ultravājajās pundurgalaktikās ir notikuši atkārtoti zvaigžņu tapšanas uzliesmojumi, līdzīgi kā tas norisis dažās agrāk zināmajās spožākajās Piena Ceļa pavadonēs.

Nobeigumā apskatīsim, kādu ietekmi jaunie atklājumi atstāj uz “pazudušo” pavadoņu problēmu? Balstoties uz tā saucamo aukstās, t. i., mazkustīgās, tumšās vielas teoriju, pagājušā gadsimta pašās beigās daži astronomi, skaitliski modelējot galaktiku attīstību, secināja, ka mūsu laikmetā ap Piena Ceļu vajadzētu pastāvēt simtam vai pat vairākiem simtiem mazas masas tumšās vielas halosu – pundurgalaktiku saimnieku. Bet, kā noskaidrojām šā raksta sākumā, gadsimta beigās Pie-

na Ceļa apkārtnē bija zināms par kārtu mazāks skaits pavadoņgalaktiku. Teorētiski paredzēto un praksē iegūto datu lielo nesaskaņu nodēvēja par “pazudušo” pavadoņu problēmu. Kamēr tika izvirzīti un noraidīti kā neapmierinoši problēmas dažādi teorētiski risinājumi, situācija ir dramatiski un neatgriezeniski mainījiesies, pateicoties *SDSS* komandas veiktajiem novērojumiem. Uz tiem balstītie atklājumi ļauj kā D. Cukera un V. Belokurova vadītai grupai, tā Dž. Saimonam un M. Gehai atzīt, ka Piena Ceļa apkārtni apdzīvo liels skaits jau atklātu un vēl neatklātu ultravāju, mazmasīvu tumšās vielas pārņemtu pundurgalaktiku. Šis atzinums būtiski remdē nesaskaņas starp paredzēto un novēroto pavadoņu skaitu, taču pilnībā problēmu vēl neatrisina. 🐦

BORISS RĶABOVŠ, ANDREJS ALKSNIS

KĀDI IR KOSMISKIE LAIKAPSTĀKĻI?

Kosmiskais laiks jeb kosmiskie laikapstākļi galvenokārt ir astronomisku parādību komplekss, kas saistīts ar Saules aktivitāti un kosmiskajiem stariem. Šo parādību izpēte faktiski ir starpdisciplināra pētījumu joma, kas aptver dažādu fizikas, inženiertehnikas un sabiedrisko aktivitāšu laukus. Kosmiskā laika izraisītās parādības rada traucējumus navigāciju sistēmās un telekomunikācijā, mākslīgo pavadoņu bojājumus, radiācijas draudus lidojuma laikā gan lidmašīnu pasažieriem, gan arī lidmašīnas elektronikai. Kosmiskais laiks iespaido Zemes meteoroloģisko laiku jeb laikapstākļus, ozona cauruma īpašības, globālo sasilšanu un ilgtermiņa klimata izmaiņas.

No procesiem Zemes magnetosfērā – ģeomagnētisma, aeronomijas, kosmofizikas, Saules–Zemes sakariem – uz pēdējo galvenokārt attiecas Starptautiskais heliofizikas gads (SHG) 2007 (*International Heliophysical Year*). Tā mērķis ir pasaules mērogā koordinēti atmo-

sferas, jonosferas novērojumi un tādu parametru mērījumi, kuri raksturo Zemes magnetosferas, jonosferas reakciju uz Saules iedarbību, kas galu galā nosaka globālo procesu ietekmi uz cilvēku dzīves vidi.

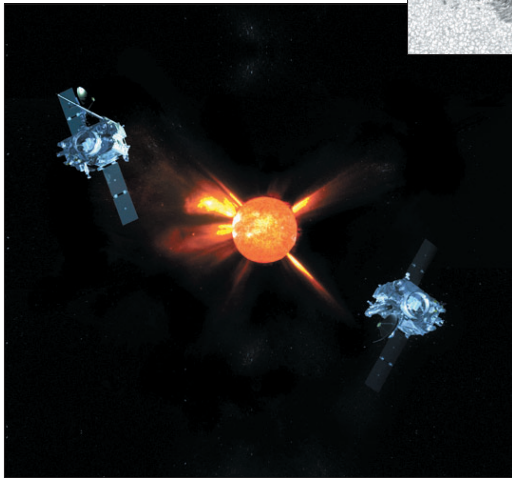
Šāgada programma vispirms ģeomagnētismā un Saules–Zemes sakaros tieši Zemes magnetosferas procesu pētījumos ļaus efektīvi iegūt un apkopot novērojumu un eksperimentu rezultātus, lai

- izprastu, kādi procesi un aktivitātes aģenti ietekmē apkārtējo vidi un klimatu;
- nodrošinātu Saules–heliosferas sistēmas pētījumus līdz pat Zemes atmosfērai;
- paātrinātu starptautisko kooperāciju zinātnē pašlaik un nākotnē;
- izziņotu unikālos SHG zinātniskos rezultātus zinātniskai sabiedrībai un plašai publikai.

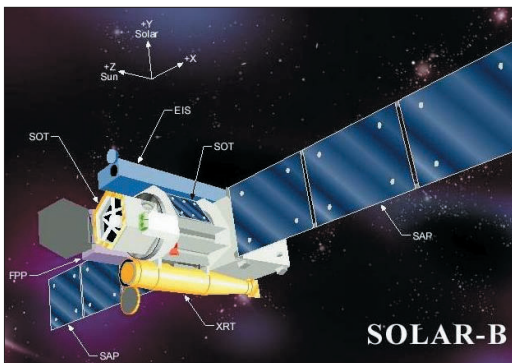
Žurnāls *Zvaigžņotā Debess* jau ir rakstījis par tagadējām kosmiskām misijām *SOHO*, *TRACE* un citām, kas paredzētas kosmiskā lai-

ka prognozēšanai. Lūk, vēl divi piemēri par jaunām iespējām Zemes un mūsu spīdekļa Saules sarežģīto fizikālo sakaru pētījumos. Kosmiskā observatorija *STEREO* (Zemes un Saules sakaru observatorija) (1. att.), kura sastāv no diviem pavadoņiem, kas ir ievadīti orbitā 2006. gada 25. oktobrī, pārraidīja uz Zemi pirmās Saules stereo bildes. *SOLAR-B* (*Hinode*) (*binode* – saullēkts *japāniski*) (2. att.) ir ļoti sarežģīta kosmiskā observatorija, kura jau gadu dar-

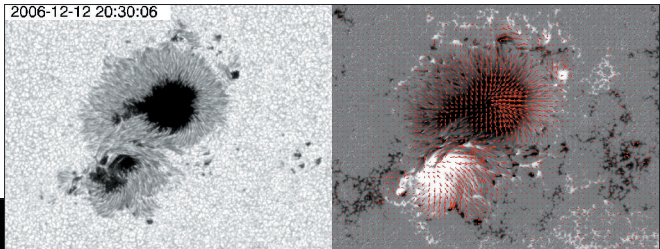
bojas orbitā ar uzdevumu mērit Saules magnētiskā lauka intensitāti ar ārkārtīgi augstu izšķirtspēju: 0,25 loka sekundes. *SOLAR B* varēja visos sīkumos parādīt divu Saules plankumu sadursmi, kas izraisīja Saules uzliesmojuma formēšanos.



1. att. Makslinieka attēlots NASA lidaparātis *STEREO* orbitā ap Sauli. *NASA attēls*



2. att. *Solar-B* kosmiskās observatorijas izskats. *NAOJ foto*



3. att. Kosmiskās observatorijas *SOLAR B* iegūtie uzņēmumi: Saules plankumi un magnētiskais lauks pirms Saules uzliesmojuma.

Par SHG priekštecī uzskatāms Starptautiskais ģeofizikas gads (SĢG) – zinātnisks lieluzņēmums, kurā 1957. g. piedalījās speciālisti no visām zinātņu nozarēm, kas saistītas ar mūsu planētas un tās tuvas apkārtnes pētījumiem. Ar aktīviem novērojumiem un to rezultātu analīzi nodarbojās apmēram 60 tūkstoši ģeofiziku no 66 valstīm. SĢG programmas darbā tika iesaistīti daži tūkstoši observatoriju un staciju, kas ir izkaisītas no pola līdz polam visos kontinentos (pirmoreiz arī Antarktīdā). Notika liels skaits ekspedīciju grūti pieejamos reģionos, kas līdz tam bija palikuši mazizpētīti un atrodas kalnos, tālu jūrā un polu apgabalos. Padomju Savienības zinātnieki šīs programmas ietvaros palaida pirmo Zemes mākslīgo pavadoņi.

Pēc vairāku starptautisko un nacionālu zinātnisko organizāciju iniciatīvas 2007. g. sākās Starptautiskais heliofizikas gads; tā struktūras modelis ir minētais Starptautiskais ģeofizikas gads (SĢG). SHG ietvaros paredzēts plašu sabiedrību iepazīstināt ar kosmisko laikapstākļu veidošanās avotiem un izpausmes veidiem. Zinātnisko novērojumu rezultātus apkopos ar mērķi noteikt fizikālos mehānismus, kas nosaka vienotas sistēmas Saule–Zeme eksistenci. Novērojumu rezul-

tātus integrēs globālos modeļos, kuri palīdzēs atklāt, kādi primārie fizikālie mehānismi atbild par vienotas Saule–Zeme sistēmas eksistenci. Starp organizācijām, kas piedalās Starptautiskajā heliofizikas gadā 2007, atrodam tādas autoritatīvas organizācijas kā Starptautiskā ģeomagnētisma un aeronomijas asociācija (*IAGA*), Kosmiskās fizikas zinātniskā komiteja (*SCOSTEP*), Amerikas ģeofizikas savienība (*AGU*); programma *Klimats un Saule–Zeme sistēmas laikapstākļi*; programma *Saule, heliosfēra un starpplanētu vide*.

Var sagaidīt jaunus rezultātus vairākās zinātniskajās programmās, piemēram, pētījumos par saistību starp zemestrīcēm un jaudīgiem koronālās plazmas masas izvirdumiem uz Saules, pētījumos par elektriskās lādētu daļiņu iekļūšanu Zemes magnetosfērā.

SHG ietvaros tiek organizēta arī plašai Eiropas valstu publikai domāta informatīva un izglītojoša programma *SWEETS (Space Weather and Europa – an Educational Tool with the Sun)* – Kosmiskie laikapstākļi un Eiropa – Saule kā mācības līdzeklis. Tā ietver 13 dažādus pasākumus, tai skaitā viktorīnu un autofurgonā ceļojošu izstādi par kosmisko laiku (*4. un 5. att.*).

Starptautiskais projekts *SWEETS* (interнета adrese: <http://www.sweets2007.eu/>) aicina piedalīties pirmajā kosmiskajam laikam un



4. att. *SWEETS* autofurgons Francijā, Medonas observatorijā.

Brigītes Šmīderes (Brigitte Schmieder) foto



Starptautiskajam heliofizikas gadam veltītajā viktorīnā. Viktorīnas uzvarētāji no *SWEETS* projekta dalībvalstīm (Austrijas, Beļģijas, Francijas, Vācijas, Latvijas, Holandes, Norvēģijas, Polijas, Portugāles, Turcijas un Slovākijas) tiks uzaicināti pavadīt vienu dienu *SWEETS* institūtos, lai piedalītos novērojumos un zinātniskajā darbā. Galvenais viktorīnas uzvarētājs vai uzvarētāja piedalīsies raķetes palaišanā 2007. gadā Andoijā Norvēģijā. Papildus viņš vai viņa tiks uzņemti televīzijas filmā par kosmisko laiku un Starptautisko heliofizikas gadu.



5. att. Optiskais un radio teleskops arī ir pieejams visiem interesentiem autofurgona turnejas laikā. *Džerarda Servajena (Gerard Servajean) foto*

Projekta *SWEETS* ietvaros tiek organizēta autofurgona turneja pa Austriju, Beļģiju, Franciju, Vāciju, Latviju, Holandi, Norvēģiju, Poliju un Slovākiju. Autofurgonā ir interaktīva izstāde par pirmā kompaktdiska *Kosmiskie laikapstākļi* demonstrācijas norisi, personālie datori ar pieeju reālajā laikā satelītiem, kuri novēro kosmisko laiku, teleskops Saules novērojumiem, tiek rādītas pasaules labākās filmas par kosmisko laiku un Starptautisko heliofizikas gadu, redzami plakāti un citi popularizācijas mācības līdzekļi. Braucienā piedalās augsti kvalificēti zinātnieki kosmiskā laika jomā. 4. un 5. septembrī autofurgons darbojās Rīgā. 🐦

MARTIŅŠ GILLS

LAIPNI LŪGTI WWW.ASTRONOMIJA2009.LV/



ZvD iepriekšējā numurā informējām par Starptautiskā astronomijas gada (SAG2009) plānošanas sanākumi Garhingā, Vācijā, š. g. martā. Latvijā tas bija stimuls uzsākt gatavošanās darbus, kas pamatā saistās ar interešu un iespēju apzināšanu. Vasaras mēnešos ideju sarakstā jau bija pāri par pussimtu dažādu iespējamu pasākumu.

Šobrīd visreālākie šķiet tie, kur nav nepieciešamas lielas ārējas finanses, bet ko varētu veikt kā esošu aktivitāšu paplašinājumu. Būtuiska loma būtu pēc iespējas lielākam ģeogrāfiskam aptverumam visā valstī un pasākumu pieejamībai dažādām vecuma grupām. Piemēram, šobrīd rudens–pavasara sezonā regulāri debess demonstrējumi notiek tikai LU centrālās ēkas Astronomiskajā tornī. Mērķis – 2009. gadā debess demonstrējumus veikt arī Latvijas lielākajās pilsētās. Protams, tas viss varētu notikt jau tūlīt bez īpašas 2009. gada gaidīšanas, tomēr tematiskā gada ietvaros to būtu iespējams veikt koordinēti un ar centralizētām apziņošanas metodēm varētu piesaistīt daudz jaunu astronomijas interesentu – tieši tāds ir SAG2009 mērķis.

No interesantākajām idejām, kas parādījās SAG2009 sarakstā, ir Latvijā sagatavot vienu *CubeSat* tipa pavadoni (sk. *Martiņš Sudārs. "Mazi kubīņi orbītā ap Zemi" – ZvD, 2007. g. pavasaris, 23.–28. lpp.*) ar kādu interesantu

izpildāmu uzdevumu. Šobrīd notiek komunikācija starp interesentiem – projekta virzītājiem – un potenciālajiem inženiertehniskā risinājuma nodrošinātājiem. Tomēr vēl ir atklāts jautājums par to, ko tieši varētu veikt 10×10×10 cm lielais pavadonis.

Potenciāli sadarbības projekti skolēniem un studentiem SAG2009 kontekstā varētu veidoties starp ģeogrāfiskām vietām ar vienādu ģeogrāfisko garumu. Piemēram, uz 24E meridiāna ir ne tikai trīs Baltijas valstis, bet arī Somija, Polija, Ukraina, Rumānija, Bulgārija, Grieķija, Dienvidāfrikas u. c. valstis. Bet arī šeit vēl nav konkrētu projektu, kā labāk izmantot šo faktu. Vienlaicīga komunikācija starp iesaistītajiem punktiem no tehniskā viedokļa mūsdienās nav problēma, ir jābūt saistošai idejai.

2007. gada vasaras mēnešos sāka tapt pirmās lapas SAG2009 tīmekļa vietnei – www.astronomija2009.lv.

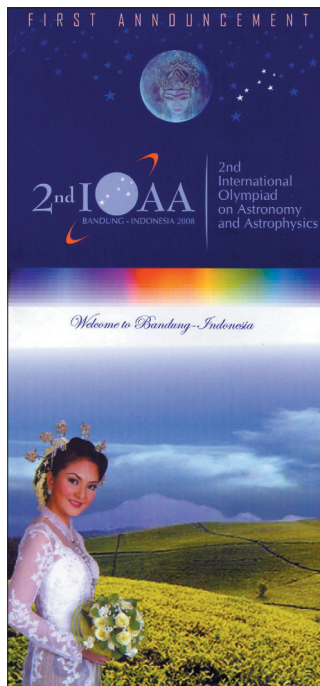
Tajā ir vispārēja informācija par SAG2009 mērķiem, pasākumiem, kā arī tā būs vieta, kur dalībniekiem un interesentiem apmainīties ar informāciju – par notikumiem, vietām, personām, tīmekļa resursiem, informatīvajiem materiāliem.

Starptautiskā līmenī SAG2009 gatavošanās kontekstā vasaras periodā būtisku jaunumu nav. Oktobrī Atēnās notiks nākamā sanāksme – konference (tiesa, uz raksta tapšanas brīdi nebija zināms, vai būs iespēja piedalīties arī pārstāvim no Latvijas), un ar nepacietību tiek gaidīts ANO Ģenerālās asamblejas balsojums par labu SAG2009 ANO tematiskā gada statusā. Valstis strādā pie SAG2009 devīžu un logo nacionālo versiju izstrādes – aktivitāte

šobrīd nav liela, bet no pašlaik pieejamajiem ap desmit lokalizētajiem variantiem tikai par dažiem var teikt, ka vizuāli veiksmīgi ir izdevies iestrādāt tulkoto devīzi.

Šobrīd es vēlētos aicināt atsaukties tos *ZvD* lasītājus, brīvprātīgos, kuri 2009. gadā būtu

ieinteresēti regulāri (reizi nedēļā, reizi divās nedēļās vai mēnesī) piedalīties debess demonstrējumos ar sev pieejamu aparāturu jebkurā vietā Latvijā. Šobrīd nekādus materiālus labumus SAG2009 organizētāji sniegt nevar, bet tā noteikti būs plecā sajūta un atbilstošs informatīvs atbalsts. 🐦



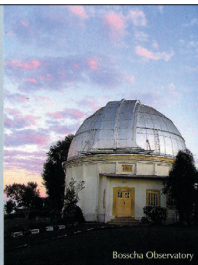
kuri spējīgi atrisināt uzdevumus astronomijā un astrofizikā. Skolēni nedrīkst būt vecāki par 19 gadiem uz 2008. g. 1. janvāri. Dalībniekiem un komandas vadītājiem netiek prasīta maksa, atskaitot viņu pašu personīgās vajadzības. Bezmaksas uzturu, dzīvošanu un ekskursiju gādās rīkotāji – Indonēzijas Republikas Nacionālās izglītības ministrija un Bandungas Tehnoloģijas institūts. Dalībnieku atbalstītāji tiek aicināti vērot olimpiādi, taču ar maksu par ēdienu, uzturēšanos un ekskursiju.

Sacensības notiks divos posmos – teorētiskajā un praktiskajā. Vairāk informācijas interesentiem pasaules tīmekļa saitē: <http://www.IOAA2.itb.ac.id/>. Pieteikšanās no š. g. septembra līdz 2008. g. 31. janvārim.

Otrā Starptautiskā astronomijas un astrofizikas olimpiāde

(*International Olympiad on Astronomy and Astrophysics – IOAA*) notiks 2008. gada 19.–28. augustā Bandungā (Indonēzija). *IOAA* nolūks ir popularizēt astronomiju un astrofiziku un atjaunīgus vidusskolu audzēkņus no visas pasaules piesaistīt zinātnei – sevišķi astronomijai un astrofizikai. Pasākums notiks Bandungas Tehnoloģijas institūtā, kur izvietota Astronomijas studiju programma, un Bošas (*Bosscha*) observatorijā, kuras bibliotēku *Zvaigžņotā Debess* sasniedz jau kopš pagājušā gadsimta 80. gadiem (*sk. arī "Zvaigžņotās Debess izplatīšanas ģeogrāfija" – ZvD, 2006./07. g. ziema, 84. lpp.*). Bandungā ir Rietumjavas provinces galvaspilsēta. Atrodoties ap 700 m virs jūras līmeņa, Bandungā ir nedaudz vēsāks nekā citās lielās pilsētās Indonēzijā. Bošas observatorija, lielākā astronomiskā iestāde Indonēzijā, atrodas Lembangas mazpilsētā 15 km uz ziemeļiem no Bandungas. Izvēlētais laika posms sakrīt ar sausā perioda vidu, kurā skaidras debess varbūtība ir samērā augsta, tāpēc cerība sekmīgiem novērojumiem būs liela.

Katras 2. *IOAA* komandas sastāvā pieci vidusskolu audzēkņi vai tie, kuri beidz vidusskolu 2008. gadā. Komandu pavada divi vadītāji,



Important Dates

- First Announcement: April 2007
- Opening of the participation application: September 1, 2007
- Second Announcement: December 2007
- Deadline of intent statement: January 31, 2008
- Third Announcement: April 2008
- Deadline of application for visa: May 15, 2008
- Deadline of application for those who need no visa to enter Indonesia: July 20, 2008

Fragments no pirmā 2nd IOAA paziņojuma.

I. P.

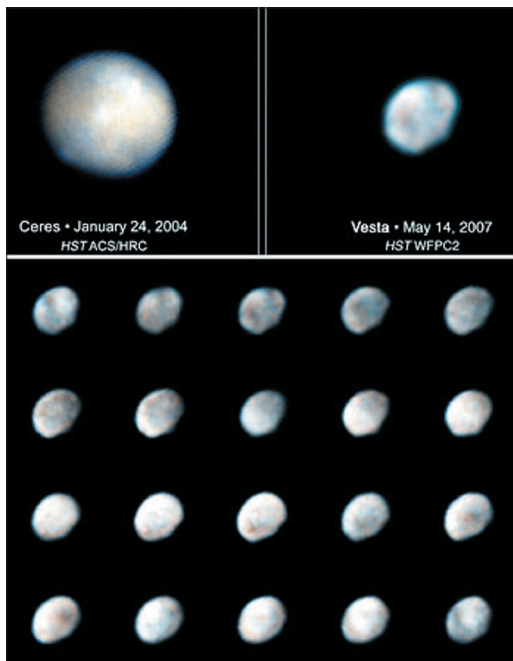
JĀNIS JAUNBERGS

UZ VESTU UN CERĒRU

Pretstatā sabiedrības vairākuma priekšstatiem, kosmiskā tehnoloģija ir viena no konservatīvākajām, lēnāk progresējošajām tehnikas nozarēm. Milzīgo izmaksu uzkrautā atbildība liedz ieviest nepārbaudītus jauninājumus, lai cik vilinošas iespējas tie solītu. Vienīgās misijas, kur pieļauj augstu novatorisma un riska pakāpi, ir tehnoloģijas demonstrēšanas eksperimentālie aparāti, tādi kā 1998. gadā palaistais *Deep Space 1* un piecus gadus vēlāk – *SMART-1*.

Zīmīgi, ka gan *NASA*, gan *ESA* izvēlējās savas tehnoloģijas demonstrēšanas programmas sākt ar jonu dzinēju izmēģinājumiem (*sk. ZvD, 1998./99. g. ziema; 2005. g. rudens*). Tādi dzinēji darbojas nevis ar ķīmisko degvielu, bet gan ar kosmosā vieglāk iegūstamo Saules gaismas enerģiju. Tajos izmanto Saules bateriju doto strāvu, lai niecīgu inertās gāzes ksenona plūsmu paātrinātu līdz desmitkārt lielākam ātrumam nekā tas, ar kādu ķīmiskās raķetes izmet savas liesmas. Tālam lidojumam vajadzīgo ātrumu jonu dzinējs sasniedz ar desmit reižu mazāku darbvielas daudzumu, turklāt korozīvo, sprādzienbīstamo raķešdegvielu vietā izmantojot stabilo, drošo gāzi ksenonu. Aparāti ar jonu dzinējiem izceļas ar īpaši lielu maksimālo ātrumu jeb misijas summāro ΔV . Šāda manevrētspēja ir ļoti vērtīga, lai sasniegtu asteroīdus, komētas, kā arī Saulei tuvo, ātri riņķojošo Merkuru, bet kļūst neaizstājama tad, ja plānots ieiet orbitā ap tāliem debess ķermeņiem. Ieskriešanās pietiekami ātrā trajektorijā ir tikai daļa no raķetes darba – vēl grūtāk ar ilgi glābatajām pēdējām degvielas rezervēm nobremzēties pie mērķa, lai nepaskrietu tam garām!

Misijas *Deep Space 1* un *SMART-1* no tehniskā viedokļa izdevās visnotaļ labi, taču to zinātniskie mērķi bija necili. Ar mazas komētas pārlidojumu vai Mēness apciemojumu mūsdienās vairs nepietiek, jo Saules sistēmas plašumi paver nesalīdzināmi interesantākas iespējas. Veselas pasaules nekad nav novērotas tuvplānā, tie ir isti “baltie plankumi” cilvēces zināšanās par savu tuvāko kosmisko apkārtni. Uz robežas starp iekšējo un ārējo Saules sistēmu, asteroīdu joslā, riņķo ķermeņi, kas sastāv gan no klinšu iežiem, gan arī ledus un no oglei līdzīgiem organiskiem materiāliem. Asteroīdu joslas lielākā pundurplanēta ir 1801. gadā atklātā Cerēra, kas satur apmēram trešo daļu no visu asteroīdu kopējās masas (*1. att.*). Gandrīz sfēriska pēc formas, šī 900 kilometru diametra planētiņa pēc infrasarkanajiem spektriem atgādina ūdeni saturošus mālus. Daži spektrālie signāli liecina, ka tās virsma “pazīst” ūdeni arī tīra ledus formā – varbūt tā ir sarma polārajos apgabalos, jo Cerēras ekvators pusdienlaikā sasilst pat līdz -35 °C, kas kosmiskā vakuuma apstākļos ir pietiekami ledus sublimācijai. Ultravioletajos novērojumos konstatētie ūdens tvaiki ap Cerēru ir tieši tādas ledus iztvaikošanas pazīme, bet nebūtu jābaidās, ka Cerēras ledus varētu tikt pilnībā zaudēts – spriežot no tās blīvuma, ledus slāņa biezums ir 90–100 kilometru! Iespēja, ka zem ledus varētu slēpties šķidra ūdens okeāns, ir niecīga. Salīdzinot ar Zemi un pat Marsu vai Mēnesi, Cerēra ir tik maza, ka tās dziles jau sen ir atdzisušas, bet tuvumā nav milzu planētu, kas Cerēru varētu sildīt ar paisuma spēku enerģiju. Taču nav šaubu, ka savas veidošanās



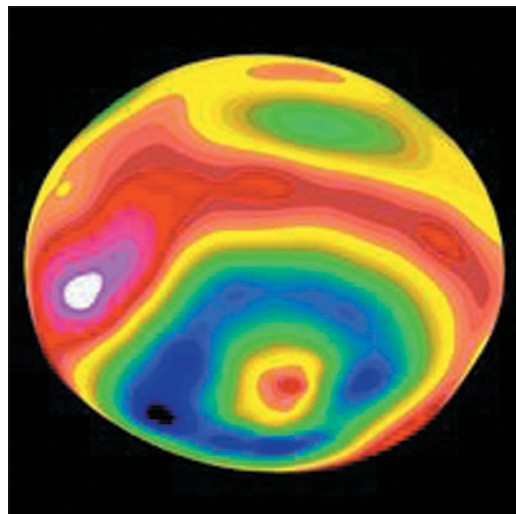
1. att. Cerēras un Vestas izskats Habla kosmiskajā teleskopā. Parādīta Vestas rotācija.

STSI/NASA fotomontāža

fāzē visi lielie asteroīdi bija karsti, jo savu masu ieguva mazāku ķermeņu triecienos, absorbējot arī šo ķermeņu kinētisko enerģiju. Cerēras ūdens okeāns toreiz vārijās, un topošā protoplanēta bija ietīta tvaiku atmosfērā. Apstākļi uz jaunās Cerēras bija visai līdzīgi kā toreiz, kad uz Zemes radās dzīvība, un iespējams, ka, Cerēras okeānam atdzīstot, arī tur varēja attīstīties pirmie dzīvie organismi. Ja tā, tad Cerēra ir milzīgs dzīvības radīšanas eksperiments, kam nav bijis lemts nest augļus, bet kurš sasaldētā veidā gaida Zemes pētniekus.

Otrs smagākais asteroīdu joslas ķermenis ir Vesta. Saskaņā ar romiešu mitoloģiju tā ir Cerēras māsa, taču īstenībā uz pusi mazāka un pilnīgi sausa. Vestu klāj bezūdens ieži un vulkāniskā lava, kas atgādina Mēness virsmas sastāvu. Riņķojot tuvāk Saulei, Vesta dienā salsst līdz $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, kas ir pietiekami, lai pilnībā

zaudētu ūdeni. Visdrīzāk gan okeāna Vestai nekad nav bijis, jo citu asteroīdu triecieni ātrāk riņķojošo Vestu Saules sistēmas pirmākumos bija pilnīgi izkausējuši – par to liecina Vestas iežu noslāņošanās pēc blīvuma un centrā esošais dzelzs kodols. Vesta ir atdzisusi vulkānu pasaule, kas nebūtu pat ne tik interesanta, cik Mēness, ja vien savā pusmūžā, jau pēc dziļu sastingšanas, nebūtu piedzīvojusi katastrofālu sadursmi ar citu asteroīdu vai lielu komētu. Teleskopu uzņemtajās fotogrāfijās redzams 460 kilometrus plašs krāteris dienvidpola rajonā, kas gandrīz līdzinās Vestas diametram (2. att.). Trieciens ir izšķaidījis veselu šīs mazās planētas puslodi, atsedzot iežu slāņus līdz pat serdei. Novērojot Vestu no tuvas orbītas, planetologi cer ieraudzīt tādas dziļās struktūras, ko nekad nevarēs tieši novērot nedz Mēnesim, nedz citām Zemes grupas planētām. Iežu paraugi no Vestas dziļēm jau ir Zemes laboratorijās – tie ir 5% meteorītu, kuru radioizotopu datēšana uzrāda vecumu no 4,43 līdz 4,55 miljardiem gadu un kuri pēc spektriem atbilst Vestai (3., 4. att.). Apmēram 6% no visu zināmo aste-



2. att. Vestas aptuvena topogrāfija, aprēķināta pēc Habla kosmiskā teleskopa uzņēmumiem.

NASA datorgrafika

roīdu skaita riņķo pa Vestai līdzīgām orbitām, un to līdzīgie spektri apliecina izcelsmi tajā milzu triecienā, kas noskaldīja Vestas dienvidu puslodi.

Robotzondes ceļojums uz Vestu vai Cerēru būtu nozīmīga kosmiskā misija, kas pilnībā atbilstu *NASA Discovery* programmas ambīcijām. Pat bez nosēšanās uz šiem ķermeņiem pētījumi no orbitas būtu vēl iespaidīgāki un interesantāki par *NEAR* misiju uz asteroīdu Erosu no 1996. līdz 2001. gadam. Tomēr lidojums uz lielajiem asteroīdiem un ieešana orbitā būtu grūti paveicama ar parastajiem ķīmiskajiem raķešdzinējiem, kuri labākajā gadījumā var dot 3–4 kilometrus sekundē manevrēšanas resursu, turklāt degviela aizņemt vairāk par pusi no aparāta masas. Šeit paveras neapstrīdams darba lauks nesen izmēģinātajai, kaut arī ideju līmenī 100 gadus vecajai jonu dzinēju tehnoloģijai.

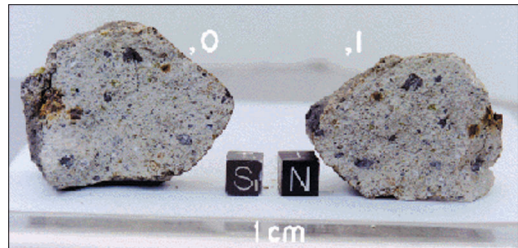
Jonu dzītās robotmisijas *Dawn* (angl. – rītauma) priekšlikumu Kalifornijas universitātes Losandželosā kosmosa fizikas profesors Kristofers Rasselss gatavoja jau kopš 1994. gada, taču *Discovery* programmas konkursos 90. gados uzvarēja citi projekti. Tikai 2001. gadā *Dawn* ideja bija tik tālu attīstījusies, ka pārspēja sāncensus un saņēma *NASA* 300 miljonu dolāru finansējumu.

Spēlē, kurā uzvar tas, kurš sola vairāk zinātnes par mazākiem līdzekļiem, ir ļoti viegli pārvērtēt savas spējas un apsolīt *NASA* ierēdņiem īstenot tādu misiju, kas par piešķirtajiem līdzekļiem nemaz nav izpildāma. Šādas problēmas *Dawn* projektēšanu un izstrādi mocīja jau no paša sākuma. Tā bija varena iecere – ar trīs jonu dzinējiem aprīkotam kuģim sasniegt Vestu, ieiet zemā orbitā ap to, bet pēc 11 mēnešiem atstāt Vestu un nokļūt pie Cerēras, lai veiktu ilgstošus orbitālos novērojumus. Abu pundurplanētu pētīšanai bija noskatītas infrasarkanās un redzamās gaismas fotokameras, gamma staru un neitronu spektrometri, lāzeraltimetrs topogrāfijas uzmērīšanai un magnetometrs, kas meklētu sālsūdens straumes zem Cerēras ledus garozas.



3. att. Eikritu grupas meteorīti ir ārpuszemes bazalts, par kura avotu uzskata Vestas sacietējušo mantiju.

NASA foto



4. att. Hovarditu grupas meteorīti, iespējams, ir Vestas virsējo slāņu fragmenti, kas nokļuvuši līdz Zemei.

NASA foto

Divus gadus pēc projektēšanas sākuma *Dawn* komandai bija jāatrāda sasniegtais, un viņi saņēma nesekmīgu atzīmi. Plānotās izmaksas bija pieaugušas līdz 373 miljoniem dolāru, bet solītajam lāzeraltimetram un pat tik svarīgajam magnetometram zondes mainītajos rasējumos vietas nebija vietas. Nepalīdzēja arī jaunās *NASA* prasības, lai 20% no projekta budžeta un 25% no projektētās aparāta masas plānošanas fāzēs atstātu kā neizmantotu rezervi – ar šādiem noteikumiem *Dawn* autori nebija rēķinājušies. Kad 2004. gada februārī galvenā līgumorganizācija – *Orbital Sciences Corporation* – izlīdzēja ar galvojumu par budžeta rezervju nepārsniegšanu, darbs pie *Dawn* atsākās, taču bija zaudēts laiks.

Otrā tehniski administratīvā krīze *Dawn* piemeklēja 2005. gada oktobrī, kad atklājās

šaubas par ietilpīgās augsta spiediena ksenona tvertnes izturību un pienācīgu pārbaudi, kā arī par aparāta struktūras vispārējo stiprību un izmēģinājumos vairākkārt “izdegušajiem” jonu dzinēju barošanas blokiem. Budžeta aplēses bija pieaugušas līdz šokejošiem 446 miljoniem dolāru. Vai būtu taisnīgi šos līdzekļus atņemt citām programmām, kas iekļaujas savos budžeta rāmjos? Par zinātniskajām programmām atbildīgie NASA ierēdņi 2006. gada martā publiski paziņoja, ka *Dawn* misija tiek atcelta. Sākotnēji paredzētais starts 2006. gada jūnijā vairs nebija iespējams, un planētu izpēti entuziasti patiesi sēroja. Darbs pie *Dawn* tomēr neapstājās, jo neoficiāli izlidzēja slepena ASV Jūras kara flotes pavadoņu testēšanas laboratorija, kuras vakuuma kamerā veiktie izmēģinājumi ļāva saglabāt cerību uz startu 2007. gada jūnijā. Pa to laiku neatlaidīgi strādāja Planētu izpēti biedrība un projektā iesaistīto aerokosmisko firmu lobiji Vašingtonā, līdz marta beigās NASA piekāpās un lauza savus principus, piešķirot papildu līdzekļus “bankrotējušajai” *Dawn* misijai.

Lai gan reāli uzbūvētais kosmiskais aparāts (5. att.) atpaliek no sākotnējās ieceres, vajadzētu novērtēt tā pārsteidzošās tehniskās spējas, pirmām kārtām jau sasniedzamā ātruma ziņā (6. att.). Milzīgie Saules bateriju paneļi plešas 20 metru garumā un dod 10 kilovatus elektriskās enerģijas 1 a. v. attālumā no Saules. Jonu dzinēji, kas ir ievērojami jaudīgāki un pilnīgāki nekā *Deep Space 1* dzinējs, paredzēti sešu gadu gandrīz nepārtrauktam darba mūžam, šajā laikā mainot *Dawn* ātrumu par 11 kilometriem sekundē – tāda manevrētspēja tālu pārsniedz *Deep Space 1* uzstādīto 4,7 km/s rekordu. No sākumā iecerētajiem instrumentiem gan palika tikai trīs.

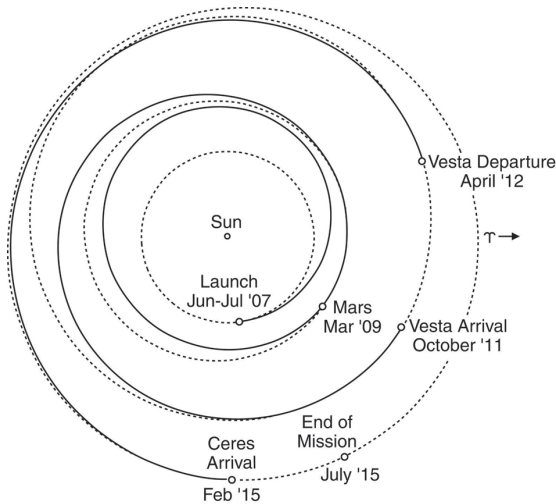
Par galveno zinātnisko kravu varētu uzskatīt Vācijas kosmosa izpēti centra *DLR*



5. att. *Dawn* aparāts tiek montēts pie nesējraķetes trešās pakāpes.

NASA foto

dāvātās piecus kilogramus smagās fotokameras. Redzamās gaismas un tuvā infrasarkanā diapazona fotokameru galvenie uzdevumi ir virsmas kartēšana un reljefa pētīšana, fotografējot Vestas un Cerēras apvārsni. Katra no divām identiskajām fotokamerām uzņems kvadrātiskus viena megapikseļa attēlus ar 5,5 loka grādu redzes lauku un izšķirtspēju ap 50 metriem uz pikseli no Vestas orbītas un 130 metriem uz pikseli no salīdzinoši augstākās orbītas ap Cerēru. Septiņu krāsu filtru izmantošana ļaus kombinēt attēlus gan daibiskās, gan arī noscītās krāsās, atklājot Ze-



6. att. Dawn trajektorijai un ieiešanai orbitā ap divām pundurplanētām vajadzēs 11 km/s summāros manevrus.

NASA zīmējums

mes iedzīvotājiem Vestas un Cerēras visniecīgākās krāsu nianšes un līdz ar to arī iežu sastāva variācijas.

Septiņu krāsu attēli, protams, būs mūsu skaidrākais skats uz Dawn misijas apciemotajiem objektiem, taču spektrālā izšķirtspēja šiem instrumentiem ir pavāja. Precīzu redzamās gaismas un infrasarkanu spektru iegūšanai līdz piecu mikronu viļņa garumam Dawn misija ir aizguvusi Rosetta komētu zondei būvētā VIRTIS kartējošā spektrometra analogu. Tas sastāv no sfērisku spoguļu teleskopa, difrakcijas režģa un detektora un spēj vienlaikus iegūt pikseļu linijas spektrus. Skenējot objektu ar šo spektrāli izvērsto pikseļu rindu, iegūst attēlu, kura katram pikselim ir reģistrēts arī redzamās un tuvās infrasarkanās gaismas spektrs. Pēc labas kvalitātes spektriem būs iespējams droši atpazīt noteiktus minerālus uz Vestas un ūdens ledus vai organisko vielu paveidus uz Cerēras, līdz ar to pamatojot vai noraidot hipotēzes par šo pundurplanētu veidošanos.

Līdzīgi kā infrasarkanie spektri rāda dažādiem minerāliem un ķīmiskajām saitēm raksturīgus signālus, atsevišķus ķīmiskos elementus var atpazīt pēc to izstarotajiem gamma kvantiem un neitroniem, kuri rodas specifiskās kodolreakcijas. Galvenie gamma starotāji ir radioaktīvie elementi – urāns, torijs un kālijs, no kuru izplatības var daudz secināt par iežu veidošanās apstākļiem. Mazāk, taču jutīgam instrumentam pietiekami gamma kvantus dažādu kodolreakciju un kosmisko staru iedarbībā izstaro arī citi elementi, bet no pētāmo objektu virsmas nākošo neitronu enerģija savukārt liecinās par ūdeņraža daudzumu gruntī. Ūdeņraža daudzums ir indikators ledus klātbūtnei, ko paredz uz Cerēras virsmas, vismaz polārajos apgabalos. Gamma staru un neitronu plūsmas reģistrēšanai ASV Losalamosas kodolpētniecības laboratorija izstrādāja kombinētu ierīci GRaND (Gamma Ray and Neutron Detector jeb gamma staru un neitronu detektors), balstoties uz pieredzi ar Lunar Prospector un Mars Odyssey radniecīgajiem instrumentiem.

Vērojot Dawn misijas grūto progresu, ir jādama, ka tāda ir cena par ambiciozu projektu izvirzīšanu. Tomēr svarīgs ir arī veiksmes faktors un, šķiet, projekta vadītāju politiskā prasme. Raksta tapšanas brīdī, 2007. gada jūlija sākumā, Dawn starts atkal kārtējo reizi ir atlikts, turklāt ne jau pašas zondes tehnisku problēmu dēļ. Pēdējie šķēršļi lidojumam izrādījās negaidīti salūzušais nesējraķetes montāžas ceļamkrāns, bojātas sakaru ierīces uz lidojuma novērošanai paredzētā kuģa, atliņģusies elerona virsma starta novērošanas lidmašīnai un, protams, viesuļvētru sezona Floridā. Šo apstākļu dēļ tika nokavēts starta logs jūnijā un jūlijā, bet jācer, ka misija tomēr startēs septembrī, līdz tam Kanaverālas kosmodroma rindā palaižot pa priekšu Marsa aparātu Phoenix.

Saite

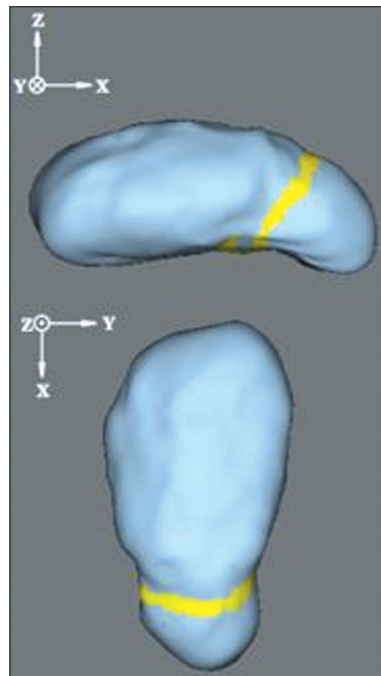
<http://dawn.jpl.nasa.gov/> – Dawn misijas mājaslapa.

JAPĀNAS ZONDES *HAYABUSA* PIRMIE PĒTĪJUMU REZULTĀTI

Hayabusa ir starpplanētu zonde, kas pirmo reizi kosmosa izpētes vēsturē ieguva ieguva paraugus no Zemei tuvā asteroīda Itokavas un pašlaik atrodas atpakaļceļā uz Zemi.

Papildus galvenajam uzdevumam – grunts paraugu ieguvei – notika tādu jaunu tehnoloģiju izmēģinājumi kā mikroviļņu jonu dzinējs un autonomā navigācija. Mikroviļņu jonizācijas avotam ir vairākas priekšrocības salīdzinājumā ar līdzstrāvu, jo tas nodrošina ātrāku dzinēja iedarbināšanu un vienkāršāku vadību. Savukārt bez autonomās navigācijas palīdzības *Hayabusa* nespētu nosēsties uz tik maza objekta kāds ir Itokava. Tomēr, neskatoties uz daudzajām priekšrocībām, katrai jaunai tehnoloģijai ir arī savi trūkumi, kas kļūst redzami tikai reālos darba apstākļos. Divu gadu ilgajā lidojumā bija daudz neparedzētu situāciju, un tāpēc iegūtā pieredze būs svarīga, projektējot nākamās starpplanētu zondes.

Japānas kosmosa izpētes programmas pamatlēcēja vārdā nosauktais Itokava ir mazākais objekts Saules sistēmā, kas ir pētīts ar automātiskajām starpplanētu stacijām, bet tas ir sagādājis arī vairākus pārsteigumus, piemēram, neparasti mazais blīvums un augstais porainums, kas norāda uz to, ka šis asteroīds ir veidojies, sablīvējoties atliekām no kāda lielāka objekta. Arī Itokavas forma apstiprina šādu hipotēzi, jo ir skaidri saskatāmas divas galvenās daļas un to savienojuma vieta (1. att.). Topogrāfiskajās kartēs dominē divi elementi – līdzenumi un akmeņaini līdzenumi, kuros sastopami pat 3–4 m augsti akmeņi. Vietām novērojami gaišu slāņu atsegumi, kas vis ticamāk veidojušies seismisku vibrāciju ietekmē pēc spēcīgiem triecieniem. Ķīmiskais sastāvs ir viendabīgs un līdzinās LL vai L hondrītu ķīmiskajam sastāvam. Nav sastopamas reģionālas elementu vai minerālu koncentrācijas. Tas viss ļauj secināt, ka Itokava ir veidojies triecienu un sablīvēšanās procesos, kuru



1. att. Itokavas formas tridimensiju modelis (dzeltenā josla norāda galveno daļu savienojuma vietu).
ISAS/JAXA

izpēte ir svarīga, lai izprastu ne tikai asteroīdu, bet arī planētu veidošanos.

Vieni no svarīgākajiem asteroīda raksturlielumiem ir masa un blīvums, pēc kuriem var spriest par tā iekšējo uzbūvi un struktūru. Aptuvena Itokavas masa bija aprēķināta arī pirms *Hayabusa* pētījumiem, bet visprecīzākos rezultātus var iegūt, tikai analizējot zondes ātruma un augstuma izmaiņas tiešā asteroīda tuvumā. Šim mērķim *Hayabusa* izmantoja attāluma, Doplera efekta un *LIDAR* (*Light Detection And Ranging*) mērījumus dažādās kombinācijās. Apkopojot iegūtos datus, rezultāts ir $3,510 \times 10^{10} \pm 0,105 \times 10^{10}$ kg, kas ir gandrīz divreiz mazāks par līdz šim zināmo



2. att. Akmeņainā lidzenuma fragments.
Univ.Tokyo/JAXA

Avoti

<http://www.isas.jaxa.jp/e/snews/2006/0602.shtml>.

<http://www.isas.jaxa.jp/e/forefront/2006/yoshikawa/index.shtml>.

http://www.planetary.org/news/2005/1214_Hayabusa_JAXA_Delays_Departure_of.html.

H. Kuninaka, Y. Horiuchi. "System operation of microwave discharge ion thruster". – ASME, SAE, and ASEE, Joint Propulsion Conference and Exhibit, 30th, Indianapolis, June 27–29, 1994. 🐦

MĀRTIŅŠ SUDĀRS, *kompānija Thales Alenia Space (Turīna)*

VAI SPACESHIPONE BIJA ĪSTS KOSMOSA KUĢIS?

Jeb tehniski fakti, kas padara suborbitālus kosmiskos lidojumus viegli pieejamus

Pēdējos gados ir daudz runāts par kosmisko tūrismu, *X-prize* un arī jau gana slavenu *SpaceShipOne* kosmosa kuģi, kurš ieguva *X-prize* balvu kā pirmais privātais kosmosa kuģis. Jau tuvākajā nākotnē vairākas privātas kompānijas piedāvās tūristiem par dažiem simttūkstošiem eiro pāris minūtes pārviesoties virs 100 km augstuma robežas (ko uzskata par oficiālo kosmosa robežu), izbaudīt bezsvara stāvokļa sniegtās fantastiskās sajūtas. Bet vai tikpat drīz par pieejamu cenu būs iespēja vismaz pāris reizes apriņķot Zemi un pārliecināties, vai Zeme tik tiešām ir apaļa?

6,27×10¹⁰ kg. Tā kā Itokavas tilpums bija noteikts pēc mērījumiem ar radaru, blīvuma aprēķināšana nesagādāja nekādas grūtības un rezultāts ir 1,90 ± 0,13 g/cm³. Parasti līdzīga tipa asteroidu blīvums ir ievērojami lielāks, tāpēc arī tika izvirzīta hipotēze par augsto porainumu.

2005. gada 26. novembrī pēc vairākkārtējiem neveiksmīgiem mēģinājumiem *Hayabusa* nosēdās uz Itokavas virsmas (2. att.), tika uzspridzināts pirotehniskais lādiņš, un, savākusi sprādzienā radītās šķembas, zonde atgriezās sākotnējā orbītā. Vēlāk, analizējot pirotehnikas darbības ierakstus, atklājās, ka lādiņi nav izšauti un paraugu savākšanas tvertnes, iespējams, ir tukšas. Tomēr dati ir pretrunīgi un precīza atbilde būs zināma tikai pēc *Hayabusa* atgriešanās 2010. gadā, kad neliela kapsula ar paraugiem nosēdīsies Austrālijas tuksnesī.

Izrādās, ir virkne tehnisku iemeslu, kas padara suborbitālu islaicīgu lidojumu viegli pieejamu. Bet vai to var saukt par "īstu" kosmisku lidojumu un lidaparātus – par kosmosa kuģiem?

Ar šo rakstu nevēlos atņemt ne *SpaceShipOne* godam nopelnīto kosmosa kuģa titulu, ne arī to kādam citam tuvākās nākotnes kosmiskam lidaparātam, bet uzsvērt tos tehniskos faktus, kas padara suborbitālus kosmiskos lidojumus daudzkārt vienkāršākus un lētākus par orbitāliem.

Nesējraķete un dzinēji

Ši ir pirmā un ievērojamākā atšķirība, jo būtiski atšķiras enerģijas daudzums, kas jāpiešķir kosmosa kuģim. Pat ja pieņemam, ka suborbitāls kosmosa kuģis sasniedz tādu pašu augstumu kā orbitāls, kinētiskā enerģija tam ir daudzkārt mazāka mazā ātruma dēļ. Bez tam suborbitālie kosmosa kuģi vienmēr ir 2–4 reizes vieglāki par saviem orbitālajiem brāļiem.

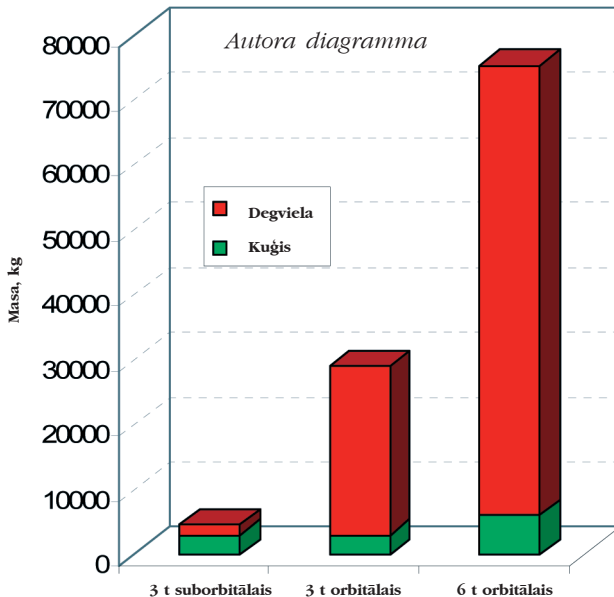
Lai nokļūtu virs 100 km robežas, suborbitālajam kosmosa kuģim pietiek attīstīt vien aptuveni trīskāršu skaņas ātrumu, izejot no zemajiem blīvajiem atmosfēras slāņiem:

$$v = M\beta = 1 \dots 1,1 \text{ km/s.}$$

Savukārt zemā riņķveida orbitā ātrums ir

$$v = 7 \dots 7,9 \text{ km/s.}$$

Tātad ātrums ir vismaz septiņas reizes un kinētiskā enerģija attiecīgi 49 reizes lielāka. Jaņem vērā arī tipiska masas starpība un aptuveni 100 reizu lielāka kinētiskā enerģija, kas jāpiešķir, sadedzinot raķešdegvielu.



Grafisks salīdzinājums 3 t smagam trīsvietīgam suborbitālam kosmosa kuģim, tikpat smagam (neatbilst realitātei) trīsvietīgam vienpakāpes orbitālam lidaparātam un 8 t smagam (realistiskāka masa pie tās pašas trīs cilvēku apkalpes) kosmosa kuģim.

Atmosfēras aerodinamiskās pretestības un sākotnēji arī Zemes gravitācijas radītos zudumus aptuvenos aprēķinos, neveicot skaitliskas trajektorijas simulācijas, var reducēt uz papildu piešķiramo ātruma impulsu. Suborbitāliem kosmosa kuģiem $\Delta v = 1,5 \text{ km/s}$. Orbitāliem kuģiem $\Delta v = 10 \text{ km/s}$ vai $\Delta v = 9,5 \text{ km/s}$, ja pieņem, ka startē no ekvatora ar orbītas inklināciju 0.

Apskatot vienpakāpes kosmosa kuģa konfigurāciju, var iegūt degvielas un derīgās masas daļu, kas principā definē arī paša kosmosa kuģa izmērus.

Biegu masas/starta masas attiecību aprē-

ķina kā $\frac{m_f}{m_0} = e^{-\frac{\Delta v}{I_{sp}g}}$, kur m_f – masa pēc degvielas iztērēšanas; m_0 – kopējā starta masa; Δv – ātruma starpība jeb piešķiramais ātrums; I_{sp} – specifiskais impulss (galvenais dzinēja raksturlielums); $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Orbitālie lidaparāti parasti ir apgādāti ar efektīviem ūdeņraža dzinējiem, un to specifiskais impulss var sasniegt $I_{sp} = 450 \text{ s}$. Suborbitāliem lidaparātiem bieži vien izmanto cietās degvielas vai hibrīdos (arī *SpaceShipOne* gadījumā) dzinējus, kam vislabākajā gadījumā $I_{sp} = 350 \text{ s}$.

Orbitālam lidaparātam attiecība $m_f/m_0 = 0,104$ un suborbitālam lidaparātam $m_f/m_0 = 0,646$. Tas ļauj saprast, cik daudz vairāk degvielas un attiecīgi arī starta masas nepieciešams suborbitāla un orbitāla lidojuma gadījumā.

Starta vieta

Pagaidām visas pilotējamās misijas startē tikai no dažiem, uz vienas rokas pirkštiem saskaitāmiem kosmodromiem, kuru atrašanās vietas ir pamatojamas galvenokārt ar nepieciešamajiem drošības apsvērumiem (dēļ lielā degvielas daudz-

ma) un bieži vien arī militārajām prasībām.

Nelielus suborbitālus kosmosa kuģus, kā *SpaceShipOne*, ir iespējams palaist no lidmašīnas, lidojot 13–15 km augstumā, kas teorētiski arī neierobežo palaišanas vietu (*sk. att. vāku 4. lpp.*).

Orbitāli kosmosa kuģi ir krietni smagāki to borta sistēmu un līdzīgi ņemamās degvielas dēļ. Tas, protams, neliedz iespēju arī orbitālu lidaparātu palaist no augstu stratosfērā lidojošas nesējlidmašīnas, taču pati nesējlidmašīna būtu iespējams un dārgs projekts.

Šādi projekti eksistēja jau sešdesmitajos gados (piem., *Sānger*, vēlāk *X-34* un *Kelly Space* prototipi), taču joprojām neviens pilotējams orbitāls kosmosa kuģis šādā veidā vēl nav palaists.



Viens no senākajiem un ambiciozākajiem divpakāpju orbitālās transporta sistēmas projektiem – vācu *Sānger*, kuram pamatākmēņus sāka likt jau sešdesmitajos gados. Diemžēl projekta sarežģītība un lielās izmaksas to neļāva realizēt.

Minhenes Tehniskā universitāte

Tātad pagaidām visi pilotējamie orbitālie kosmosa kuģi ir startējuši ar nesējraķešu vai starta paātrinātāju palīdzību no šiem mērķiem īpaši sagatavotām starta iekārtām kosmodromos. Citādi ir ar krietni vieglākajiem suborbitālajiem lidaparātiem, kam brīvi var izvēlēties lidojuma vietu. Pavisam iespējams, ka viena no *SpaceShipTwo* starta vietām būs Zviedrijas ziemeļos Kirūnā, kur *Virgin Galactic* šo kosmisko izklaidi vēlas apvienot ar polārblāzmu, *Ice Hotel* u. c. reģionam raksturīgām aktivitātēm, kas varētu piesaistīt tūristus.

Starta logi

Ja misijas laikā ir paredzēta sakabināšanās ar citu orbitā esošu kosmosa kuģi (vai kosmisko staciju), aktuāls kļūst jautājums par starta logiem, jo, tā kā orbītas plaknes maiņas manevri patērē ārkārtīgi daudz raķešdegvielas, tad parasti starts notiek tuvu brīdim, kad starta vieta atrodas uz galamērķa orbītas plaknes. Protams, ir pieļaujamas nelielas nobīdes. *Space Shuttle* misijas uz *ISS* gadījumā loga lielums ir aptuveni 10 minūtes, kas atbilst apmēram $\pm 0,8^\circ$ plakņu nobīdei.

Suborbitāliem kosmosa kuģiem starta logi nav aktuāli. Atsevišķos gadījumos tie var būt citi ierobežojumi (piemēram, prasība, lai starts notiek dienas gaismā, gan nolaišanās drošībai, gan kosmisko tūristu estētiskajam baudījumam). Ņemot vērā, ka nolaišanās notiek pēc relatīvi īsa laika un nelielā attālumā no starta vietas (*sk. att. vāku 4. lpp.*), vieglāk prognozējami ir arī laika apstākļi.

Karstumaizsardzības vairogs

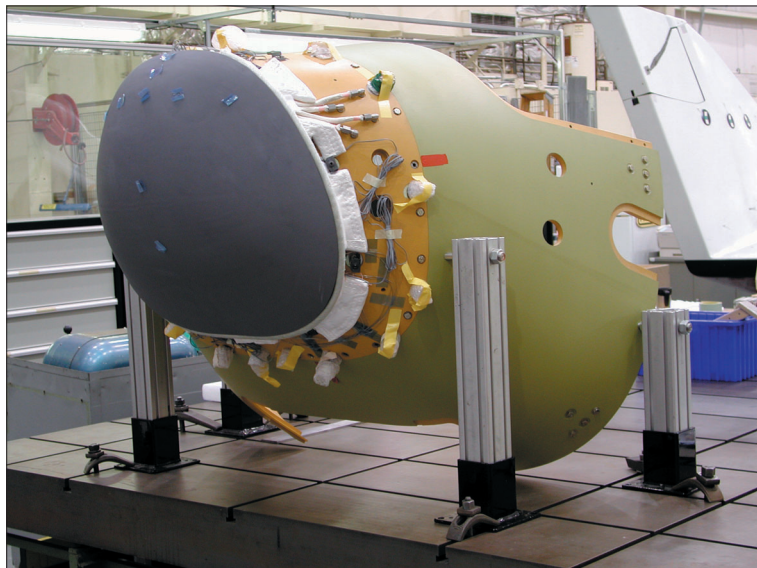
No enerģijas bilances viedokļa, karstuma vairoga uzdevums ir absorbēt un novadīt kosmosa kuģa kinētisko enerģiju, kas notiek kā siltuma atdošana gaisam un, vēl būtiskāk, tiek izstarota siltuma starojuma veidā.

Vislielākais karstums ir jāiztur kosmosa kuģa priekšgalam un spārnu priekšējām malām. Jo mazāks to rādiuss, jo augstāka tem-



SpaceShipOne atgriešanās atmosfērā ar tikai trīs skaņas ātrumiem (*Mach 3*) nespēja sabojāt pat uz apakšas uzkrāsotās zvaigznītes.

Scaled Composites Ltd.



No kompozītmateriāla gatavots X-38 priekšgala karstuma vairogs. Sastāvs: oglekļa šķiedras oglekļa un silīcija karbīda matricā.

NASA attēls

peratūra uz tiem. *SpaceShipOne* atgriešanos atmosfērā veic ar 60 grādu uzplūdes leņķi, līdz ar to siltuma slodzes uzņem korpusa aizmugure, kam ir liels rādiuss. Tas nozīmē, ka jau tā nelielās siltuma slodzes tiek vienmērīgi izkliedētas un virsmas temperatūra (ja pat pieņem, ka siltumapmaiņa ar pārējo struktūru nenotiek) nevar pārsniegt 100 °C. *Space Shuttle* karstumaizsardzības vairoga temperatūra priekšgalā sasniedz 1510 °C.

Daži skaitļi masu salīdzinājumam. *Apollo* kapsulas karstumaizsardzības vairogs svēra 848 kilogramus, *Vostok* – 837 kg, *Soyuz* kapsulai – 300 kg, kamēr *SpaceShipOne* šim nolūkam netika iztērēts ne grams.

Termālā kontrole

Līdzīgi kā lidmašīnās, arī kosmosa kuģa kabīnes siltumu regulē ar sistēmu, ko aviācijā sauc par *Air Conditioning Pack*. Tās uzdevums nav tikai gaisa dzesēšana, bet arī sildīšana un mitruma regulēšana. Suborbitāls lidojums ir īslaicīgs, un šo funkciju var pilnībā nodrošināt pat ar nelielu elektrisku kondicionēšanas ierīci, barojot to no akumulatoru baterijas.

Ja lidojums ilgst vairākus aprīņojumus ap Zemi, nepieciešams izveidot labu siltum-

izolatoru apdzīvojamās kabīnes ārpusē, lai nenotiek ievērojami siltuma zudumi, atrodoties Zemes ēnā (kad vienīgais vēnā ņemamais no ārpusē saņemtais starojums ir Zemes infrasarkanais starojums), kā arī, lai nenotiktu pārkar-

šana, esot spēcīgajā Saules un Zemes *albedo* starojumā. Kā liecina pieredze, parasti jāmeklē risinājums, kā atbrīvoties no kosmosa kuģi uzkrātās liekās siltumenerģijas, kas parasti rodas no daudzajiem elektriskajiem komponentiem. Ir nepieciešams izveidot atveramu vai uz kādas ārējās virsmas izvietotu, vai arī, kā *Space Shuttle* hidraulisko sistēmu dzesēšanas gadījumā, ar ūdeni dzesēja-



Kluba *ACE (Astronaute Club Europeen)* atbalstītais *VSH (Vehicule Suborbital Habite)* projekts, ko, līdzīgi kā *SpaceShipOne*, palaistu no lidmašīnas, tikai šoreiz nevis īpaši šim nolūkam būvētas, bet gan modificētas *Airbus A330*.

ACE

mu radiatoru. Ūdens pilieni, iztvaikojot uz radiatora virsmas, ir ļoti efektīvs dzesētājs, taču palielina kosmosa kuģa masu.

Enerģijas avots

Galvenā atšķirība ir enerģijas avota kapacitātē un jaudā. Pats enerģijas avots abu veidu lidaparātos var būt līdzīga tipa, izņemot saules baterijas. Suborbitāliem kosmosa kuģiem tikai īslaicīgi jāapgādā ar elektroenerģiju galvenās kuģa apakšsistēmas (vadības sistēmas, navigācija, telekomunikācijas, klimata kontrole), kamēr uz orbitālajiem aparātiem visas jau minētās funkcijas jānodrošina ilgstoši.

Saules baterijas ir efektīvs enerģijas apgādes veids orbitālajiem lidaparātiem, taču tās var izmantot racionāli tad, ja orbitā tiek pavadīts ilgāks laiks. *Space Shuttle* izmanto degvielas šūnu akumulatorus, kas dod pietiekamu jaudu orbitā, taču hidraulisko sistēmu energoapgādei pacelšanās un nolaišanās laikā



Space Shuttle viens no trijiem APU.

NASA

lieto APU (*Auxiliary Power Unit*), kas ir ar hidrazīnu darbināmas turbīnas spēka iekārtas (pēc uzdevuma tāds pats kā APU uz civilajām pasažieru lidmašīnām).

Orientācijas vadības un orbitālās manevrēšanas sistēmas

Abu tipu kosmosa kuģiem orientācijas vadības sistēmā ļoti būtisku atšķirību nav. Tās

ir vai nu saspīestas gāzes sprauslas, vai arī darbināmas ar degvielu (parasti propāns/skābeklis, spirts/ūdeņraža peroksīds, metilhidrazīns/dislāpekļa tetrosīds). Būtiskākā atšķirība ir degvielas daudzumā, ko nepieciešams ņemt līdzī orientācijas vadības dzinēju darbināšanai.

Orbitālās manevrēšanas dzinēji tiek uzstādīti, ja jāveic orbitas maiņa vai sakabināšanās, kas, protams, nevar būt aktuāla suborbitālajiem lidaparātiem.

Nolaišanās metodes

Pastāv stereotips, ka, jo lielāks kosmosa kuģa ātrums, jo lielākas arī pārslodzes, kas jāiztur, atgriežoties Zemes atmosfērā. Patiesībā nolaišanās stratēģija un kosmosa kuģa konfigurācija nosaka šīs pārslodzes. Kā piemēru var minēt faktu, ka tipiskas *Space Shuttle* nolaišanās gaitā maksimālā pārslodze ir aptuveni 1,6 g (maksimāli pieļaujamā pārslodze vertikālā (-z ass) virzienā ir 2,5 g, tātad mazliet mazāk nekā tipiska "amerikāņu kalniņu" brauciena laikā), savukārt *SpaceShipOne*, atgriežoties Zemes atmosfēras blīvajos slāņos, sasniedza 5 g pārslodzi.



EADS Astrium piedāvātais tūrisma suborbitālais lidaparāts, kurš praktiski ir lidmašīnas un kosmosa kuģa krustojums. Nelielais suborbitālā lidojuma ātrums, aerodinamiskās un siltuma slodzes ļauj izmantot šāda tipa konfigurāciju.

EADS Astrium

Taču būtiskākā atšķirība starp orbitāliem un suborbitāliem lidaparātiem ir tā, ka orbitāļiem ir nepieciešami dzinēji, lai samazinātu ātrumu un izietu no orbītas. Ņemot vērā šā manevra kritisko svarīgumu, parasti dzinējus dublē. Vēl jo vairāk, tie ir jādarbina noteiktā brīdī, lai veiktu nolaišanos paredzētajā vietā. Spārnotie orbitālie aparāti spēj kompensēt nelielas šā manevra neprecizitātes, izmantojot sānsveres un tangāžas leņķi, tādējādi nedaudz mainot ieiešanas trajektorijas slīpumu atmosfērā un virzienu.

Suborbitāliem lidaparātiem bremzēšanas dzinēji, protams, nav nepieciešami, taču tikpat veiksmīgi var izmantot kosmosa kuģa aerodinamiku (kas var būt pat ļoti līdzīga vienkāršai reaktīvajai lidmašīnai), lai veiktu precīzu nolaišanos noteiktā vietā, piemēram, uz skrejceļa.

Dzīvības nodrošināšanas sistēmas

Dzīvības nodrošināšanas sistēmu atšķirības ir vienas no lielākajām starp suborbitāliem un orbitāliem kosmosa kuģiem, kas galvenokārt saistās ar kosmosa kuģi pavadīto laiku no iekāpšanas līdz izkāpšanas brīdim.

Pietiekams kabīnes gaisa spiediens, gaisa recirkulācija un kondicionēšana ir galvenās dzīvības nodrošināšanas sistēmu funkcijas.

Kosmosa kuģī *Space Shuttle* vienu tilpuma vienību gaisa nomaina svaigs gaiss aptuveni pēc septiņām minūtēm. Par skābekļa reģenerāciju rūpējas litija hidroksīda skābekļa ģeneratori, kurus nomaina ar jauniem no "noliktavas" ik pa 11 stundām, ja ir septiņu cilvēku apkalpe. Par gaisa dzesēšanu parasti gādā freona dzesēšanas sistēma (*Air Condition Pack*), kas siltumu no kabīnes novada uz ārējiem radiatoriem.

Suborbitāla lidojuma gadījumā iespējams ierīkot individuālu skābekļa apgādes sistēmu katram pasažierim atsevišķi, līdzīgi kā kaujas lidmašīnu katapultu sēdekļiem, tādējādi ietaupot daudz masas uz skābekļa ģeneratoru un cirkulācijas sistēmu rēķina.

Gaisa slūžas un EVA skafandrs

Suborbitāls lidojums ir pārāk īss, lai būtu iespējams iziet atklātā kosmosā. Kopā ar sagatavošanās procedūrām došanās ārpus kuģa aizņemtu vismaz divas stundas. Te gan ir viens izņēmums.

Privātā kanādiešu kompānija *Canadian Arrow* vēlas saviem pasažieriem piedāvāt pamēģināt pilnīgi jaunu sporta veidu – *spacediving*. Tas nozīmē, tuvu maksimālajam lidojuma augstumam pasažieris atstātu kosmosa kuģi, lai brīvi "kristu" atpakaļ Zemes atmosfērā, izmantojot individuālu mazu karstumaizsardzības vairogu un piepūšamu balonu bremzēšanai. Sasniedzot noteiktu augstumu, karstuma vairogs tiktu nomests un astronauts atvērtu izpletņi, lai lēnām piezemētos. (Sk. <http://www.canadianarrow.com/spacediving.htm>.)

Savukārt orbitālos lidojumos izešana atklātā kosmosā nav nekas neparasts. Pirms došanās ārpus kuģa (*EVA – Extra Vehicular Activity*) tam speciāli sagatavotā skafandrā nepieciešams pazemināt kabīnē spiedienu līdz dažiem milibāriem. To var darīt visai kabīnei (ja tā ir neliela, līdzīgi kā *Gemini*) vai atsevišķai nelielai telpai, kas ir risinājums lielākiem kosmosa kuģiem, vai arī veidot piepūšamas slūžas kosmosa kuģa ārpusē. Gaisa slūžas aizņem gan ievērojamu tilpumu, gan masu.

Ēdināšana

Divu stundu ilgā lidojumā ar 10 minūšu lidojumu kosmiskajā telpā noteikti ne pasažieriem, ne pilotiem nenāks prātā, ka ēstas tikai brokastis pirms četrām stundām un ka pienācis laiks kaut ko uzkost. Taču ēšana kļūst aktuāla, ja lidojuma ilgums pārsniedz vairākas stundas vai pat dienas.

Ēdināšana nesaistās tikai ar faktu, ka ēdiens ir jāpaņem līdzī. Bezsvara stāvoklī bez praktizēšanās nav tik viegli ieturēt maltīti! Un arī pašiem pārtikas produktiem jābūt sagatavotiem tā, lai tie turētos kopā, nedruptu un nepiegružotu kosmosa kuģi. It kā sīkums, taču tam nepieciešama pasažieru pirmslidojuma papildu sagatavošana.

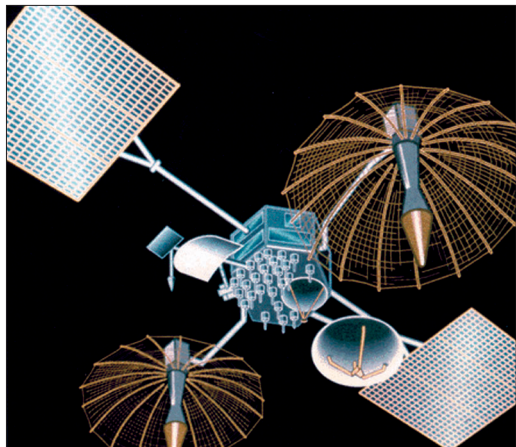
Ūdens padeve, attīrīšana un novadišana

Ūdens galvenokārt tiek patērēts pārtikai un arī higiēniskajām vajadzībām. Atsevišķos gadījumos (piemēram, *Space Shuttle*) ūdeni izmanto arī aktīvai kādu komponentu dzesēšanai ar īpašas iztvaicēšanas iekārtas (*Water Spray Boiler*) palīdzību, *Space Shuttle* gadījumā dzesē *APU* eļļošanas un arī hidrauliskās sistēmas šķidrumus. Aktuāla ir arī izlietotā netīrā ūdens izvadišana pār bortu (reciklēšanu veic tikai ilgstošās misijās, kur nav iespējams ūdens krājumus regulāri papildināt).

Space Shuttle septiņu cilvēku apkalpei līdzīgi ņemamā ūdens tvertņu ietilpība ir 300 kg. Mazā lidojuma ilguma dēļ suborbitālajiem kosmosa kuģiem šī problēma nav aktuāla.

Atkritumi un tualeti

Līdzīgi kā ar ēdināšanu, tā ir aktuāla problēma ilgstošu lidojumu laikā. Kosmosa kuģi nepieciešams integrēt atkritumu savākšanas sistēmu un tualeti. Komiski, bet pat tualetes lietošana prasa nelielu pirmslidojuma sagatavošanu. Ja lidojuma ilgums ir pāris stundu, tualeti iespējams iebūvēt skafandrā (līdzīgi kā *Mercury*, *Gemini*, *Apollo* misiju laikā un praktiski jebkurai *EVA* lietotajos skafandros).



Tracking and Data Relay Satellite System (TDRSS) ZMP, ko komunikācijām izmanto *Space Shuttle*.

NASA



SpaceShipOne komunikācijām izmantoja šādu vienkāršu pārvietojamo bāzes staciju.

Scaled Composites Ltd.

Komunikācijas

Komunikācijām ir kritiska nozīme kosmosa lidojumos. Galvenokārt tās tiek izmantotas verbālās informācijas (sarunu) un kosmosa kuģa tehnisko datu pārraidei monitorīngā vai komandu nolūkos.

Veicot apriņņojumus ap Zemi, vienīgā iespēja sazināties ar Zemi, pastāvīgi pārslēdzoties starp dažādām uztveršanas stacijām uz Zemes vai lietojot sakaru ZMP (parasti ģeostacionārā orbitā vismaz trīs pavadoņi). Tas nozīmē gan lielas izmaksas, gan savlaicīgu aparatūras sagatavošanu uz Zemes.

Suborbitāla lidojuma gadījumā kosmosa kuģis vienmēr atrodas bāzes stacijas redzamības zonā un pēc citām stacijām vai sakaru ZMP nav nepieciešamības.

Kopsavilkums

Noteikti jau pamanījāt, ka praktiski visas šīs tehniskās atšķirības izriet no galvenajām principiālajām atšķirībām starp suborbitālu un orbitālu lidojumu. Salīdzinājumam – galvenās orbitālā kosmosa kuģa atšķirības un to visvairāk ietekmētās sistēmas un procesi:

lielāks ātrums – nepieciešama liela nesējraķete vai starta paātrinātāji, daudz degvielas, siltumaizsardzības vairogs;

lielākas drošības prasības – bremsēšanas dzinēji, starta vietas izvēle, nolaišanās vie-

tas izvēle, dzīvības nodrošināšanas sistēmu publicēšana, komunikācijas;

lidojuma vide-orbita(-as) – nepieciešami orbitālie manevrēšanas dzinēji un orientācijas kontroles sistēma, citas navigācijas sistēmas, komunikāciju problēmas, termālā kontrole, papildaprīkojums (gaisa slūžas, sakabināšanās sistēma), nolaišanās metodes;

lielāks lidojuma ilgums – nepieciešamas komplikētas dzīvības nodrošināšanas sistēmas, spēcīgāka enerģijas apgāde, termālā kontrole, astronautu sagatavošana.

Saites

www.scaled.com – *Space Ship One*.

www.astronautix.com – Astronautikas enciklopēdija.

<http://spaceflight.nasa.gov/shuttle/reference/shutref/orbiter/> – *Space Shuttle* sistēmu apraksts.

<http://ntrs.nasa.gov/> – NASA tehnisko aprakstu un dokumentu serveris. 🐦

Ņemot vērā šīs un iepriekšminētās atšķirības un pilotējamo programmu pieredzi, orbitālie kosmosa kuģi sver aptuveni četras reizes vairāk par suborbitālajiem vienāda apkalpes un pasažieru skaita gadījumā (neskaitot līdzī ņemamo degvielu, kas paredzēta 100 km augstuma sasniegšanai). Lidojuma cena kosmiskajam tūristam ar orbitālu lidaparātu pašreiz ir tieši 100 reižu augstāka (~20 milj. dolāru), turklāt piedāvājums ir ļoti ierobežots – ar atsevišķām *Soyuz* misijām. Līdz lētākiem un pieejamākiem orbitālajiem lidojumiem, iespējams, vēl nāksies kādus gadus pagaidīt, taču virs 100 km jeb kosmosa robežas pacelties pirmās iespējas būs jau pēc 2–3 gadiem.

JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ

ESA un NASA paraksta vienošanos par JWST un LISA Pathfinder. 2007. gada 18. jūnijā Parīzē



ESA – S. Corvaja

ESA ģenerāldirektors Žans Žaks Dordēns (*Jean-Jacques Dordain, attēlā pa labi*) un NASA administrators Maiks Grifins (*Michael Griffin*) (sk. “Iepazīšanās ar NASA jauno administratoru Maiku Grifinu (intervija)”. – *ZvD*, 2005. g. rudens, 25.–28. lpp.) parakstīja oficiālu vienošanos par Džeimsa Vebba kosmisko teleskopu (*James Webb Space Telescope – JWST*) un par Lāzerinterferometra kosmiskās antenas (*Laser Interferometer Space Antenna – LISA*) *Pathfinder* misiju.

JWST ir misija, kas ietver starptautisko sadarbību starp NASA, ESA un CSA (Kanādas Kosmosa aģentūru), lai izpētītu galaktiku, zvaigžņu un planētu sistēmu izcelšanos un attīstību. *JWST* tiek uzskatīts par Habla kosmiskā teleskopa (*Hubble Space Telescope – HST*) pēcteci. To paredzēts palaist 2013. gadā, un tas darbosies vismaz piecus gadus. *JWST* observatorijas sirdī ir liels teleskops, kura primārā spoguļa diametrs ir 6,5 m (*HST* – 2,4 m), nodrošinot salīdzinoši lielu redzeslauku.

ESA ierosinātā *LISA Pathfinder* misija pašlaik paredzēta palaišanai 2010. gada sākumā. *LISA Pathfinder* ir domāts, lai parādītu tehnoloģijas, kas nepieciešamas iecerētām nākotnes kopīgām ESA/NASA *LISA* misijām, lai atklātu gravitācijas viļņus kosmosā un pārbaudītu vispārīgo relativitātes teoriju.

No www.asd-network.com

I. P.

D. Sc. IZOLDS PUSTIŅIKS, *Tartu observatorija*

PAR LATVIEŠU ASTRONOMA STAŅISLAVA VASIĻEVSKA (1907–1988) DRAMATISKO DZĪVI UN ZINĀTNISKO MANTOJUMU

Priekšvārda vietā

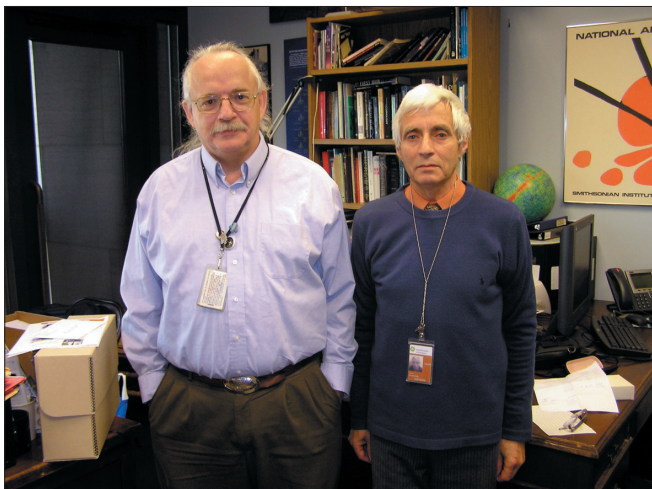
Šogad paiet 100 gadu, kopš dzimis ievērojamais latviešu astronoms Staņislavs Vasiļevskis. Jau dzīves pilnbriedā viņš nonāca ASV un tur izauga par pasaules klases astrofiziķi. Par šā ievērojamā zinātnieka personību man radās interese, kad sāku pētīt ievērojamā igauņu astrofiziķa Ernesta Epika zinātnisko mantojumu [1]. Materiālu meklējumi par Ernesta Epika dzīves un zinātniskās darbības Amerikas periodu 2005. gada beigās mani aizveda uz Vašingtonas Nacionālo aeronautikas un kosmosa pētniecības muzeju (*National Air and Space Museum*). Tur es trīs mēnešus, aktīvi līdzdarbojoties pazīstamajam amerikāņu astronomijas vēsturniekam profesoram Deividam Devorkinam (*sk. att.*), vācu arhīvu materiālus par E. Epiku. Strādājot Amerikas Fizikas institūta arhīvos, atradu kādas intervijas drukātu kopiju. Šo interviju S. Vasiļevskis bija devis iepriekšminētajam vēsturniekam D. Devorkinam.

Jāpiebilst, ka Amerikas Fizikas institūta Fizikas vēstures centra arhīvos glabājas tūkstoši(!) rokrakstu un magnetofona lenšu, kur sakrātas un arhivētas ievērojamu fiziķu un astronomu biogrāfijas no visas pasaules. Šo plašo projektu finansē

Prof. Deivids Devorkins un autors Vašingtonas Nacionālajā aeronautikas muzejā 2005. gadā.

fundamentālo pētījumu fondu granti. 110 lapu pušu lielo interviju ar S. Vasiļevski var lasīt kā aizraujošu detektīvomānu, īpaši tās pirmo daļu, kur atspoguļota S. Vasiļevska dzīve, mācības un zinātniskās karjeras sākums viņa dzimtenē – priemskara Latvijā.

Šis raksts ir iepriekšminētās intervijas konceptīvs variants. Raksta otrā daļa būs veltīta S. Vasiļevska zinātniskā mantojuma apskatam, papildinātam ar šā raksta autora paša veikto S. Vasiļevska darbu analīzi (šo darbu vairākums publicēti žurnālā *The Astronomical Journal*). Mēs lūkojam tos iztīrīt plašākā zvaigžņu astronomijas attīstības kontekstā, gan ņemot vērā epohu, kad S. Vasiļevskis veica savus tai laikā sākotnējos pētījumus par zvaigžņu stāvokļa mērījumu automatizāciju pēc uzņēmumiem uz fotoplatēm, gan arī mūsdienas perspektīvā.



S. VASIĻEVSKA ĪSA BIOGRĀFIJA

S. Vasiļevskis dzimis 1907. gada 20. jūlijā zemnieka ģimenē. Viņa tēvam piederēja piensaimniecība Laucesē, netālu no Daugavpils. Kad 1914. gadā iesākās Pirmais pasaules karš, Staņislava tēvu iesauca krievu armijā, un viņš no frontes vairs neatgriezās. Pēc kara, kad Latvija kļuva neatkarīga, viņa māte apprecējās otrreiz, un patēvs drīzumā pats nopirka lauku mājas turpat Laucesē. Staņislavs sāka skolas gaitas 1918. gadā. Staņislava mātei bija tikai pamatskolas izglītība, bet pirmskolas izglītības iemaņas – lasīšanu un aritmētiku – zinātkārais zēns bija apguvis vēl pirms kara, jo par viņu rūpējās kaimiņu meitene, kura mācījās ģimnāzijā.

1926. gadā Staņislavs pabeidza mācības Daugavpils ģimnāzijā un ieguva gatavības apliecību. Mācību maksa skolā bijusi neliela, bet pēc pāris gadiem spējīgais pusaudzis atbrīvots arī no tās. Visus mācību gadus Staņislavs dzīvoja kopmītnē, un ar pārtiku viņu apgādāja māte, jo līdz pilsētai bija tikai pieci kilometri. Pāris gadu pirms ģimnāzijas beigšanas Staņislavs pats sāka pasniegt privātsiņas, tā iegūdamas nelielas summas kabatasnaudai. Kad patēvs nopirka pats savas lauku mājas, Staņislavs vasaras brīvlaikos regulāri viņam palīdzēja darbos. Viena no viņa skolniecēm bija baņķiera meita, un viņas tēvs pēdējā skolas gadā vasarā iekārtoja spējīgo jaunekli par ierēdni bankā. Tā Staņislavs nopelnīja nedaudz naudas pirms iestāšanās universitātē.

Jau ģimnāzijā parādījās Staņislava spējas un interese par eksaktajām zinātnēm – matemātiku, fiziku, ķīmiju. Sākumā dominēja aizraušanās ar ķīmiju. To daļēji veicināja apstākļi, ka Staņislavs bija ģimnāzijas pirmais skolēns, un direktors, būdamas pēc izglītības ķīmiķis, uzticēja viņam ģimnāzijas ķīmijas laboratorijas pārziņa vietu. Nākamajam astronomam veicās arī ar matemātikas skolotāju. Visu mācību laiku viņam bija viens un tas pats pasniedzējs, kurš atbalstīja spējīgā jaunekļa aizraušanos ar matemātiku. Pirmskara Latvijā

ģimnāzijas audzēkņi apguva ne vien aritmētiku un vēlāk algebru, ģeometriju un trigonometriju, bet pēdējos mācību gados arī diferenciālo un integrālo rēķinu pamatus un analītisko ģeometriju. Tāpēc Staņislavs bija labi sagatavots, kad iestājās universitātē.

Jau pēc dažiem studiju gadiem Staņislavs apprecējās ar kursabiedri, ar kuru viņš draudzējās jau ģimnāzijas laikā. Vasiļevska dzīvesbiedre arī pati bija matemātiķe. Vēlāk, Amerikā, viņa strādāja statistikas laboratorijā Berklijā.

Latvijas Universitātes Matemātikas un dabaszinātņu fakultātē Rīgā pirms kara bija divas eksakto zinātņu nodaļas – matemātikas, kurā ietilpa arī fizika, astronomija un ģeofizika, un otra – bioloģijas, kurā ietilpa botānika, zooloģija un ģeoloģija. Specializācija sākās no otrā kursa. Vasiļevskis izvēlējās matemātikas nodaļu. Par astronomiju viņš pagaidām nedomāja. Taču palīdzēja gadījums. Visus mācību gadus nākamajam astronomam vajadzēja domāt arī par dienišķo maizi. Tāpēc Vasiļevskis dienā strādāja, bet vakarā gāja uz lekcijām. Izrādījās, ka matemātikas lekcijas tika lasītas galvenokārt tieši dienā. Un, nokārtojot pirmos eksāmenus, Vasiļevskis pēc tūri praktiskiem apsvērumiem pārgāja uz astronomiju, kur lekcijas notika dienas beigās un vakaros. Kad viņš nolika pirmo astronomijas eksāmenu, profesors A. Žaggers (*att.*) jautāja, vai jauneklis negribētu strādāt LU observatorijā. Tā, iestājies Universitātē 1926. gadā, Vasiļevskis jau pēc diviem gadiem ieņēma observatorijas subasistenta vietu.

Atšķirībā no Igaunijas, kur Tartu observatorija bija dibināta 1802. gadā Krievijas imperatora Aleksandra I laikā, Latvijā pirms neatkarības iegūšanas 1920. gadā savas (profesionālas) astronomiskas observatorijas nebija. Tāpēc jaunajā valstī pirmām kārtām bija nepieciešams attīstīt tādas praktiskas nozares kā ģeodēzija. Turklāt vēl Tartu observatorijas dibinātāja Vilhelma Strūves laikā latviešu ģeodēzisti piedalījās ambiciozajā programmā saistībā ar Zemes meridiāna loka mērījumiem

no Tartu līdz Norvēģijai ziemeļos un līdz pat Donavas grīvai dienvidos. Nav brīnums, ka S. Vasiļevskis noklausījās ģeodēzijas kursu un piedalījās arī praktiskos darbos un gravitācijas mērījumos.

1932. gadā pēc Universitātes absolvēšanas Vasiļevskis dienestā progresēja, taču diemžēl šie gadi sakrita ar lielo depresiju, kas bija pārņēmusi visu Eiropu. Tāpēc observatorijas līdzstrādnieka pieticīgā alga bija dzīvei nepietiekama, un no 1933. līdz 1936. gadam Vasiļevskis paralēli pasniedza navigācijas astronomiju jūrskolā. Kā Vasiļevskis pats atzinis, debess mehānikas un orbītu teorijas kurss Universitātē tika pasniegts pienācīgā līmenī, ko gan nevarēja teikt par astrofiziku.

Tā kā mācību līdzekļu astrofizikā dzimtajā valodā Latvijā tai laikā nebija, lai papildinātu šo robu, Vasiļevskis patstāvīgi iepazītinās ar A. Edingtona fundamentālajiem darbiem angļu valodā, ar Graffa darbiem vācu valodā, ar B. Numerova, B. Gerasimoviča un citu padomju autoru darbiem krievu valodā. Viņš aizbrauca uz Tartu observatoriju, lai vairāk uzzinātu par igauņu astronomu darbiem. Pirmām kārtām viņu interesēja Ernests Epiks, kurš tai laikā bija plaši pazīstams gan savā

dzimtenē, gan ārzemēs. Bet, tā kā Vasiļevska darbā centrālo vietu aizņēma astrometrija un ģeodēzija, viņš vairāk kontaktējās ar Robertu Livlenderu (*Livländer*), kurš arī aktīvi darbojās šais nozarēs un vēlāk vairākkārt ieradās pie Vasiļevska Rīgā.

1936. gadā Universitātes finansiālais stāvoklis uzlabojās, un Vasiļevskis pārtrauca pasniegšanu jūrskolā, lai maksimāli koncentrētos pētnieciskajam darbam. Jau 1932. gadā viņš bija aizstāvējis maģistra darbu. Bet, lai iegūtu vietu profesūrā un varētu pasniegt, vajadzēja aizstāvēt nākamo pakāpi – doktora disertāciju. Un 1939. gadā Vasiļevskis iesniedza aizstāvēšanai darbu "*Absolūtās fotogrāfiskās fotometrijas teorijas pamati*". Interesanti, ka pēc 37 gadiem, kad Vasiļevskis atkal apmeklēja Latviju, viņa bijušais students pasniedza viņam šīs disertācijas kopiju. Starp citu, 1961. gadā šī disertācija pēc autora labojumiem tika izdota Starptautiskā astrometrijas un debess mehānikas problēmu simpozijā Laplatā (Argentīnā).

30. gados latviešu astronomi sāka nopietni domāt par jaunas observatorijas veidošanu. Vecā mazā observatorija kaut kādā veidā vēl bija noderīga vizuāliem novērojumiem, bet pilsētā ar gandrīz pusmiljonu iedzīvotāju nevarēja būt ne runas par kvalitatīvu fotogrāfisku fotometriju. 1939. gadā, aizstāvējis doktora disertāciju, Vasiļevskis ieņēma docenta vietu, un viņam pavērsās lieliska perspektīva gadu stažēties Leidenā (Nīderlande). Leidenā strādāja J. Oorts, kurš bija atklājis zvaigžņu kustību ap Galaktikas centru. Tā bija Vasiļevska sapņu kulminācija. Vasiļevskis tai laikā bija savu radošo darbu pašā plaukumā. Viņš jutās kompetents fotogrāfiskās fotometrijas metodikas jautājumos, bet ne tik labi viņš pārzināja problēmas, kas bija saistītas ar Galaktikas uzbūvi. Stažēšanās Leidenā viņam būtu palīdzējusi zinātnisko apvāršņu paplašināšanā. Vasiļevskim sākās sarakste ar E. Hercšprungu, kurš labvēlīgi uztvēra jaunā Latvijas zinātnieka plānus, un tika panākta vienošanās, ka stažēšanās sāksies 1940. gada jūnijā.



LU Astronomiskās observatorijas (AO) personāls trīsdesmito gadu sākumā. *No kreisās*: direktors A. Žagers, asistents J. Videnieks, hronometriests E. Lips, privātdocents S. Vasiļevskis, elektriķis J. Grīnbaums un docents S. Slaucītājs AO telpās (402. ist.).

Foto K. Rake, Rīgā

Diemžēl iesākās Otrais pasaules karš, un Vašļevska perspektīvais plāns nevarēja realizēties. 1939. gadā nacisti okupēja Poliju, un līdz ar to Vašļevskim bija nogriezts ceļš uz Holandi. Teorētiski uz turieni varēja nonākt pa jūru, bet tur valdīja vācu flote. Līdz ar kara sākumu arī ātri izsīka speciālās literatūras plūsma, kas nonāca Latvijā. 1940. gadā Latvijā ienāca Sarkanā armija. 1941. gada 14.–15. jūnijā tikai vienas diennakts laikā uz Sibīriju tika deportēti 35 tūkstoši* valsts pamatiedzīvotāju. Lai gan zinātniskie pētījumi it kā turpinājās, jauno padomju zinātnisko birokrātiju interesēja tikai formālie rādītāji, “kādu pētījumu procentu jūs esat izpildījis” vai “kad jūs esat paredzējis pabeigt zinātnisko pētījumu” u. tml. Šis gads Vašļevskim pagāja tukšgaitā.

1941. gadā līdz ar Vācijas iebrukumu Padomju Savienībā Latvijā ienāca nacisti. Sākās vācu okupācijas periods. Latvijas karogs plīvoja, bet bija arī kāšķrustainais, latviskā simbolika izzuda. Pēc okupācijas varas norādījuma ielas tika pārdēvētas vāciski. Universitāte formāli netika slēgta, bet arī to vadīja okupācijas varas iestādes. Kā Vašļevskis ar humoru atceras, uz fakultātes sanākumi atnācis kultūras atašejs, aptaujājis personālu par zinātnisko pētījumu tēmām. Tālāk viņš tās klasificējis četrās pamata kategorijās: pirmā – *Kriegsentscheidend* (izšķiroša militārā ziņā), tad *Kriegswichtig* (militāri svarīga) un *Kriegsaufbauwichtig* (svarīga militārai celtniecībai), un *nicht-dringend* (nav svarīga). Nav nemaz jāpaskaidro, kādā kategorijā iekļuva astronomija. Vienlaikus atašejs “uzmundrināja” klātesošos, apliecinot, ka Vācijā atradīsies daudz darbavietu cilvēkiem ar matemātisku izglītību. Saprotams, nedz Vašļevskis, nedz viņa kolēģi nedomāja par algotņu darbu Vācijā.

* Pēc jaunākajām ziņām, 1941. gada 14./15. jūnijā uz Sibīriju tika deportēti 15 424, Baigajā gadā represēti (tostarp nomocīti) vairāk nekā 35 tūkstoši pamatiedzīvotāju. 1949. gada martā izsūtīti vairāk nekā 42 tūkstoši pamatiedzīvotāju. – *Red.*

Laimīgas sagadišanās dēļ vācieši pieskaitīja “*Kriegswichtig*” kategorijai Zemes magnētisma pētījumus. Un tad ģeofiziķis Leonids Slaučītājs piedāvāja Vašļevskim un savam brālim Sergejam kļūt par sava zinātniskā raksta līdzautoriem. Tas glāba viņus no deportācijas uz Vāciju. Lai kaut kā atpelnītu šo negaidīto avansu, Vašļevskis, kurš nonāca piespiedu dikstāvē, nolēma apgūt Zemes magnētiskā lauka mērījumus. Neraugoties uz okupācijas varas ieviestajiem braukšanas ierobežojumiem, vilcieni tomēr kursēja. Vašļevskis brauca arī ar velosipēdu un ik pa septiņiem kilometriem mērija Zemes magnētiskā lauka vertikālo komponenti. Līdztekus viņš centās kārtot savas ģimenes lietas un reiz kopā ar ģimeni pat apciemoja vecāku sētu. Taču profesionālā ziņā, pēc Vašļevska atzinuma, šis un turpmākie kara gadi viņam bija zaudējums. Pakāpeniski veidojās pārliecība, ka viņam un ģimenei vienīgā prātīgā izeja ir emigrācija uz Rietumiem. Šai laikā Vašļevskim, tāpat kā vairākumam vietējo iedzīvotāju, jau bija kļuvis skaidrs, ka Vācija ir karu zaudējusi. Taču tai īsajā laikā, kad zinātniekam bija iespēja iepazīties ar otro totalitāro režīmu – padomju varu, viņam kļuva skaidrs, ka nākotne neso la neko labu. Atceroties pirmās Latvijas valsts 20.–30. gadus, Vašļevskis konstatē, ka pirmskara Latvijā minoritātēm – krieviem, ebrejiem, poļiem – dzīve nebija slikta. Viņiem bija savas skolas, kur varēja bez ierobežojumiem iegūt izglītību dzimtajā valodā līdz ar valsts valodu – latviešu valodu. Asimilācijas problēma vispār nepastāvēja.

Tādā kārtā Vašļevskis nolēma vispirms aizsūtīt uz Vāciju, kur viņam bija pirmskara laika draugi un paziņas, sievu un abus bērnus, bet pats pagaidām palikt Rīgā. Saprotams, tas bija nedrošs solis, bet Vašļevskim bija zināms, ka Vācijā pastāvēja organizācija *Dozentschaft*, kas gādāja par zinātnisko darbinieku ģimenēm, ja tās bija palikušas bez pajumtes. Tomēr arī viņam neizdevās ilgi palikt dzimtenē. Burtiski pēdējos mirkļos pirms atkāpšanās okupācijas vara sarīkoja Rīgas ielas aplenkumu, apcieti-

not visus bez izšķirības kā sabotierus, lai cilvēkus piespiedu kārtā deportētu uz Vāciju ierakumu rakšanai. Arī Vasiļevskis iekļuva tādā aplenkumā, viņu iesēdināja kuģī, kas veda no Latvijas uz Vāciju kārtējo algota darbaspēka partiju. Viņam pat neizdevās tikt līdz mājai, lai paņemtu savas mantas. Par laimi, viņam bija līdzīgi dokumenti. Kad pirms kuģa atiešanas bija sarikota kontrole, lai pārlicinātos, vai te nav arī kāds, kas var būt derīgs tepat, kontrolētājs virsnieks jautāja Vasiļevskim: *“Bet ko jūs te darāt? Jums jābūt observatorijā, lai saiņotu observatorijas īpašumu transportēšanai uz Vāciju.”* Jo Vasiļevskis oficiāli bija dekāna pienākumu pildītājs.

Atbrīvots Vasiļevskis nesteidzīgi saiņoja observatorijas īpašumu, atlasot pašu vērtīgāko, cerēdams, ka to izdosies atstāt Latvijā. Pēdējā dienā pirms Sarkanās armijas ienākšanas, kad tās artilērija jau apšaudīja Rīgu, Vasiļevskim kopā ar dažiem paziņām izdevās dabūt smago mašīnu un atļauju pārcelties pāri Daugavai, lai izbrauktu uz Kurzemi. Tas notika 1944. gada 12. oktobrī. Šeit Vasiļevski sagaidīja viņa draugi vēl no studiju laika. Viens no viņiem strādāja piena rūpniecībā. Viņi gatavoja smagās mašīnas transportam uz Vāciju un, nosaucot Vasiļevski par piensaimnieku, iekļāva viņu savā transportā. Tādā veidā viņš nokļuva Liepājā, no kurienes pēc divām nedēļām vācu kuģis aizveda viņus uz Dancigu, Vāciju.

Tā sākās Vasiļevska klejojumi emigrācijā pa kara izpostīto Vāciju. Šie klejojumi ilga vairāk nekā četrus gadus. Vispirms viņš nokļuva bēgļu nometnē, kuras iemītniekus gaidīja smags fizisks darbs. Saprotams, Vasiļevskis pirmām kārtām saistījās ar saviem draugiem, kuri bija parūpējušies par viņa ģimeni. Viņš uzzināja, ka viņi visi atrodas pārvietoto personu nometnē Ziemeļvācijā, Holšteinā (*Holzstein*), kopā ar citām zinātnisko darbinieku un pasniedzēju ģimenēm. Pavisam drīz Vasiļevskim izdevās apvienoties ar ģimeni. Te viņš satika Ernestu Epiku, kurš ar sievu, pameitu un trim bērniem bija emigrējis vēl tā

paša gada jūlijā [2]. Šai nometnē dzīves apstākļi bija labāki, vismaz nometnes iemītniekus nespieda strādāt. Viņiem bija atļauts kontaktēties ar vācu kolēģiem, kuri varēja viņiem piedāvāt pagaidu darbu.

Epiks tai laikā jau bija apguvis emigrantu darba meklēšanas metodiku, viņam bija iestāžu nosaukumu un adresu saraksts par vietām, kur būtu vajadzīgs kvalificēts darbaspēks. Pašam Epikam jau bija ielūgums no Hamburgas, no profesora Oto Hekmana, un Epiks jau bija pieņemts darbā. Epiks atdeva savu sarakstu Vasiļevskim, paskaidrodams, ar ko lai sāk un kam un ko lai raksta. Vasiļevskis bija kopā ar Epiku apmēram divas nedēļas. Kā iepriekš minēts, viņi bija pazīstami vēl no 30. gadu sākuma. Bet šeit emigrācijas grūtības viņus tuvināja, un viņiem izveidojās draudzīgas attiecības. Viņi satikušies arī vēlāk, abi kopā braukājuši, meklējot darbu.

Klausot Epika padomiem, Vasiļevskis aizrakstīja vairākas vēstules profesoriem Vācijā. Uz vienu vēstuli gandrīz tūlīt atsaucās profesors Valters. Viņš strādāja astronomiskā skaitļošanas institūtā, kas sākumā atradās Berlīnē, taču, fronteī tuvojoties, to acimredzot saskaņā ar drošības apsvērumiem sadalīja vairākās nodaļās. Izrādījās, ka viena no tām atrodas lauku rajonā apmēram 9 kilometrus no nometnes, kur mitinājās Vasiļevskis ar ģimeni, un Valters aicināja latviešu astronomu viņu apmeklēt. Nokļuvis galā neilgi pirms tumsas iestāšanās, Vasiļevskis vispirms saimnieku vietā sastapa divus svešiniekus, kuri uz jautājumu par Valteru atbildēja vāciski ar izteiktu krievu akcentu. Runājot ar viņiem un ar atnākušo Valteru, noskaidrojās, ka tie ir padomju matemātiķi – kara gūstekņi. Valters bija ļoti priecīgs par Vasiļevska ierašanos un tūlīt aicināja viņu palikt, jo viņš palīdzētu saprasties ar padomju matemātiķiem. Vasiļevskis solījās apdomāt šo priekšlikumu līdz nākamajam rītam. Taču otrajā rītā Vasiļevskis netālu mežā ieraudzīja cilvēkus aiz dzeloņstieplēm. Ar to pietika, lai rastos lēmums atgriezties mājā. Tur Vasiļevski gaidīja vēl viena vēstule, šoreiz no

J. Hopmana Leipigā, kurš ielūdza viņu uz interviju. Gari nedomādams, tūlīt nākamajā dienā, saņēmis izbraukšanas atļauju un vilciena biļeti, Vasiļevskis brauca uz Leipigū. Izrādījās, ka 25 km attālumā no pilsētas tiek būvēta jauna observatorija, kas atrodas jūras kara flotes pakļautībā. Šis šķietami divainais apstāklis bija izskaidrojams ar to, ka vairāki jūras spēku virsnieki bija noklausījušies universitātes astronomijas kursu un tāpēc tika nolemts nodot observatoriju jūras karaspēku pakļautībā. Intervija bija sekmīga.

Hopmanis bija augstās domās par Vasiļevska darbiem astronomijā. Viņš ne vien bija gatavs uzstādīt astrogrāfu, bet arī vajadzīgo testu izdarīšanai paņēmt fotoplates no Kuno Hofmeistera (*Cuno Hoffmeister*) Sonnebergas observatorijā. Tā Vasiļevskis kopā ar ģimeni pārcēlās uz jaunu vietu. Bet iestājās pēdējā kara ziema un līdz ar to smagas grūtības – trūka kurināmā, pārtikas. Tomēr Vasiļevskis beidzot dabūjis fotoplates, sāka to mērījumus un stingri pārcieta visas grūtības. Daļu no šīm fotoplatēm viņš paņēmis sev līdzī uz Lika observatoriju, kur vēlāk turpināja to apstrādi.

Aizrāvis ar savu iemīļoto darbu, Vasiļevskis bijis laimīgā neziņā par jaunākajiem notikumiem karalaukā – gandrīz dabūjis par to samaksāt. Tā kā amerikāņu karaspēka daļas jau 1945. gada aprīlī bija izmitinātas Saksijā, Vasiļevskis kļuvis bezrūpīgs. Viņam nebijis nekādas informācijas par to, ka amerikāņu un padomju karaspēku satikšanās notiek pie Muldas upes, tikai septiņu kilometru attālumā no observatorijas, kur strādāja Vasiļevskis. Un piepeši viņš uzzina, ka Saksija nonāks padomju zonas jurisdikcijā! Kopā ar 15 latviešu grupu Vasiļevskis nolēma iespējami ātrāk braukt no Saksijas tālāk uz rietumiem. Tomēr tas vairs neizdodas. Uzzinot, ka amerikāņu komandantūras štābs atrodas Leipigā, Vasiļevskis devies turp un lūdzis viņu pieņemt. Gaidot pieņemšanu, viņš ieraudzījis padomju virsnieku, kurš ieiet komandanta kabinetā. Kā Vasiļevskis atceras, viņu pārņēmuši auksti sviedri. Kad virsnieks aizgājis, ir Vasiļev-

ska kārta uz pieņemšanu. Viņš paziņojis amerikāņu komandantam, ka pārstāvo pārvietoto personu grupu no Latvijas. “Kā, latvieši? Jūs neesat nekādas pārvietotās personas. Es parūpēšos par jums, un jūs tiksiet nogādāti atpakaļ dzimtenē, Latvijā.” Atgriezies Leipigā, Vasiļevskis veltīgi lūkojis rast kādu izeju no situācijas. Bez speciālas militāro iestāžu atļaujas nebija iespējams pārbraukt no vienas vietas uz otru. Ik pa dažiem kilometriem braucējus apstādināja karaspēka patruļas un prasīja dokumentus. Tomēr pēc lielām pūlēm Vasiļevskim izdevās dabūt angļu valodā dokumentu, kas apliecina, ka 15 pārvietoto personu grupa dodas uz Bavāriju. Vasiļevskim izdevās sagādāt nedaudz vācu marķu, *šnabsa* un vodkas, un par to viņš noirējis vācu smago mašīnu, lai dotos ceļā. Pēc septiņiem kilometriem viņus aptur patruļa, bet pēc pārbaudes atlaiž. Patī stingrākā pārbaude bijusi pirms iebraukšanas Bavārijā, kur kareivis iekāpis kravas kastē un saskaitījis pasažierus.

Šie notikumi risinājušies jūnija vidū, bet pēc divām nedēļām Saksija pārgājusi padomju okupācijas varas jurisdikcijā. Vasiļevskis ar ģimeni nokļuva ziemeļu Bavārijā, Hofas pilsetīņā. Un šeit Vasiļevski jau kuro reizi glābušas valodu zināšanas, kad viņš ar ģimeni nonāk pārvietoto personu nometnē. Šeit komandē poļu izcelsmes amerikāņu karavīrs un, tikko Vasiļevskis sāk runāt ar viņu poļu valodā, karavīrs kļūst ievērojami draudzīgāks un jautā: “*Bet par ko tad ir runa?*” Tad Vasiļevskis lūdza kaut vai islaicīgu patvērumu, un poļu inženieris, nometnes priekšnieks, viņus ielaidis. Vairākas dienas Vasiļevsku ģimenei nebija nekā ēdama. Pārvietoto personu nometnes tika komplektētas iespējami pēc nacionālām pazīmēm, un jau pēc dažām dienām Vasiļevsku ģimene pārvietojas uz *Marktredwitz'u*, uz latviešu nometni. Te Vasiļevskis vispirms uzzināja par UNRRA universitāti (*United Nations Relief and Rehabilitation Agency*). Viņš sēdies uz sava velosipēda, kuru bija paņēmis līdzī vel no Leipigas observatorijas laikiem, un ticis līdz Minhenei, kur dzīvoja

viņa draugs. Te viņš uzzinājis, ka *UNRRA* universitāte pašreiz ir tapšanas stadijā un viņa draugs ir uzaicināts darbā ekonomikas fakultātē. Vasiļevskis tūlīt rakstījis iesniegumu, un ļoti drīz viņu norīkojuši uz tādu pašu docente vietu, kāda viņam bija Latvijā. Tātad viņš pārcēlās uz Mīnheni.

UNRRA universitāte, ko organizēja ANO, bija domāta, lai palīdzētu iekārtoties darbā pēc specialitātes bēgļiem, studentiem un pasniedzējiem. Taču dažādu apstākļu dēļ šī universitāte, tāpat kā Baltijas universitāte Hamburgā un Pinnebergā, kur strādāja tikai baltieši – no Lietuvas, Latvijas un Igaunijas (*sikāksk. [2]*), nepastāvēja ilgi. 1947. gadā abas šīs universitātes pārtrauca savu darbu. Kā atceras Vasiļevskis, *UNRRA* universitātes sastāvs bija raibāks, tajā bija daudz ukraiņu. Sākumā personāla vidū bija daudz amerikāņu, angļu, holandiešu un beļģu. Kā atcerējās Vasiļevskis, viņi visi ienāda vāciešus un uzskatīja par necienīgu iet uz vācu universitāti. Tāpēc paši vācieši zināmā mērā spieda šo universitāti slēgt. Turklāt tā bija aizņēmusi slavenā *Deutsches Museum* telpas, kurš bija viens no labākajiem tehnikas muzejiem pasaulē.

Kad *UNRRA* universitāti slēdza, Vasiļevski uzaicināja uz Flensburgu Ziemeļvācijā pie Dānijas robežas. Tur tai laikā bija navigācijas skola pārvietotajām personām. Vasiļevski uz turieni uzaicināja novadnieki, un viņš šo aicinājumu pieņēma ar prieku. Viņam taču arī nebija citu iespēju, jo viņš nevarēja brīvi pārvietoties no vienas vietas uz otru. Mīnhene atradās amerikāņu okupācijas zonā, bet Flensburga – angļu. Tomēr Vasiļevskim bija skaidrs, ka šis ir viņa problēmu tikai pagaidu risinājums.

Vācijas ekonomikas stāvoklis pēc zaudējuma karā bija bēdīgs, turklāt valsti pārpildīja bēgļi. No otras puses, paradoksālā kārtā Vasiļevskis nevarēja pretendēt uz emigrāciju uz citu valsti saskaņā ar ANO palīdzības programmu, jo viņš neskaitījās kā bēglis pēc tam, kad bija patvaļīgi pametis amerikāņu okupācijas zonu. Tomēr drīz Vašingtonā tika pieņemts

jauns likums par pārvietoto personu statusu, saistībā ar kuru Vasiļevskis ieguva tiesības pretendēt uz darbu citā valstī. Pirmais viņa mēģinājums iekārtoties darbā Austrālijā izrādījās nesekmīgs. Viņš aizrakstīja vēstuli uz Melburnu, bet saņēma noraidošu atbildi, jo observatorija tur tika slēgta. Viņam ieteica vērsties *Maunt Stromlo* observatorijā.

Taču Vasiļevskis jau bija izlēmis, ka meklēs vietu Amerikā. Arī šeit pirmais mēģinājums izrādījās nesekmīgs: no amerikāņu jūras kara flotes observatorijas Vašingtonā viņam paziņoja, ka pieņem darbā tikai tos, kuriem ir Amerikas pilsonība. Bet tūlīt pēc tam atnāca ilgi gaidītais ielūgums no Lika observatorijas, no tās direktora Šeina (*C.D. Shane*) ar piedāvājumu ieņemt asistenta posteni ar pieticīgu algu 2400 dolāru gadā. Vasiļevskis tūlīt pieņēma šo piedāvājumu.

Tai laikā viņam jau bija 42 gadi. Viss, ko viņš bija darījis astronomijā emigrācijā, bija tikai sporādiski. Tā pēc neilga kontakta ar Hopmani un pasniedzēja darba *UNRRA* universitātē pēc tam jūrskolā viņš kādu laiku sadarbojās ar Breslavas observatorijas un pēc tam Mīnhenes observatorijas bijušo direktoru Šēnbergu (*E.K.W. Schoenberg*) (Tartu Universitātes absolventu), apmeklēja zinātniskus kolokvijus. Tomēr Vasiļevskis nebija mierā ar zināmā mērā “veģētāciju” nometnē, viņš ilgojās pēc ista darba. Mīnhenē *American House* viņš atrada literatūru par Lika observatorijas 20 collu astrogrāfu. Viņš tik ļoti bija sasapņojis pēc darba ar to, ka, pēc viņa paša vārdiem, pat bija nedaudz vilies, kad pēc ierašanās Lika observatorijā viņš uzreiz stājās pie darba ar 36 collu astrogrāfu.

Tātad 1949. gadā Vasiļevskis ar ģimeni pārcēlās uz ASV. Sākumā viņš dzīvo observatorijas kopmītnē, bet sieva kopā ar dēlu un meitu – netālajā Berklijā, kur meita Velta (dz. 1930. g.) mācās universitātē, bet dēls (dz. 1936. g.) – koledžā. Tomēr diezgan ātri visa ģimene pārcēlās uz Berkliju, kur viņi sākumā irē dzīvokli pie pazīstamā amerikāņu astronoma R.J. Trimplera (*Trimpler*). Vasiļevska sieva sākumā pie-

pelnijās kā biroju apkopēja, kamēr atrada darbu specialitātē. Meita apvienoja darbu ar mācībām. R.J. Trimplers (kurš jau 1930. gadā bija atradis pārlicinošus pierādījumus par starpzvaigžņu absorbciju un tās ietekmi uz novērojamo zvaigžņu krāsu) rūpējās par Vasiļevska ģimeni, kopš tā bija ieradusies Lika observatorijā. Jau pēc gada Vasiļevsku ģimene iegādājās kādu pamestu māju. Pats Vasiļevskis, beidzot ticis atpakaļ pie iemīļotā darba, visu nedēļu pavadīja observatorijā, atgriežoties mājā tikai nedēļas nogalēs.

Šeit būs vietā isi pakavēties pie Lika observatorijas vēstures. Te Vasiļevskis strādāja vairāk nekā 30 gadus un izauga par pasaules klases speciālistu zvaigžņu pozīciju mērījumu automatizācijā ar fotogrāfiskās astrometrijas metodēm. Lika observatorija pieder pie pasaules vecākajām augstkalnu observatorijām. Tā atrodas apmēram 1300 metrus virs jūras līmeņa uz Hamiltona augstienes netālu no Sanhosē pilsētas Kalifornijā. Observatorija sāka darboties jau 1888. gadā un nosaukta ekscentriskā amerikāņu miljonāra Dž. Lika (*J. Lick*) vārdā. Viņš uzdāvāja trīs miljonus dolāru, lai varētu nopirkt tai laikā labāko 36 collu refraktoru, un deva rīkojumu, lai observatorija būtu Kalifornijas universitātes astronomiskās nodaļas īpašums. Tiek stāstīts, ka savas dzīves laikā Dž. Liks nekad nav uzbraucis Hamiltona virsotnē, lai papriecātos par savu veiktajumu. Tomēr viņš deva rīkojumu, lai viņu apglabātu Hamiltona virsotnē. Dž. Liks atdusas 36 collu teleskopa pamatnē. Tieši ar šo teleskopu Vasiļevskis iesāka savus novērojumus observatorijā.

Šo instrumentu daudzu gadu laikā izmantoja arī Mēness, planētu un dubultzvaigžņu novērojumiem. Ar tā palīdzību atklātas 5000 dubultsistēmas, noteikti radiālie ātrumi vairāk nekā diviem tūkstošiem zvaigžņu, kas deva iespēju izmērīt Saules kustību telpā. 1959. gadā Lika observatorijā iesākās novērojumi ar jauno trīs metru reflektoru. Šeit primārajā fokusā varēja iegūt zvaigžņu un miglāju fotogrāfijas, spektrogrammas un elektro-

fotometrijas mērījumus, bet Kudē un Kasegrēna fokusos – augstas dispersijas spektrus. Pirmo reizi pasaulē novērojumi Kasegrēna fokusā un to redukcija bija pilnīgi automatizēti, bet novērojumu dati tika tieši ievadīti datorā. Interesanti atzīmēt, ka tieši ar šo teleskopu amerikāņu projekta *Apollo-11* ietvaros pirmo reizi tika veikta Mēness lāzerlokācija. Lāzera stars tika vērsts uz Mēnesi, atstarots no reflektora, kuru astronauti bija tur uzstādījuši, un uztverts teleskopā. Tādā kārtā pēc lāzera impulsa ceļošanas laikā tika precizēts attālums starp Zemi un Mēnesi.

Sākumā Vasiļevskis darba laikā pildīja dubultzvaigžņu pētījumu programmu, ko bija sastādījis viņa kolēģis R.M. Džeferss (*Jeffers*). Bet visu brīvo laiku viņš veltīja fotogrāfiskās fotometrijas problēmām pēc savas personīgās programmas. Direktors C.D. Šeins atzinīgi un ar izpratni izturējās pret Vasiļevska darbu. Jau 1950. gadā Vasiļevskis publicēja pirmo zinātnisko rakstu žurnālā *Astronomical Journal (AJ)* [3] par iespēju izmantot visu fotoplates 17×17 collu laukumu zvaigžņu fotogrāfiskai fotometrijai. Pēc trim gadiem viņš šai pašā žurnālā publicēja metodiskā ziņā svarīgu rakstu, kas veltīts zvaigžņu īpatnējo kustību problēmai un iespējām saistīt klasiskos pozīciju novērojumus uz meridiānriņķa ar analogiem mērījumiem, kuri veikti pēc fotogrāfiskās fotogrāfijas metodēm ar astrogrāfu [4].

Vasiļevskis arvien drošāk jūtas jaunajā vidē. Kad zinātniskajos izdevumos parādās viņa pirmās publikācijas, viņa vārds kļūst pazīstams astronomiskajās aprindās. Daļēji to sekmē arī apstākļi, ka viņa meita Velta Zēbergs kopā ar ievērojamo astronomu Oto Strūvi publicē zinātniski populāru grāmatu *XX Century Astronomy (20. gadsimta astronomija)*, kas pēc tam tulkota daudzās pasaules valodās. Taču Oto Strūve bija astronoms ar ļoti plašu redzesloku (viņš ilgu laiku bija arī *Astrophysical Journal* galvenais redaktors), viņam bija patiesa interese par padomju astronomu darbiem un dažus gadus (1953–1956) viņš bija organizējis galveno PSRS as-

tronomisko publikāciju tulkošanu angļu valodā. Bez tam viņa vecvectēvs Vilhelms Strūve bija Tartu un Pulkovas observatoriju dibinātājs, bet tēvs Ludvigs Strūve arī bija sācis savu astronomisko karjeru Tartu, bet vēlāk kļuvis par Harkovas observatorijas direktoru.

O. Strūve piesaistīja šai darbā arī Vasiļevski. O. Strūves biogrāfijas dramatiskie notikumi (steidzīga emigrācija, drīzāk bēgšana no Krievijas ar pēdējo kuģi no Krimas kopā ar barona Vrangeļa atkāpjošos armiju) katrā ziņā kāpināja viņa interesi par astronomijas un astronomu likteni viņa bijušajā dzimtenē. Var spriest, ka viņu biogrāfiju līdzība, Vasiļevska zinātniskā erudīcija un, galvenais, uzticība tām pašām zinātniskajām disciplinām, kurās kļuva slavens Strūves astronomiskā dinastija, imponēja Oto. Līdz pat tādai pakāpei, ka viņš piedāvā Vasiļevskim nolasīt Berklijas universitātē debess mehānikas kursu. Lika observatorijas direktors neiebilst un, pēc Vasiļevska vārdiem, pat šo nodomu virzīja.

Vasiļevskis, kurš bija paradis ļoti atbildīgi izturēties pret saviem uzdevumiem, nelabprāt to uzņēmās, saistot minēto norunu ar noteikumu, ka tā attiecas tikai uz vienu akadēmisko gadu. Pēc gada Kanninghams (*J. Cunnigham*), kurš jau agrāk lasījis orbītu teorijas kursu, pārņēma Vasiļevska darbu. Tomēr iesākums jau bija un tai laikā Oto Strūve turpināja domāt par Vasiļevski. Viņš bija nopietni ieinteresēts, lai Vasiļevskis arī turpmāk lasītu Berklijas astronomiskajā nodaļā klasiskās astronomijas un ģeodēzijas kursus, kur Vasiļevskim jau sen bija gūta bagātīga pieredze savā dzimtenē, Latvijā.

No savas puses Oto Strūve sapņoja par tā darba turpinājumu, ko bija iesācis vēl viņu astronomiskās dinastijas pamatlicējs. Caur fundamentālo pētījumu fondu (*US National Science Foundation*) viņš sāk meklēt Vasiļevskim akadēmisku posteni. Veidojas strīds starp O. Strūvi un Lika observatorijas direktoru

C.D. Šeinu. Tā kā pēdējais sākotnēji nevarēja piedāvāt Vasiļevskim posteni pie sevis observatorijā, viņš piedāvāja izlīgumu: saskaņā ar viņa plānu Vasiļevskim 50% laika vajadzēja veltīt Lika observatorijai, bet palikušo laiku darboties Strūves labā Berklijas universitātē. Bet Oto Strūve nebija tas cilvēks, kas būtu radis dalīties ar kādu. "*Visu vai neko!*" – tāda bija viņa devīze. Strīds izbeidzās C.D. Šeina labā. Jau 1954. gadā viņam izdevās izkārtot Vasiļevskim akadēmisku posteni, un Strūvem nācās piekāpties. Nostiprinājies Lika observatorijā, Vasiļevskis vairs nedomā par kādu citu darbu.

Pēc kara laika un Otrā pasaules kara križu un satricinājumu laika emigrācijas Vasiļevskis sāka nopietnu zinātnisku karjeru 42 gadu vecumā (pilnīgi unikāls gadījums vismaz mūsdienu astronomijā!). Pateicoties fanātiskai uzticībai, neatlaidībai un darba spējām, Vasiļevskis guva ievērojamus rezultātus, publicēdams vairāk nekā 50 zinātnisku darbu, kas iznākuši galvenokārt vadošos astronomiskos izdevumos *Astronomical Journal* un *Astrophysical Journal*.

Mums atliek vēl tikai piebilst, ka gadu pirms savas septiņdesmitgades Vasiļevskis atkal apmeklēja dzimteni, Latviju. Diemžēl pavisam maz viņam pietrūka līdz Latvijas valstiskas neatkarības jaunā atgūvuma: ievērojamā latviešu astronoma dzīves ceļš pārtrūka 1988. gadā.

Avoti

1. *I. Pustiļņiks. "E. Epiks un Tartu astrofizikas un zvaigžņu astronomijas skola (1922–1945)" – ZvD, 1996. g., rudens, 36.–39. lpp.*
 2. *В.Л. Бронштэн, И. Пустыльник. Монографія «Эрнст Юлиус Эник (1893–1985)», 2002.*
 3. *AJ, 56, 107–109, 1950.*
 4. *AJ, 58, 126–128, 1953.*
- No krievu valodas tulkojusi N. Cimahoviča*

IGAUNŪ ASTROFIZIKĪM AKSELAM KIPERAM – 100

Šā gada 5. novembrī paiet 100 gadu, kopš dzimis izcilais igauņu astrofiziķis – zvaigžņu un miglāju pētnieks un zinātnes organizators Igaunijas Zinātņu akadēmijas akadēmiķis, profesors Aksels Kipers (*Aksel Kipper*). A. Kipers dzimis Vilandes apriņķī agronoma ģimenē. Mācījies Vilandes ģimnāzijā (1919–1926), Tartu Universitātes dabaszinātņu un matemātikas fakultātē (1926–1930). 1930. gadā ieguvis maģistra grādu, aizstāvot maģistra darbu “*Par vaļējās kopas M 39 blīvumu un tā aprēķināšanu*”, un sācis strādāt par asistentu Tartu observatorijā.

Turpmākajā darbā A. Kipers pievēršas galvenokārt noteikta zvaigžņu tipa – cefeīdu – fizikai un 1939. gadā savus pētījumus apkopo doktora disertācijā “*Par gāzes kustību pulsējošā zvaigznes atmosfērā*” un to sekmīgi aizstāv. 1941. gadā A. Kipers kļūst par Tartu Universitātes profesoru un no 1944. gada vada fizikas katedru. Kopš 1946. gada A. Kipers ir Igaunijas ZA (IZA) akadēmiķis un IZA viceprezidents (1946–1950).

Pētniecības darbā no 1950. gada A. Kipers pievēršas zvaigznēs notiekošo magnetohidrodinamisko procesu analīzei.



1954. gada 30. jūnija pilnā Saules aptumsuma laikā pie Šilutes Lietuvā Aksels Kipers (*centrā*) Latvijas ekspedīcijas laukumā sarunā ar Latvijas ZA akadēmiķi mikrobiologu A. Kirhenšteinu. *Blakus* Latvijas astronomi: Latvijas Valsts universitātes docents K. Šteins (*pirmais no kreisās*) un LZA astronomu ekspedīcijas vadītājs J. Ikaunieks (*pirmais no labās*).

AI Astrofizikas observatorijas fotoarhīvs

Seminārs par kosmogonijas jautājumiem 1962. gadā. Semināra dalībnieki pie Teraveres observatorijas vēl nepabeigtās galvenās ēkas ieejas. Aksels Kipers sēž *pirmajā rindā otrais no kreisās puses*. Blakus viņam igauņu astronoms G. Kuzmins (*galējais*) un Maskavas astronoms V. Safronovs.

A. un Z. Alkšņu ģimenes fotoarhīvs





Teraveres observatorijas atklāšanas dienā 1964. gadā. *Centrā* A. Kipers ar gaišu plātmali.

A. un Z. Alkšņu ģimenes fotoarbūs

dažādu zinātnisko izdevumu redaktors.

A. Kipers ir iniciators IZA Fizikas, astronomijas un mehānikas institūta dibināšanai 1947. gadā, ko 1952. gadā pārveido par Fizikas un astronomijas institūtu, kuru viņš arī vada līdz 1973. gadam, kad in-

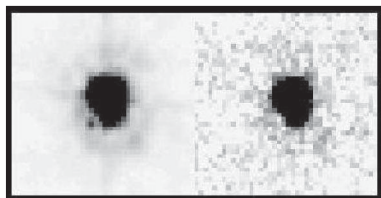
visizcilākais A. Kipera zinātniskais sasniegums ir planetāro miglāju nepārtrauktā spektra rašanās izskaidrošana ar ūdeņraža atomu $2s \rightarrow 1s$ elektronu pāreju, ko vienā elementārprocesā pavada divu fotonu emisija. Nozīmīgi ir arī viņa pētījumi kosmoloģijā un novu, mirīdu un meteoru pētījumi. A. Kipers bijis arī aktīvs zinātnes popularizētājs un

institūts sadalās divos – Fizikas institūtā Tartu pilsētā un Astrofizikas un atmosfēras fizikas institūtā – Teraveres observatorijā, kuras ēkām pamatus sāka likt jau 1958. gadā Tartu tuvumā, bet svinīgi atklāja 1964. gadā.

1974. gadā A. Kipers aiziet pensijā, bet turpina zinātnisko darbību, līdz 1984. gada 25. septembrī ilgstoša slimība izbeidz viņa dzīvi. 🐦

JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ

Par Polārzcvaigzni Starptautiskās astronomijas savienības 24. simpozijā 2007. gadā ziņoja astronomu grupa, kas pārstāv vairākas ASV observatorijas un universitātes, kā arī Romas universitāti Itālijā. Pamatojoties uz nesenajiem novērojumiem, viņi no jauna novērtēja Polārzcvaigznes masu un sprieda par to, ar cik citām zvaigznēm tā ir sasaistīta vienā sistēmā jeb vairākkārtīgā zvaigznē. Polārzcvaigzne ir pārmilzis un



Polaris Aa un Ab attēls (pa kreisi), kas iegūts ar HKT 2005. g. 2. augustā, pavadonis ir melnais kvadrātiņš pa kreisi uz leju no Polārzcvaigznes attēla. Polaris B attēls tai pašā mērogā (pa labi).

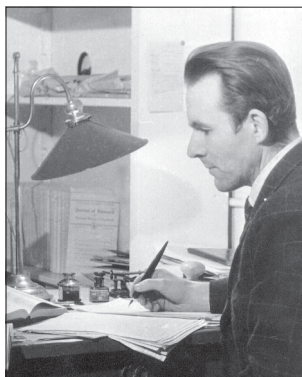
N. R. Evans et al., astro-ph/0609759

pieder pie cefeīdu tipa maiņzvaigznēm. Jau vairāk nekā 10 gadus ir zināms, ka no Polārzcvaigznes 19 loka sekunžu attālā un par sešiem zvaigžņlielumiem vājākā zvaigzne *Polaris B* pasaules telpā kustas tāpat kā Polārzcvaigzne. Tāpēc to uzskata par Polārzcvaigznes pavadoni. Par otra pavadona *Polaris Ab* eksistenci līdz šim bija atrodamas liecības tikai zvaigžņu spektrā un noteikts, ka tā apriņķošanas periods ir 30 gadi. Minētajai pētnieku grupai ar Habla kosmisko teleskopu ir izdevies iegūt pavadona *Polaris Ab* attēlu. Tas redzams tikai 0,176 loka sekundes no pašas Polārzcvaigznes (*sk. attēla*). Līdz ar to ir izdevies arī noteikt, ka Polārzcvaigznes masa ir $5,0 \pm 1,5$ Saules masas, bet tuvā pavadona masa ir $1,38 \pm 0,61$ Saules masas. Šie ir provizorisks rezultāti, kurus paredzēts precizēt turpmākajos novērojumos.

A. A.

JANIS JANSONS

FIZIKAS DOCENTS ALFONS APINIS (1911–1994)



Docents Alfons Apinis ir pirmais Latvijas Universitātes (LU) sagatavotais speciālists teorētiskajā fizikā. Viņš ir publicējis pirmos darbus kodolfizikā Latvijā, kā arī izstrādājis nozīmīgus darbus teorijā par mainīgu miera masu un starojoša ķermeņa kustību, kas svarīgi kosmosa apgūšanai.

Alfons Apinis dzimis 1911. gada 8. februārī Valmieras apriņķa Katvaru pagasta *Ozolos* muižas kalpu Augusta un Elzas (dzim. Jansone) ģimenē. Tajā piedzima septiņi bērni, no tiem divi nomira bērnībā, bet četri ieguva augstāko izglītību. Vecāki ar centīgu darbu no graudniekiem un rentnie-

kiem kļuva par savu māju īpašniekiem, iekopjot laukus un uzbūvējot visas nepieciešamās saimniecības ēkas.

Alfons jau no piecu gadu vecuma ganīja cūkas, no septiņu – govis, bet no desmit līdz divdesmit gadiem pildīja lauku puīša pienākumus. Arī visā turpmākajā dzīvē viņš parasti atvaļinājumus pavadīja *Ozolos*, strādādams lauku darbus kā jaunības dienās – arot, mēslojot, pļaujot sienu un novācot ražu.

Mācības Alfons sāka Briņķu skolā. 1918. gadā turpināja izglīties Limbažu Valsts pamatskolā un vidusskolā, gūstot teicamas sekmes eksaktajās mācībās, kā arī pastiprināti apguva svešvalodas. Vecāki bērniem irēja dzīvokli Limbažos, lai viņiem nebūtu jātērē laiks ceļā no mājām uz skolu un atpakaļ, un algoja virēju, kura gatavoja ēdienu. Alfons pēc vidusskolas beigšanas 1928. gadā iestājās LU Matemātikas un dabas zinātņu fakultātē (MDZF), lai studētu fiziku. Lidztekus strādāja, pelnīdams mācību naudu.



1. att. Augusta un Elzas Apinju (vidū) ģimene. Stāv otrs no labās puses Alfons.



2. att. N. Bors kopā ar skolniekiem 1936. gadā. *Pirmajā rindā vidū sēž N. Bors, otrajā rindā pirmais no labās puses – A. Apinis.*

Studentu A. Apini 1932. gada novembrī Fizikas institūta (FI) direktors F. Gulbis pieņēma darbā par subasistentu. Viņš palīdzēja doc. F. Gulbim lekcijās un vadīja studentiem laboratoriju darbus. Doc. F. Gulbis izīrēja A. Apinim nelielu dzīvokli savā privātajā mājā Pārdaugavā, Krūtes ielā 6. A. Apinis darbojās arī studentu Matemātikas biedrībā un daudz lasīja pasaules literatūru specialitātē, īpašu vērību veltot teorijai. LU viņš pabeidza 1935. gadā ar zinātņu kandidāta darbu teorijā par kosmisko staru absorbciju atmosfērā. Tajā viņš, izmantojot jaunās kvantu mehānikas matemātisko aparātu un bāzējoties uz Borna sadursmju metodi un Diraka starojumu teoriju, aprēķinājis kosmiskā elektrona sadursmes procesa ar atoma kodolu efektīvo šķērsgrīzumu un izvedis absorbcijas izteiksmi. Viņu atstāja FI gatavoties akadēmiskam darbam.

1936. gadā A. Apinis saņēma Dānijas valdības stipendiju uz vienu gadu un nokļuva Kopenhāgenas universitātes Teorētiskās fizikas institūtā pie Nobela prēmijas laureāta N. Bora (2. att.). Tur sadarbojās ar ievērojamiem fiziķiem V. F. Veiskopfu, O. T. Frišu un K. F. Veiczekeru. Viņš pētīja atomu kodolu un supravadišanas teoriju. Pētījumu rezultātus publicēja LU Rakstu krājumā. Viņa raksti ir pirmo zinātnisko darbu publikācijas Latvijā at-

tiecīgajās fizikas jomās. No Dānijas A. Apinis atgriezās 1937. gada jūlijā, bet oktobrī viņu iesauca karaklausībā līdz 1939. gada martam. Dienēja smagās artilērijas pulkā, kur viņa teorētiskās mehānikas zināšanas lieti noderēja ballistikas rēķinos. Pēc tam A. Apinis turpināja strādāt FI par subasistentu, bet no 1940. gada 1. janvāra par jaunāko asistentu, pamatā vadīdams studentiem laboratoriju darbus (3. att.).

Pirmajā padomju okupācijas laikā A. Apini 1940. gada 1. oktobrī iecēla par jaundibinātās Fizikas un matemātikas fakultātes (FMF) doc. vietas izpildītāju (v. i.). Sākoties vācu okupācijai, kad atjaunoja MDZF, atkal



3. att. Jaunākais asistents A. Apinis pieņem studentu laboratoriju darbus.

kļuva par jaunāko asistentu, 1942. gada 1. janvārī – par asistentu. 1943. gada decembrī viņš iesniedza habilitācijas darbu par mainīgas miera masas teoriju un pēc aizstāvēšanas no 1944. gada 1. janvāra tika ievēlēts par vecāko asistentu. 1943. gadā LU litogrāfiski izdeva A. Apiņa lekciju kursu kvantu mehānikā.

A. Apinis 1940. gada 15. septembrī apprecējās ar skolotāju Elzu Vitolu, Latvijas Mājturības institūta absolventi. Viņi kāzas nosvinēja tautiskā veidā *Ozolu* mājās. Ģimene dzīvoja pie ārkārtas profesora F. Gulbja. Viņiem gadu gaitā piedzima seši bērni: divi dēli un četras meitas. 1944. gada vasarā F. Gulbis ar ģimeni devās bēgļu gaitās uz Vāciju. Viņš atstāja savu māju un iedzīvi A. Apinim līdz laikam, kad atkal atgriezīsies dzimtenē.

Pēc Rīgas otrreizējās padomju okupācijas 1944. gada oktobrī A. Apinis palika dzimtenē. Ar citiem palikušajiem darbiniekiem, pārvarot lielas grūtības, sakārtoja kara izpostītās LU telpas un iekārtas. Jau 1945. gada janvārī atsākās mācības atjaunotajā FMF. Fizikas nodaļā izveidoja divas katedras: Eksperimentālās fizikas un Teorētiskās fizikas katedru. Par otrās vadītāja v. i. norīkoja A. Apini, ieceļot 1944. gada 13. decembrī docenta v. i. amatā. A. Apinis kā liels speciālās literatūras pārzinātais piedalījās Universitātes bibliotēkas sakārtošanā.

1945. gada beigās A. Apinis LU aizstāvēja fizikas un matemātikas zinātņu kandidāta disertāciju par mainīgas miera masas teoriju. Šī teorija izskaidroja daudzpakāpju raķešu principu, kas raķetes pēdējai pakāpei daudz efektīvāk ļauj iegūt lielu ātrumu nekā vienkāpes gadījumā. Maskavā Augstākā atestācijas komisija apstiprināja viņam docenta nosaukumu, bet noraidīja fizikas un matemātikas zinātņu kandidāta grādu, jo saņēma sliktu A. Apiņa personības raksturojumu. Tajā rakstīts, ka A. Apinis nav atbrīvojies no buržuāziskās zinātnes uzskatiem, neslavina krievu un padomju zinātni un uzskata, ka filozofija traucē zinātnē.

Kad 1946. gadā dibināja Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Fizikas un matemātikas institūtu, par fizikas sektora vadītāju darbu savienošanas kārtībā iecēla A. Apini. Bet arī tur par viņu krājās sliktas izziņas Latvijas Komunistiskās partijas Centrālās komitejas (LKP CK) birojam. Tādēļ 1948. gadā viņš bija spiests atstāt šo darbu.

Avīze *Padomju Students* 1947. gada 18. novembrī publicēja rakstu *Kāpēc franciski?* To studentu grupas vārdā bija uzrakstījis FMF students L. Reiziņš. Viņš sūdzējās, ka A. Apinis izcilā krievu zinātnieka Žukovska uzvārdu rakstot uz tāfeles franciski *Youkovsky* un, sagrozot mācību programmu, noniecinot gan viņa, gan Čaplīgina nopelnus. A. Apinis iesakot mācīties no angļu un vācu grāmatām, bet nevis no tām krievu un padomju grāmatām, kas dabūjamas Universitātes bibliotēkā. Nobeigumā L. Reiziņš rakstīja, ka tādiem mācību spēkiem kā docents Apinis jāaizmirst buržuāzisko laiku paražas – pielūgt Rietumu kultūru un neredzēt kaimiņu krievu dižo kultūru un padomju zinātnes sasniegumus.

A. Apinim nācās rakstīt paskaidrojumu mācību prorektoram par publikācijā skartajiem jautājumiem. Tas uzrakstīts uz piecām lapām, kur 15 punktos atspēkoti studenta L. Reiziņa apgalvojumi, pieminot arī to, ka autors kavējis lielu daļu no lekcijām un tāpēc vāji zina apskatāmo priekšmetu.

1949. gada 15. decembrī doc. A. Apini atbrīvoja no katedras vadītāja pienākumiem. Tā bija lielinieku darbība pret personām, kas palika uzticīgas zinātnē un tēvzemei. Viņa vietā par katedras vadītāju iecēla no Maskavas atsūtīto N. Kūņinu. LVU rektors J. Jurgens 1950. gada 29. jūlijā parakstīja izziņu LKP CK par kadriem Universitātē. Tajā teikts, ka no 1949. gada marta esot atbrīvots 121 mācību spēks (20% no kopskaita) un 866 studenti, uzskatot tos par sociāli bīstamiem. Uzskaitīti vēl 18 neuzticami darbinieki, starp kuriem minēts arī A. Apinis, kurus LVU vadība turpmāk atbrīvos no amatiem.

Pēc gada – 1950. gada 12. jūnijā – rektors

parakstīja vēstuli PSRS Augstākās izglītības ministrijas Universitāšu galvenās pārvaldes priekšniekam, kurā izteikts lūgums atļaut atbrīvot doc. A. Apini no amata kā neatbilstošu prasībām, kas izvirzītas augstskolu darbiniekiem, uzskaitot daudzās viņa sliktās īpašības. Atbildē, kas parakstīta 4. jūlijā, teikts, ka galvenā pārvalde neiebilst pret A. Apiņa atbrīvošanu no amata. Tomēr viņu vēl neatbrīvoja – laikam speciālistu trūkuma dēļ.

Pēc kara F. Gulbja mājā ar plašo dārzu, ko uzraudzīja un kur dzīvoja A. Apiņa ģimene, bieži pulcējās bijušie LU FI darbinieki ar savām ģimenēm, lai atzīmētu kādus svētkus. Parasti tad visi kopā nodziedāja arī dziesmu “Pie tēvu zemes dārgās...”, pieminot savus bijušos darba biedrus, kas izklīduši pasaulē. F. Gulbja māja un dārzs bija kā oāze tuksnesī pretstatā tad valdošajai gaisotnei LVU, kur bija nepārtraukti jāuzmanās, lai nekristu lielinieku nežēlastībā.

Uz LVU 1953. gada aprīļa beigās atnāca vēstule no tiesas par to, ka A. Apinis 1950. un 1951. gadā ir ēdinājis un uzturējis pie sevis bēguļojošo K. Rulleru, kurš izbēdzis no filtrēšanas nometnes. Viņš A. Apinim bija tulkojis darbus *Масса и энергия* un *Основные проблемы физики*. Vēstulē prasīts pieņemt mērus, lai tāds nestrādātu LVU. Tomēr arī šoreiz A. Apinim izdevās pierādīt savu nevainību, jo K. Rullers esot viņa bijušais kaimiņš no Katvaru pagasta, bet par viņa bēguļošanu neko neesot zinājis.

A. Apiņa vecākais brālis Arvīds Eduards Apinis (1907–1979) bija pabeidzis LU MDZF kā biologs un 1944. gadā emigrējis uz Rietumiem. Lielbritānijā aizstāvējis doktora grādu un kļuvis par profesoru. Tur viņš bijis arī Latvijas Nacionālās Padomes Lielbritānijā loceklis un Austrumanglijas Evaņģēliski luteriskās draudzes priekšnieks un ērgelnieks. Vidējais brālis Alberts Apinis (1909–1983) absolvēja Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas (LLA) Agronomijas fakultāti, kļūdams par selekcionāru Priekuļos. Viņš selekcionējis jaunas aboliņa, zirņu un stiebrzāļu šķirnes. Māsa Val-

da Apine (1915–1996) absolvēja LU Filoloģijas fakultāti. Viņu 1945. gadā arestēja kā “buržuāzisko nacionālisti” un turēja sešus mēnešus “čekas” pagrabos Stabu ielā. Viņa bija sadarbojusies ar intelektuāļu grupu, kuras pulcinātājs bija rakstnieks E. Ādamsons (1907–1946). Vēlāk viņa varēja tikai strādāt par koordinatori Latvijas Valsts izdevniecībā un pēc tam izdevniecībā *Liesma*.

Rektors J. Jurgens 1955. gadā saņēma no Maskavas Galvenās universitāšu, ekonomisko un juridisko institūtu pārvaldes 12. aprīlī rakstītu vēstuli, kurā dots rīkojums no LVU uz LLA pārcelt vienu fizikas asistentu, lai tur celtu mācību spēku zinātnisko kvalifikāciju. Beidzot bija radies iemesls, kā LVU vadība varēja atbrīvoties no A. Apiņa. Asistenta vietā uz LLA komandēja doc. A. Apini ar PSRS Augstākās izglītības ministrijas 1955. gada 2. augusta pavēli Nr. 1532–k. Raksturojumā no LVU bija teikts, ka A. Apinis ir mēģinājis veikt patstāvīgus pētījumus dažādās fizikas jomās, bet pēdējo gadu pieredze parādījusi, ka sakarā ar zinātnisko interešu sadrumstalotību viņam tas nav bijis pa spēkam, lai būtu produktīvs.

Doc. A. Apinis no 1. septembra sāka strādāt LLA. Tas viņam nāca tikai par labu. Tur valdīja cits gars, jo darbinieki un studenti bija laucinieki, kurus lielinieki nespēja daudz ietekmēt. No 1956. gada marta A. Apini iecēla par Fizikas katedras vadītāja v. i. saistībā ar bijušās katedras vadītājas K. Ozolas nosūtīšanu aspirantūrā. Viņš iekārtoja katedru un laboratorijas atjaunotajā Jelgavas pili, iesaistīja studentus zinātniskajā darbā un pats veica pētījumus. LLA padomes 1958. gada 25. aprīļa sēdē viņu ievēlēja par Fizikas katedras vadītāja v. i. ar rezultātu: 34 – par, bet 5 – pret. Lielā darba slodze, ģimenes rūpes (6 bērni) pasliktināja veselību. 1963. gada 16. janvārī A. Apinis priekšlaikus atkāpās no katedras vadības, turpinot strādāt par docentu. Lūgumā rektoram P. Zariņam par atbrīvošanu no katedras vadītāja amata A. Apinis uzskaita trīs iemeslus: 1) viņš vēlas noformēt un aizstāvēt disertāciju, 2) intensīvais darbs fizikas mācību

grāmatas rakstīšanai, 3) nelaires gadījums – kontūzija.

Fizikas grāmatas rakstīšanu A. Apinis pa-
beidza tajā pašā gadā. Pēc F. Gulbja fizikas
mācību grāmatas *Eksperimentālā fizika* trīs
sējumos, kurus izdeva 20. gados, tā ir pirmā
un vienīgā reize, kad viens autors sarakstījis
latviski grāmatu pilna fizikas kursa apjomā.
To izdeva 1967. gadā. Pēc pieciem gadiem
izdeva šīs grāmatas pārstrādāto izdevumu, bet



4. att. Docents Alfons Apinis ar kundzi Elzu viņa
80 gadu jubilejas svinībās 1991. gada februārī.

1992. gadā izdeva fizikas grāmatu, kurā A.
Apinis ir līdzautors.

Zinātnes laukā doc. A. Apinis aizrāvās ar
teorijas izstrādāšanu starojoša ķermeņa kustī-
bai. Faktiski tā ir gaismas jeb fotonu raķetes
teorija. Rezultātus viņš publicēja trīs pub-
likācijās LLA Rakstu krājumā no 1959. līdz
1962. gadam. Kaut gan izstrādātā teorija bija
ļoti svarīga astronautikai, tomēr viņam neiz-
devās šo darbu iesniegt un aizstāvēt kā di-
sertāciju, lai iegūtu fizikas un matemātikas
zinātņu kandidāta grādu. Tam par iemeslu bi-
ja viņa savrupā zinātniskā darbība.

Turpmāk A. Apinis nodarbojās ar spek-
trofotometriju sulu kvalitātes noteikšanai,
ūdens molekulu struktūras un ūdens fizikālo
īpašību pētniecību, šajos darbos plaši iesaist-
tot studentus. Lasot lekcijas un zinātniskajā
darbā ar studentiem pagāja laiks līdz 1983.
gada 1. augustam, kad viņš aizgāja pensijā
(4. att.). A. Apinis mira 1994. gada 10. ok-
tobrī Rīgā. Viņu apbedīja dzimtas kapos



5. att. Docents Alfons Apinis 1991. gadā.

Umurgā. Doc. A. Apinis (5. att.) palicis prātā
kā nelokāms latviešu tautas un zinātnes pat-
riots ar tālāku un augstāku dzīves skatījumu
nekā daudziem no mums.

Izmantotie avoti

1. Latvijas Valsts Vēstures arhīvs, 7427. f., 13. apr.
66. l., 109 lp.
2. Latvijas Lauksaimniecības universitātes arhīvs,
3224. lieta, 70 lp.
3. K. Vārtukapteinis. Docenta Alfona Apiņa gai-
tas Universitātē un Lauksaimniecības akadē-
mijā. / International Conference Engineering
Problems of Physics Concerning Agriculture.
Scientific Conference Dedicated to the 60-th
Anniversary of Department of Physics, Septem-
ber, 17, 1999. Jelgava, 1999, 16.–24. lpp.
4. E. T. Vaivode. Arturs Apinis un dabas māci-
ba. – “Laikmets un personība” rakstu krājums,
zinātniskā redaktore A. Krūze, Izdevniecība *Ra-
Ka*, 2006, 116.–179. lpp.

A. Apiņa galvenās publikācijas

1. A. Apinis. Zur Wechselwirkung zwischen den
schweren Teilchen nach der Theorie von Fer-
mi. – LU Raksti, Mat. un dab. zin. fak. sērija
III 4., 1938, 115.–122. lpp.
2. A. Apinis. Piezīmes par supravadišanas dabu. –
LU Raksti, Mat. un dab. zin. fak. sērija III 8.,
1939, 265.–272e. lpp.

3. A. Apinis. Kvantu mehānika. Lekciju kurss. – LU Grāmatnīca, 1943, 120 lpp.
4. A. Apinis, L. Jansons. Pusvadītāji un to izmantošana. – LVI, Rīgā, 1958, 88 lpp.
5. A. A. Апинис. Основы теории движения излучающего тела (I–II). – LLA Raksti, VIII sēj., 1959, 94.–108. lpp.
6. A. A. Апинис. Основы теории движения излучающего тела (III–IV). – LLA Raksti, X sēj., 1960, 190.–209. lpp.
7. A. A. Апинис. Уравнение движения излучающего тела в обобщенных координатах. – LLA Raksti, XI sēj., 1962, 146.–150. lpp.
8. A. Apinis. Fizika. – Rīga: Zvaigzne, 1967. – 840 lpp.
9. A. Apinis. Fizika. 2. pārstr. izd. – Rīga: Zvaigzne, 1972. – 708 lpp.
10. Fizika. / A. Valters, A. Apinis, M. Ogrīņš u. c. – Rīga: Zvaigzne, 1992. – 734. lpp.

JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ

Soli tuvāk Kosmiskajai vīzijai 2015–2025. Atsaucoties ESA uzaicinājumam 2007. gada marta sākumā, marta beigās ESA saņēma vairāk nekā 60 nodomu vēstules (*Letters Of Intent*). Entuziasms un liels skaits atbilžu no Eiropas zinātniskās sabiedrības iezīmēja pirmo soli ESA Zinātniskajā programmā 2015.–2025. gadam – *Cosmic Vision 2015–2025* (iesniegumu šoreiz bija par 50% vairāk nekā uz iepriekšējo aicinājumu 1999. gada oktobrī). Ieceres ietver misijas no Zemei tuvo asteroidu, Jupitera un tā pavadoņa *Eiropa* pētišanas līdz pavadoņiem, kas meklēs ūdeni uz Saturna mēneša *Enceladus*, pētīs Lielā Sprādziena radīto starojumu un pārbaudīs Visuma izplešanās teorijas, un kosmiskajiem kuģiem, lai apliecinātu patiesību par gravitāciju kā vienu no dabas fundamentālajiem spēkiem.

Patlaban ESA zinātnei ir nepiedzīvotu panākumu laiks – kosmiskajā telpā lido vairāk misiju nekā jebkad iepriekš: *Mars Express*, *Venus Express*, *CoRoT*, *Cassini*, *HST*, *SOHO*, *Cluster*, *Double Star*, *Ulysses*, *XMM–Newton*, *Integral*, *Rosetta*, *Hinode*, *Akari*. Vēl ir sagatavoti *Herschel* un *Planck*, ko palaidīs 2008. gada jūlijā, kam sekos *LISA Pathfinder*, *Gaia* un *JWST*. ESA Zinātniskajā programmā ir iekļauta arī misija *Bepi Colombo* Merkura pētišanai sadarbībā ar Japānas *JAXA*.

Tai pašā laikā Eiropas Kosmosa aģentūrai jāstrādā skopa budžeta robežās. Tas ir izaicinājums, jo zinātniskās misijas pēc savas patiesās būtības vienmēr dara to, kas nekad nav darīts iepriekš. Taču, apvienojot spēkus ar citām kosmosa aģentūrām (*NASA* u. c.), top nopietni saskaņotas misijas iepriekšējo sadarbību tradīcijā garā – tādu kā *Ulysses* un *SOHO*.

Līdz 29. jūnijam izskatīšanai iesniegtos detalizētos *Kosmiskās vīzijas 2015–2025* misiju priekšlikumus (*sk. <http://sci.esa.int/science-e/www/object/index.cfm?fobjectid=41177>*) var ievietot vienā no trim kosmiskās zinātnes laukiem: Astrofizika (19), Fundamentālā fizika (12), Saules sistēma (19). No šiem 50 projektiem ESA Kosmosa zinātnes padomdevēju komitejas un zinātnisko darba grupu novērtējuma (vai iespējamības) pētījumu sākšanai šā gada oktobrī tiks atlasītas trīs *M* klases (*medium* – vidēja lieluma projekts, kur ESA izmaksas nepārsniedz 300 milj. eiro) un trīs *L* klases (*large* – lielāks projekts, nepārsniedzot 650 milj. eiro izmaksas) misijas. Līdz 2011. gada beigām viena *M* un viena *L* klases misija tiks pieņemta īstenošanai attiecīgi 2017. un 2018. gadā.

No www.asd-network.com



Kosmosa pētišana. “Kad mūsu sabiedrība beigs lūkoties Visumā, ko mēs apdzīvojam, kad mēs pārtrauksim uzdot jautājumus par to, tad mūsu sabiedrība būs gatava pagrimt,” – Prof. Deivids Sautvuds (*David Southwood*), ESA Zinātnes direktors, vada ESA Zinātnes programmu kopš 2001. gada maija. ESA

I. P.

ARTURS BARZDIS

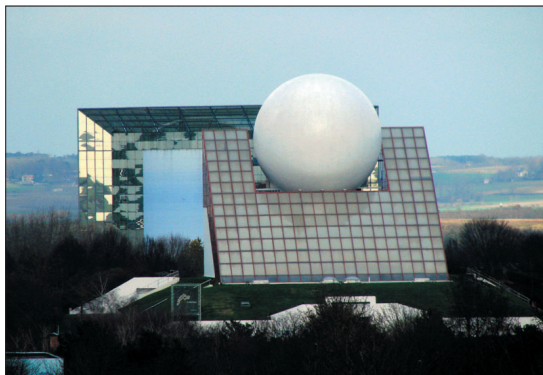
EIROPAS ASTRONOMIJAS NĀKOTNES VĪZIJAS

Eiropas astronomijas mūsdienu panākumi lielā mērā ir bijuši iespējami, pateicoties neatkarīgu, izkliedētu organizāciju apvienošanai. Visnozīmīgākās apvienības ir jau labi zināmās *ESO* (Eiropas Dienvidu observatorija), kas attīsta uz Zemes bāzēto Eiropas astronomiju, un *ESA* (Eiropas Kosmosa aģentūra), kura apvieno ārpusatmosfēras astronomijas interesentus. Lai attīstītu šo apvienošanās koncepciju un paplašinātu to uz visām astronomijas nozarēm un visu Eiropu, nepieciešams kopīgs, vispusīgs Eiropas astronomijas nākotnes skatījums. Šim nolūkam 2005. gadā dibinātās *ASTRONET* organizācijas pamatmērķi ir konstruēt Eiropas astronomijas nākotnes vīziju un izveidot vēlamo Eiropas astronomijas infrastruktūras attīstības plānu turpmākajiem 15–20 gadiem. *ASTRONET* centīsies aptvert visas astronomijas nozares un astrofizikālos objektus, sākot ar Sauli un Saules sistēmu un beidzot ar Visuma globālo struktūru, kā arī visas iespējamās novērošanas

pieejas. Par *ASTRONET* rīkoto sanākumi *Strong and competitive future for European astronomy*, kas notika Viļņā 2006. gadā, lasiet I. Eglīša rakstu *Zvaigžņotās Debess* 2006./07. ziemas numurā.

2007. gada 23.–25. janvāri Francijas pilsētiņas Poitjē nomalē, *Futuroscope* parkā norisinājās simpozijš *Eiropas astronomijas zinātnes vīzijas nākamiem 20 gadiem (A Science Vision for European Astronomy in the next 20 years)*, kurā 228 dalībnieki no 31 Eiropas valsts apsprieda iespējamo Eiropas astronomijas attīstību turpmākajos 20 gados un tai nepieciešamos resursus. Latviju šajā simpozijā pārstāvēja I. Eglītis, L. Začs un A. Barzdis.

Simpozija programma bija sadalīta četrās tematikās, kuras nodalīja dažādus astrofizikālo objektu tipus. Pirmajās divās simpozija dienās dalībnieki atkarībā no interesējošās tematikas sadalījās četrās grupās un diskutēja atsevišķi. Pirmā tematika skāra Visuma evolūciju, tumšās matērijas un tumšās enerģijas problemāti-



Divas no daudzajām neparastajām *Futuroscope* celtnēm Poitjē pilsētas nomalē. *Autora foto*

ku, gravitāciju, pārnovas un melnos caurumus, kosmiskās daļiņas. Otrā tematika tika veltīta galaktiku evolūcijai, ietverot arī mūsu (Piena Ceļa) galaktikas rašanos un attīstību. Trešā tematika aptvēra zvaigžņu un planētu evolūciju un rašanās noslēpumus, bet ceturta – Sauli, Saules sistēmu un dzīvības iespējamību tās robežās. Šo četru tematisko grupu dalībnieki deva slēdzienu par turpmāko pētījumu prioritātēm attiecīgajā astronomijas jomā un nepieciešamajiem resursiem.

Pēc pirmās grupas dalībnieku apspriedes prioritārie pētījumu virzieni attiecīgajā astronomijas nozarē ir šādi: tumšā enerģija un tumšā matērija; gravitācijas viļņi; melnie caurumi un pārnovas kā enerģijas avoti; ļoti lieli daļiņu paātrinātāji; vispārīgās relativitātes teorijas pārbaude vājos un stipros laukos. Nepieciešamie resursi: lielas virsmas radioviļņu observatorija; gravitācijas viļņu observatorija; kosmiskā mikroviļņu fona polarizācijas pētīšana; milzu optiskais un infrasarkanais staru teleskops; optiskais un infrasarkanais staru debess apskatu teleskops; lielas virsmas rentgenstaru teleskops un vēl daudzi citi instrumenti un, protams, datormodelēšana.

Otrās grupas izvirzītie prioritārie pētījumu virzieni: galaktiku un centrālo melno caurumu koevolūcija; aktīvo galaktiku kodoli; Visuma vielas “timekļa” evolūcija; tumšā matērija un tuvo galaktiku dinamika; tuvo galaktiku īpašības, zvaigžņu veidošanās un starpzvaigžņu vide; galaktiku magnētiskie lauki. Nepieciešamie resursi: 4–8 m ultravioletā diapazona kosmiskais teleskops; liels infrasarkanais staru teleskops; liela redzeslauka apskatu teleskops.

Kā jau varēja sagaidīt, visvairāk pētījumu virzienu nosprauda zvaigžņu un planētu pētīnieku grupa. Turpmākajos gados aktīvi centīsies pētīt šādas problēmas: zvaigžņu veidošanās – mikrofizika, turbulence, magnētiskie lauki; zvaigžņu veidošanās dažādie mehānismi; maza metālu daudzuma un pirmās paaudzes zvaigžņu rašanās; zvaigžņu kopas; zvaig-



LU AI Astrofizikas observatorijas vadītājs Ilmārs Eglītis pie simpozija norises ēkas.

Autora foto

žņu iekšienes fizika; zvaigžņu atmosfēras, hromosfēras un koronas fizika; evolūcija Hercšprunga–Rassela diagrammā; starpzvaigžņu vides ķīmiskā evolūcija; protoplanētāro disku struktūra un evolūcija; starpzvaigžņu putekļu evolūcija un planetezīmāļu veidošanās; citplanētu fizika; dzīvības detektēšana uz citplanētām, kā arī vēl daži citi virzieni. Nepieciešamie resursi: milzu optiskais un infrasarkanais staru teleskops ar augstas izšķirtspējas spektrogrāfu; kosmiskais infrasarkanais staru interferometrs; augsta leņķiskā izšķirtspēja milimetru un radioviļņu diapazonā; augstas izšķirtspējas infrasarkanā spektroskopija; ilgtermiņa fotometriskajam monitoringam paredzēta kosmiskā platforma asteroseismoloģijai; ļoti precīzi radiālo ātrumu novērojumi un astrometrija.

Pēdējās – ceturtais – grupas dalībnieki izvirzīja šādas nākotnes prioritātes: izmērit Saules atmosfēras un konvektīvās zonas magnētisko un ātruma lauku un noteikt to evolūciju laikā, lai pētītu magnētiskā lauka ģenerēšanas mehānismu; enerģijas pārnese no Saules virsmas starpplanētu telpā; pirmssaules miglāja evolūcija; trans-Neptūna objektu fizika; planētu iekšējā struktūra; planētas virsmas – atmosfēras mijiedarbība; Titāna atmosfēras izcelsme; ūdens meklējumi uz Marsa, Eiropas un citiem lieliem planētu pavaidoņiem, kā arī vairāki citi pētījumi. Nepie-

ciešamie resursi: liels (3–5 m) Saules teleskops; kosmiskā misija pētījumiem Saules tuvumā; vidēja izmēra (1–2 m) ultravioleto un rentgenstaru ārpusatmosfēras teleskops; kosmiskās misijas uz ārējo Saules sistēmu, īpaši Saturna un Jupitera sistēmām; Marsa iežu paraugu atvešanas misija un citi.

Kā redzams, praktiski visu astronomijas nozaru speciālistiem nākotnes pētījumiem ir nepieciešams ļoti liela izmēra optiskais un infrasarkanais staru teleskops (ar vismaz 20 m diametra objektīva spoguļi), kas nodrošinātu gan augstu leņķisko izšķirtspēju, gan arī ļoti vāju objektu saskatīšanu. Novērojumiem citos spektra diapazonos nepieciešams kosmiskais infrasarkanais staru teleskops vai pat interferometrs un ultravioleto staru teleskops, abi ar 4–8 m diametra objektīvu. Protams, arī jauni rentgenstaru un gamma staru teleskopi ir neatņemama sastāvdaļa augstas enerģijas kosmisko procesu turpmākajā izpētē. Radio diapazonā viennozīmīgi par populārākajiem instrumentiem kļūs tādi kā *ALMA (Atacama Large Millimeter Array)* un *SKA (Square Kilometer Array)*, kuri darbību uzsāks jau tuvāko gadu laikā. Bez šiem vadošajiem instrumentiem nepārprotami ir nepieciešami arī mazāki teleskopi debess apskatu veikšanai, monitoringam un citiem uzdevumiem.

Eiropas astronomi lielu uzmanību pievērš arī jaunām debess objektu pētījumu metodēm. Viena no tādām ir asteroideimoloģija, kas ļauj pētīt pulsējošu zvaigžņu iekšējo struktūru, balstoties uz ilgstošiem, precīziem fotometriskajiem novērojumiem. Tam nepieciešami ilgstoši, nepārtraukti novērojumi un tāpēc vispiemērotākais instruments nepārprotami ir ārpusatmosfēras teleskops (pašlaik jau darbojas viena šāda misija – *CoRoT*). Otra nozare, kas jāpiemin, protams, ir gravitācijas viļņu detektēšana. Pašlaik pasaulē jau tiek realizēti daži projekti, piemēram, *LIGO (Laser Interferometer Gravitational Wave Observa-*

tory) un *LISA (Laser Interferometer Space Antenna)* un ļoti ticams, ka pavisam tuvā nākotnē mēs varēsim efektīvi pētīt Visuma objektus, arī izmantojot gravitāciju.

Visās astronomijas nozarēs ir nepieciešami arī teorētiskie pētījumi, aprēķini, datormodelēšana. Jāpiemin, ka liela uzmanība tiek vērsta arī uz tā dēvētajiem blakus virzieniem – liela apjoma datu glabāšanas problēmām, apstrādi, jaunu instrumentu un programmatūras izstrādi, dažādu konstanšu laboratoriskajiem mērījumiem vai aprēķiniem utt.

Nobeigumā gribētos piebilst, ka liela daļa pētnieku, kuri piedalījās simpozijā, bija astronomu aprindās ļoti pazīstami, pārsvarā strādā nozīmīgos pētījumu projektos un cenšas izmantot labākos pašlaik pieejamos instrumentus. Tāpēc jautājums par pašreizējo Eiropas teleskopu turpmāko izmantošanu tika apskatīts ļoti īsi un finanšu ekonomijas dēļ dalībnieki apsvēra iespējamību vispār slēgt teleskopus, kas mazāki par 3–4 metriem. Diemžēl daudzu valstu, to skaitā Latvijas, īpašumā esošie teleskopi ir mazāki par šo izmēru, bet tie ir vienīgie valstī pieejamie teleskopi un vēl joprojām tiek izmantoti pētījumos. Svarīgi ir arī atzīmēt, ka, piemēram, Latvijas Riekstkalna observatorija ir vienīgā iespēja Latvijas astronomijas studentiem apgūt darbu ar teleskopu, debess objektu fotografēšanu un praktiski iesaistīties zinātniskajā darbā. Turklāt mazie teleskopi ir efektīvi debess apskatu veikšanai, ilgstošiem fotometriskajiem novērojumiem (piemēram, Latvijā jau vairāk nekā 40 gadus tiek īstenota apjomīga Galaktikas oglekļa zvaigžņu pētījumu programma). Šādi teleskopi noteikti turpinās strādāt vēl daudzus gadus un cerams, ka *ASTRONET* tomēr pievērsīs uzmanību to izmantošanai.

Plašāka informācija par *ASTRONET* pieejama internetā pēc adreses: <http://www.astronet-eu.org/>. 🐦

VIKTORS FLOROVS, ANDREJS CĒBERS, DMITRIJS BOČAROVS, DMITRIJS DOCENKO, VJAČESLAVS KAŠČEJEVS

LATVIJAS 32. ATKLĀTĀ FIZIKAS OLIMPIĀDE

Dalībnieku skaits – 140 (37 + 49 + 26 + 28) (attiecīgi 9., 10., 11. un 12. kl.).

Rīga: $21 + 27 + 14 + 25 = 87$; Daugavpils: $13 + 9 + 6 + 3 = 31$; Liepāja: $2 + 10 + 3 + 0 = 15$; Ventspils: $1 + 3 + 3 + 0 = 7$.

Olimpiāde notika 2007. gada 28. aprīlī.

UZVARĒTĀJI: Agnis Āriņš (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 12. kl.), Mihails Deļmans (Daugavpils Krievu licejs, 10. kl.); Aleksejs Fomins (Rīgas Rinūžu vidusskola, 11. kl.); Gļebs Ivanovskis (Rīgas Zolitūdes ģimnāzija, 12. kl.); Guntars Kitenbergs (Rīgas 64. vidusskola, 12. kl.), Uģis Lācis (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 12. kl.), Vjačeslavs Mihailovs (Puškina licejs, 10. kl.), Dmitrijs Opaļevs (Liepājas 2. vidusskola, 11. kl.), Mārtiņš Puriņš (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 12. kl.), Sergejs Spitāns (Rīgas 40. vidusskola, 12. kl.), Mihails Strašuns (Rīgas Ostvalda vidusskola, 12. kl.), Kirils Surovovs (Rīgas Ostvalda vidusskola, 9. kl.), Jurijs Varneļs (Rīgas Zolitūdes ģimnāzija, 12. kl.), Vents Valle (Agenskalna Valsts ģimnāzija, Rīga, 12. kl.).

1. uzdevums. *Eksperiments “Vieglākais uzpeld”.*

Traukā ar ūdeni no ūdensvada iegremdē ķermeni, kura blīvums ir nedaudz lielāks par ūdens blīvumu. Ķermenis grimst un nostājas trauka dibenā, bet pēc zināma laika, kas var būt diezgan ilgs, tas uzpeld. Ja ķermeni atkārtoti iegremdē, tas grimst, bet dažos gadījumos var uzpeldēt no jauna.

Izskaidrojiet eksperimentu! (Eksperiments tika rādīts skolēniem olimpiādes laikā.)

Atrisinājums. Tā kā laika intervāls starp ķermeņa iegremdēšanu un tā uzpeldēšanu ir

diezgan ilgs (no dažām minūtēm līdz dažām stundām), tad var viennozīmīgi secināt, ka eksperimenta sākumā ķermeņa vidējais blīvums bija lielāks par ūdens blīvumu, bet eksperimenta beigās – mazāks par to. Tas var notikt vai nu ūdens blīvuma, vai nu ķermeņa vidējā blīvuma izmaiņas dēļ.

Ūdensvada ūdens ir diezgan auksts un eksperimenta laikā tas sasilst, samazinot savu blīvumu. Tādējādi ūdens blīvuma maiņa nav novērojamā efekta cēlonis.

Olimpiādes laikā dalībniekiem tika rādīts eksperiments ar dažādiem ķermeņu tipiem: parafina gabali un korķi ar iesistām dzelzs un vara nagliņām. Ir skaidrs, ka neviens no šiem objektiem nešķīst ūdenī tādos daudzumos, kas būtu nepieciešami ķermeņa vidējā blīvuma izmaiņai. Termiskā izplešanās šiem objektiem arī nav pietiekami liela.

Ķermeņa dīvainās uzvedības cēlonis ir tas, ka ūdens no ūdensvada satur izšķīdinātas gāzes. Tā kā, ūdens temperatūrai pieaugot, gāzu šķīdība samazinās, tad, gāzei izdaloties burbuliņu veidā, tās koncentrācija ūdenī samazinās. Gaisa burbuliši līdzīgi vārišanās procesam veidojas uz trauka sienām un ķermeņa virsmas nelīdzenumiem, jo tur eksistē gāzes burbuliņu aizmetņi. Burbuliņu veidošanās uz ķermeņa virsmas bija skaidri redzama demonstrācijas laikā.

Brīdī, kad vidējais blīvums sistēmai “ķermenis – gaisa burbuliši” kļūst mazāks par ūdens blīvumu, sistēma uzpeld Arhimēda spēka darbības ietekmē. Ja atkārtoti mēģināsim iegremdēt ķermeni, tad ūdenī var vairs nebūt pietiekama gāzes daudzuma, lai tā, adsorbējoties uz ķermeņa virsmas, atkal to paceltu.

2. uzdevums. "Tikšanās uz slīpās plaknes".

Divi ķermeņi vienlaikus uzsāk kustību pa slīpo plakni, kuras garums ir $L = 2,5$ m. Pirmais ķermenis uzsāk kustību no apakšējā plaknes gala augšup ar sākotnējo ātrumu $v_0 = 0,5$ m/s, bet otrs – no augšējā gala lejup bez sākuma ātruma.

Pēc cik ilga laika ķermeņi satiksies un kāds būs to satuvināšanās ātrums satikšanās vietā? Berzi starp ķermeņiem un plakni neievērot.

Atrisinājums. Paātrinājums ķermenim, kas slīd pa slīpo plakni bez berzes, ir vērsts pa plaknes veiduli un ir vienāds ar $a = -g \sin \alpha$, kur α ir plaknes veidules leņķis attiecībā pret horizontu (x asi novelkam pa plaknes veiduli no tā zemākā punkta uz augšu).

Ķermenis, kas kustas uz augšu, laikā t atradīsies punktā $x_1 = v_0 t - (gt^2 \sin \alpha) / 2$, un ķermeņa ātrums šajā laika momentā ir vienāds ar $v_1 = v_0 - gt \sin \alpha$.

Otrais ķermenis, kas kustas uz leju, laikā t atradīsies punktā $x_2 = L - (gt^2 \sin \alpha) / 2$, un tā ātrums būs vienāds ar $v_2 = -gt \sin \alpha$.

Satikšanās brīdī $x_1 = x_2$, līdz ar to $v_0 t = L$ un $t = L / v_0 = 5$ s. Ķermeņu satuvināšanās ātrums pirms sadursmes ir konstants un vienāds ar $v = v_1 - v_2 = v_0 = 0,5$ m/s.

Jāatzīmē, ka šis atrisinājums ir spēkā ļoti ierobežotā parametru diapazonā. Ja mēs pieprasīsim, lai sadursme notiktu uz slīpās plaknes (tas ir, pirms sadursmes abi ķermeņi nenoslidētu no tās), no nosacījuma $x_1(t) > 0$ iegūsim augšējo plaknes veidula leņķa α robežu. Redzams, ka $\sin \alpha < \frac{2v_0^2}{gL}$ jeb $\alpha < 1^\circ 10'$.

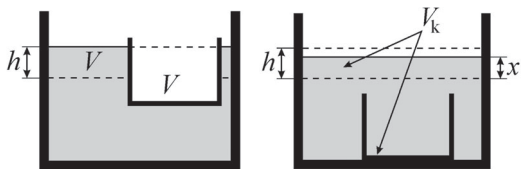
3. uzdevums. "Dzelzs kastīte".

Cilindriskā traukā ar ūdeni nolaida dzelzs kastīti bez vāka, tāpēc ūdens līmenis traukā pacēlās par $h = 2$ cm.

Kā un par cik mainīsies ūdens līmenis traukā, ja traukā peldošu kastīti nogremdēs?

Atrisinājums. Kad dzelzs kastīti nolaida ūdenī, ūdens līmenis pacēlās par h , bet tilpums zem ūdens līmeņa ir palielinājies par

noteiktu lielumu V . Tā kā kopējais ūdens daudzums paliek nemainīgs, tieši tāda pati līmeņa pacelšanās par h notiktu, ja kastītes vietā traukā ielietu papildu ūdeni ar tilpumu V . Šis apsvērumš ļauj uzrakstīt sakarību $hS = V$, kur S ir trauka šķērsriezuma laukums, bet V – kastītes tilpums zem ūdens līmeņa (sk. 1. zīm.).



1. zīm.

2. zīm.

Kastītei atrodoties līdzsvarā, Arhimēda spēks ir vienāds ar smaguma spēku, tātad $m_k g = \rho_{H_2O} g V$ un $\rho_{Fe} V_k g = \rho_{H_2O} g S b$, kur m_k ir kastītes masa, ρ_{Fe} ir dzelzs blīvums, ρ_{H_2O} ir ūdens blīvums un V_k ir dzelzs kastītes sienas tilpums. Varam izteikt lielumu V_k :

$$V_k = \frac{\rho_{H_2O} S b}{\rho_{Fe}}. \quad (1)$$

Kad kastīti nogremdēja (2. zīm.), izspiestais ūdens tilpums kļuva vienāds ar $V_k = xS$ (2), kur x ir līmeņa izmaiņa, ja kastīti nogremdē.

No (1) un (2) iegūsim $x = \rho_{H_2O} b / \rho_{Fe}$. Tad meklējamā līmeņa izmaiņa ir vienāda ar

$$\begin{aligned} \Delta h &= x - h = \frac{\rho_{H_2O} b}{\rho_{Fe}} - h = \\ &= b \left(\frac{\rho_{H_2O} - \rho_{Fe}}{\rho_{Fe}} \right) = -1,74 \text{ cm.} \end{aligned}$$

Mīnusa zīme norāda uz to, ka līmenis pazemināsies.

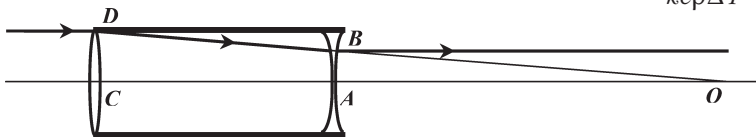
4. uzdevums. "Gaismas pārveidotājs".

Vienā caurules galā ir ielikta savācējlēca, bet otrā – izkliedētājlēca. Caurules garums ir $L = 12$ cm, rādiuss – $R = 1,5$ cm, bet iekšējā virsma ir pārklāta ar sodrējiem. No savācējlēcas puses uz cauruli gar tās asi krit plats paralēlu staru kūlis. Stari, kas ir izgājuši cauri

caurulei, iznāk no tās paralēla kūļa formā ar rādiusu $r = 1$ cm.

Nosakiet lēcu fokusa attālumus!

Atrisinājums. Lai pēc izkliedētājlēcas stari izplatītos paralēli, pirms tās staru kūlim ir jābūt konverģējošam un vērstam uz lēcas fokusu. Konverģējošs kūlis veidojas starp savācējlēcu un tās fokusu, bet tam ir jāsaīst savācējlēcas fokusā. No teiktā ir skaidrs, ka izkliedētājlēca atrodas starp savācējlēcu un tās fokusu tā, ka abu lēcu fokusi izkliedētājlēcas pusē sakrīt. Tas atļauj uzzīmēt eksperimenta optisko shēmu (sk. 3. zīm.), kurā lēcu kopīgais fokuss ir apzīmēts ar O.



3. zīm.

Ir skaidrs, ka trijstūri OAB un OCD ir līdzīgi, tas ir, $OC : OA = CD : AB$. Tādējādi

$$\frac{AC}{OA} = \frac{OC}{OA} - 1 = \frac{CD}{AB} - 1 = \frac{R}{r} - 1.$$

No zīmējuma ir redzams, ka OA un OC ir izkliedētājlēcas un savācējlēcas lēcu fokusa attālumi F_1 un F_2 . No šejienes iegūstam meklējamās fokusa attālumu vērtības:

$$F_1 = OA = L / (R / r - 1) = 24 \text{ cm};$$

$$F_2 = OC = F_1 + L = 36 \text{ cm}.$$

5. uzdevums. "Ģenerators dzesēšana".

Ģenerators izstaro impulsus. Katra impulsa enerģija ir $W = 6$ J. Impulsu atkārtotāšanās frekvence (impulsu skaits vienā sekundē) ir $f = 500$ Hz. Ģenerators lietderības koeficients ir $k = 0,6$.

Cik litru ūdens vienā stundā ir jāizdzen cauri ģenerators dzesēšanas sistēmai, lai ūdens nesasilītu vairāk par $\Delta T = 10$ °C?

Atrisinājums. Enerģija, ko ģenerators izstaro laika intervālā $t = 1$ stunda, ir $E = Wft$. Pa šo laiku ģeneratorā izdalīsies siltuma dau-

dzums Q . Tātad kopējā enerģija, ko laikā t izdala ģenerators, ir $E + Q$. No lietderības ko-

eficienta definīcijas $k = \frac{E}{E + Q}$ iegūstam saka-

rību $Q = \frac{(1 - k)E}{k} = \frac{(1 - k)Wft}{k}$. Ūdens masa,

kuuru var uzsildīt ar šo siltuma daudzumu par

$\Delta T = 10^\circ$, ir vienāda ar $m = \frac{Q}{c\Delta T}$, līdz ar to

ši ūdens tilpums ir $V = \frac{m}{\rho} = \frac{Q}{\rho c\Delta T} =$

$$= (1 - k) \frac{Wft}{k\rho c\Delta T}, \text{ kur } \rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

ir ūdens blīvums, un $c =$

$$= 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \text{ ir ūdens}$$

īpatnējā siltumietilpība.

Ievietojot skaitliskās vērtības, atrodam meklējamo tilpumu:

$$V = 0,172 \text{ m}^3/\text{stundā} = 172 \text{ l/stundā}.$$

6. uzdevums. "Elektriskā vinča".

Elektriskā vinča ceļ ūdeni iegremdētu betona plātni, kuras tilpums ir $V = 0,5$ m³. Vinčas dzinējs strādā pie sprieguma $U = 500$ V, bet tā tinumu pretestība ir $R = 20$ Ω.

Cik stipra strāva plūst dzinēja tinumos, ja plātnes celšanas ātrums ir $v = 0,5$ m/s? (Betona blīvums ir 2,2 reizes lielāks par ūdens blīvumu, pretestības spēkus neņem vērā.)

Atrisinājums. Ja betona plātne kustas vienmērīgi, tad tās paātrinājums ir nulle, un saskaņā ar 2. Ņūtona likumu vilces spēks F ir vienāds ar smaguma spēka un Arhimēda spēka starpību, $F = V\rho_b g - V\rho_u g$ (šeit ρ_b un ρ_u ir attiecīgi betona un ūdens blīvumi). Šī spēka pastrādātais darbs vienā sekundē (jau- da) ir vienāds ar Fv . Vienādojumu strāvai iegūst no enerģijas nezūdamības likuma $IU = I^2R + Fv$, no kā seko $IU - I^2R = v g(\rho_b - \rho_u)V$.

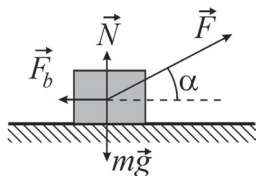
Atrisinot iegūto vienādojumu, atrodam divas tā saknes: $I_1 = 10$ A un $I_2 = 15$ A. Var

atzīmēt, ka pie strāvas stipruma $I_1 = 10$ A vinčas aptinums sakarst mazāk, līdz ar to lietderības koeficients ir lielāks.

7. uzdevums. “Kustība mainīga spēka iedarbībā”.

Uz ķermeņa ar masu m , kas guļ uz horizontālas virsmas, laika momentā $t_0 = 0$ sāka darboties spēks. Spēka lielums ir proporcionāls laikam ar koeficientu k , bet darbības virziens veido leņķi α ar horizontāli.

Nosakiet ķermeņa kustības ātrumu pēc t sekundēm, ja berzes koeficients starp ķermeni un horizontālo virsmu ir μ !



4. zīm.

Atrisinājums. No sākuma izanalizēsim uzdevumu kvalitatīvi. Sākuma momentā $t = 0$ ķermenis nekustas. Tāpēc tas nekustēsies arī kādu laiku pēc spēka pielikšanas, jo vilcējspēka F horizontālā komponente F_x būs mazāka par maksimālo statisko berzes spēku un berze neļaus ķermenim kustēties. Laika momentā, ko apzīmēsim ar t_1 , ķermenis sāks slidēt pa plakni ar ātrumu, kas arvien palielināsies, līdz kādam laika momentam t_2 , kad vilcējspēka vertikālā komponente F_y kļūs lielāka par pievilkšanas spēku mg . Sākot ar šo momentu, ķermenis atrausies no virsmas un lidos prom. Gadījumā, ja vertikālā komponente F_y ir vērsta uz leju, šis “lidošanas” posms, dabiski, neiestāsies.

Lai atrisinātu uzdevumu kvantitatīvi, uzrakstīsim vienādojumus, izmantojot 2. Ņūtona likumu. x asi novilksim horizontāli F_x virzienā, bet y asi – vertikāli uz augšu. Leņķi α ierobežosim ar nosacījumu $0 \leq \alpha \leq 180^\circ$, bet divus iespējamus vertikālās komponentes F_y virzienus (uz augšu vai uz leju) apskatīsim atsevišķi.

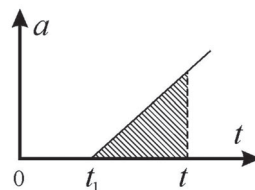
Sāksim ar gadījumu, kad komponente F_y ir vērsta uz augšu. Paātrinājuma komponentes saskaņā ar 2. Ņūtona likumu var izteikt šādi:

$$\begin{cases} F \cos \alpha - F_b = ma_x \\ F \sin \alpha + N - mg = ma_y \end{cases} \quad (1)$$

$$F \sin \alpha + N - mg = ma_y \quad (2)$$

Lai noteiktu kustības sākuma laiku t_1 , ievietosim vienādojumā (1) maksimālā statiskā berzes spēka izteiksmi $F_{b,\max} = \mu N$. Virsmas reakcijas spēku N iegūsim no (2), ievērojot, kamēr ķermenis nav atrāvies no virsmas, tā paātrinājuma vertikālā komponente ir vienāda ar nulli: $N = mg - kt \sin \alpha$. Šādā veidā iegūst

$$t_1 = \frac{\mu mg}{k(\cos \alpha + \mu \sin \alpha)}. \quad (3)$$



5. zīm.

Laika momentos $t > t_1$ ķermenis kustas horizontāli x ass virzienā ar paātrinājumu

$$\begin{aligned} a_x(t) &= (kt \cos \alpha - \mu N) / m = \\ &= (k/m)(\cos \alpha + \mu \sin \alpha)t - \mu g, \end{aligned} \quad (4)$$

kas ir lineāri atkarīgs no laika. Kustības ātrumu $v(t)$ var izteikt, vai nu integrējot $a_x(t)$ izteiksmi, vai arī grafiski, nosakot atbilstošā trijstūra laukumu. Rezultātā iegūst $v(t) = a_x(t) \cdot (t - t_1) / 2$, kur paātrinājumu un laiku atrod no (4) un (3).

Atrādīsim laiku t_2 , kad ķermenis atrausies no virsmas. Atrašanās brīdī virsmas reakcijas spēks ir vienāds ar nulli, jo ķermenis uz virsmu nespiež, bet vertikālais paātrinājums arī vēl ir vienāds ar nulli. Tādējādi no (2) iegūsim

$$t_2 = \frac{mg}{k \sin \alpha}. \quad (5)$$

Ir redzams, ka t_2 vienmēr ir lielāks par t_1 , kas nozīmē, ka pie dotajiem uzdevuma nosacījumiem nav iespējama lidošana bez iepriekšējās slidēšanas.

Pēc lidošanas sākuma (laika posmā $t > t_2$) ķermeņa paātrinājuma komponentes ir

$$\begin{cases} a_- = (k/m)\cos\alpha \cdot t \\ a_1 = (k/m)\sin\alpha \cdot t - g. \end{cases} \quad (6)$$

Ķermeņa ātruma horizontālo un vertikālo komponenti var atrast līdzīgā veidā, vai nu integrējot paātrinājuma izteiksmes, vai atrodot atbilstošo trijstūru laukumus. Tam ir noderīgi uzrakstīt paātrinājumu a_- ķermeņa pacelšanās brīdī atklātā veidā:

$$a_-(t_2) = (k/m)\cos\alpha \cdot t_2. \quad (7)$$

Ievērojiet, ka šo rezultātu var iegūt gan no (6), gan no (4), ievievojot šajos vienādojumos laiku t_2 no (5).

Kā galarezultātu izteiksim ķermeņa ātrumu $v(t)$ atklātā veidā. Pilnais ātrums ir

$$v(t) = \sqrt{v_-^2(t) + v_1^2(t)}.$$

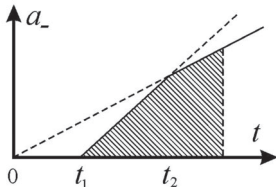
Ātruma vertikālā komponente pēc laika momenta t_2 ir

$$\begin{aligned} v_1(t) &= \frac{1}{2} a_1(t)(t - t_2) = \\ &= \frac{1}{2} \left(\frac{kt \sin\alpha}{m} - g \right) \left(t - \frac{mg}{k \sin\alpha} \right) = \\ &= \frac{(kt \sin\alpha - mg)^2}{mk \sin\alpha}. \end{aligned} \quad (8)$$

Ātruma horizontālā komponente pēc laika momenta t_2 ir (sk. 6. zīm.)

$$\begin{aligned} v_-(t) &= \frac{1}{2} a_-(t_2) \cdot (t_2 - t_1) + \\ &+ \frac{1}{2} a_-(t) \cdot t - \frac{1}{2} a_-(t_2) t_2, \end{aligned} \quad (9)$$

kuru pēc dažiem algebriskiem pārveidojumiem var vienkāršot līdz



6. zīm.

$$v_-(t) = \frac{k \cos\alpha}{2m} (t^2 - t_1 t_2). \quad (10)$$

Tātad gadījumā, kad spēka vertikālā komponente ir vērsta uz augšu,

$$v(t) = \begin{cases} 0, & t < t_1 \\ a_-(t)(t - t_1)/2, & t_1 < t < t_2 \\ \text{kur } a_-(t) \text{ no (4)} \\ \text{un } t_1 \text{ no (3),} & \\ \sqrt{v_-^2(t) + v_1^2(t)}, & t > t_2 \\ \text{kur } v_1^2(t) \text{ un } v_-^2(t) & \\ \text{no (8) un (10),} & \end{cases} \quad (11)$$

Tagad īsumā aplūkosim gadījumu, kad vilcējspēka vertikālā komponente ir vērsta uz leju. Tad vienādojumā (2) spēka F projekcija mainīs zīmi (šoreiz spēks palielina spiedienu uz virsmu), kā rezultātā t_1 saucējā otrais saskaitāmais mainīs zīmi un laiks t_1 būs vienāds ar

$$t_1 = \frac{\mu mg}{k(\cos\alpha - \mu \sin\alpha)}. \quad (12)$$

Ir redzams, ka atkarībā no leņķa α vērtības saucējs var mainīt zīmi. Fizikāli tas nozīmē, ja spēks darbojas leņķī, kas ir lielāks par noteiktu kritisku vērtību α_{krit} , tad ķermenis vispār neizkustēsies, jo arvien pieaugošā virsmas reakcija radīs berzes spēku, kuru vilcējspēka horizontālā komponente nespēj pārvarēt. No t_1 izteiksmes (12) šis leņķis ir izsakāms kā $\alpha_{\text{krit}} = \arctg \mu$.

Atbilstoši ķermeņa paātrinājums būs izsakāms kā

$$a_-(t) = (k/m)(\cos\alpha - \mu \sin\alpha)t - \mu g. \quad (13)$$

Tātad gadījumā, kad spēka vertikālā komponente ir vērsta uz leju, ķermeņa ātrums ir

$$v(t) = \begin{cases} 0, & t < t_1 \\ a_-(t)(t - t_1)/2, & t > t_1 \\ \text{kur } a_-(t) \text{ no (13)} \\ \text{un } t_1 \text{ no (12),} & \\ 0, & \alpha > \alpha_{\text{krit}} \end{cases} \quad (14)$$

8. uzdevums. "Ideālā gāze uz Mēness".

Uz Mēness vertikālā cilindrā, kas ir noslēgts ar smagu virzuli, atrodas ideālā gāze ar temperatūru T_1 . Virzulis var pārvietoties cilindrā bez berzes. Uz virzuļa uzmanīgi uzliek otru tādu pašu virzuli.

Nosakiet gāzes temperatūru T_2 pēc tam, kad iestāsies jaunais līdzsvara stāvoklis! Virzuļa un cilindra siltumietilpību, kā arī siltuma atdevi neievērot.

Atrisinājums. Izmantosim pirmo termodinamikas likumu: $\Delta U = \Delta Q + A$ sistēmas sākuma un beigu stāvokļiem, kur ΔU ir gāzes iekšējās enerģijas izmaiņa, A ārējo spēku veiktais darbs, bet ΔQ saņemtais siltuma daudzums, kas saskaņā ar uzdevuma nosacījumiem dotajā gadījumā ir vienāds ar nulli.

Gāzes iekšējās enerģijas izmaiņa izsakāma kā $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R(T_2 - T_1)$, bet ārējo spēku (divu virzuļu kopējā svara) veiktais darbs ir $A = -2mg(b_2 - b_1)$, kur b_1 un b_2 ir virzuļa sākuma un beigu augstums.

Tā kā siltuma atdeves nav, $\Delta Q = 0$, $\Delta U = A$, un $2mg(b_2 - b_1) = \frac{3}{2} \nu R(T_1 - T_2)$. (1)

Pierakstīsim gāzes stāvokļa vienādojumu pirms otrā virzuļa uzlikšanas: $p_1 V_1 = p_1 b_1 S = \nu R T_1$, šeit S ir trauka iekšējais šķērsriezuma laukums. Gāzes spiediena radītais spēks līdzsvaro viena virzuļa smaguma spēku, tātad

$p_1 = \frac{mg}{S}$ (g ir brīvās krišanas paātrinājums uz Mēness). No šīm sakarībām iegūstam $b_1 = \nu \frac{RT_1}{mg}$. (2)

Beigu stāvoklī gāzes spiediens līdzsvaro divu virzuļu smaguma spēku: $p_2 = \frac{2mg}{S}$, un, analogiski, $b_2 = \nu \frac{RT_1}{2mg}$. (3)

Izmantojot sakarības (1), (2) un (3), iegūst $2mg(\nu \frac{RT_1}{2mg} - \nu \frac{RT_1}{mg}) = \frac{3}{2} \nu R(T_1 - T_2)$.

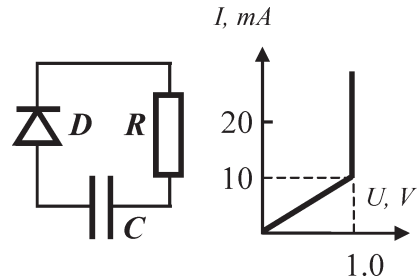
Sāisnot un atverot iekavas, galu galā iegūstam $T_2 = \frac{7}{5} T_1$.

Olimpiādes darbu labošanas gaitā tika konstatēts, ka vārdu "uzmanīgi" var interpretēt ne tikai kā "uzlika virzuli un uzreiz atlaida", bet arī kā "ļoti pakāpeniski atlaida virzuli, ļaujot sistēmai katrā solī sasniegt termodinamisko līdzsvaru". Šajā alternatīvajā gadījumā uzdevums ir jārisina, izmantojot adiabatiskā procesa vienādojumu. Olimpiādes komisija nolēma abus atrisinājumus vērtēt ar maksimāli iespējamo punktu skaitu.

9. uzdevums. "Diode un kondensators".

Uzlādēts kondensators C , kura kapacitāte ir $C = 200 \mu\text{F}$, bet spriegums uz klājumiem – $U = 10 \text{ V}$, tiek pieslēgts pie rezistora $R = 200 \Omega$ caur diodi D . Diodes voltampēru raksturlielne ir parādīta zīmējumā.

Cik liels siltuma daudzums izdalīsies rezistorā, kondensatoram izlādējoties?



7. zīm.

Atrisinājums. No voltampēru raksturlielnes secinām: kamēr izlādes strāva pārsniedz $I_0 = 10 \text{ mA}$, spriegums uz diodes ir konstants un vienāds ar $U_0 = 1 \text{ V}$. Tajā brīdī, kad strāva samazinās līdz vērtībai I_0 , spriegums uz kondensatora kļūst vienāds ar $U_1 = U_0 + RI_0 = 3 \text{ V}$. Tas ir mazāks par sākotnējo spriegumu $U = 10 \text{ V}$.

Līdz šim momentam caur diodi un rezistoru ir izgājis lādiņš

$$q = C(U - U_1) = C(U - U_0 - RI_0).$$

Enerģija, kas izdalījās uz diodes, lādiņam q pārvarot spriegumu U_0 , ir qU_0 . Līdz ar to

no enerģijas nezūdamības likuma varam atrast siltuma daudzumu W_1 , kas līdz šim laikam ir izdalījies uz pretestības:

$$CU^2/2 - C(U_0 + RI_0)^2/2 = qU_0 + W_1,$$

no kurienes izsakām W_1 :

$$W_1 = C[U^2 - (U_0 + RI_0)^2]/2 - U_0C(U - U_0 - RI_0).$$

Pēc tam, kad strāva krītas zem vērtības I_0 , diode uzvedas kā rezistors ar pretestību

$r = U_0 / I_0$. Tālākā izlādē uz rezistora R izdalīsies siltuma daudzums

$$W_2 = \frac{CU_1^2}{2} \cdot \frac{R}{R+r} = \frac{C(U_0 + RI_0)^2 R}{2(R + U_0/I_0)}.$$

Kopīgais siltuma daudzums, kas izdalījās šajā procesā, ir vienāds ar $W = W_1 + W_2$. Pēc dažiem algebriskiem pārveidojumiem iegūstam gala atbildi

$$W = C((U - U_0)^2 + RI_0U_0)/2 = 4,15 \text{ mJ}.$$

OLIMPIĀDES REZULTĀTI

Uzdevums	Atzīme, % (%)			
	Rīga	Daugavpils	Liepāja	Ventspils
1. Vieglākais uzpeld (9.–12. kl.)	28,0 (60,0)	11,8 (75,0)	10,6	27,1 (100)
2. Tikšanās uz slīpās plaknes (9.–12. kl.)	40,5 (94,0)	30,8 (100)	18,1	15,7 (65,0)
3. Dzelzs kastīte (9.–12. kl.)	33,1 (57,5)	14,2 (15,0)	3,8	12,1 (85,0)
4. Gaismas pārveidotājs (9.–12. kl.)	25,1 (72,1)	19,4 (90,0)	3,1	7,1 (90,0)
5. Ģenerators dzesēšana (9. kl.)	31,9 (35,0)	32,9	0	0
6. Elektriskā vinča (9.–10. kl.)	3,0 (5,0)	7,8 (0)	3,8	1,7
7. Kustība mainīga spēka iedarbībā (10.–12. kl.)	17,8 (33,3)	7,7 (15,0)	0	3,8 (10,0)
8. Ideālā gāze uz Mēness (11.–12. kl.)	22,5 (70,0)	14,4	0	5,0 (0)
9. Diode un kondensators (11.–12. kl.)	10,9 (26,5)	3,8	0,1	0 (0)

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

Izsakām lielu pateicību visiem, kuri palīdzējuši uzdevumu komplekta izstrādāšanā un olimpiādes norises organizēšanā. Lielu ieguldījumu veica Dina Bērziņa, Romans Dinuls, Armands Jaunpetrovičs, Varis Karitāns, Sanita Kaščejeva, Austris Krauja, Jegors Korovins, Māris Ozols, Jānis Timošenko, Andrejs Timuhins, Aleksandra Vagele, Rita Veilande un daudzi citi.

Informācija par Latvijas Atklāto fizikas olimpiādi, kā arī uzdevumi ar atrisinājumiem (no 2000. gada) ir pieejama internetā olimpiādes mājaslapā <http://www.cfi.lu.lv/teor/olimp/>.

Vasaras laidienā publicētās krustvārdu mīklas atbildes

Līmeniski: 7. Auseklis. 8. Magelāns. 10. Velss. 11. Grāds. 12. Opozīcija. 15. Ananke. 18. Gluško. 19. Šepļijs. 20. Kapella. 21. Skobijs. 24. Krilovs. 26. Argons. 27. Ansari. 31. Sekstants. 33. Spika. 34. Vasks. 35. Kretjēns. 36. Umbriels.

Stateniski: 1. Kuperēns. 2. Heiss. 3. Sinope. 4. Halejs. 5. Elara. 6. Onidzuka. 9. Spikula. 13. Skorpions. 14. Vladilena. 16. Keplers. 17. Djukovs. 22. Elektra. 23. Prospero. 25. Trinkulo. 28. Pekina. 29. Ātrums. 30. Skots. 32. Zaķis.

LATVIJAS 34. ATKLĀTĀS MATEMĀTIKAS
OLIMPIĀDES UZDEVUMI

Olimpiāde notika 2007. gada 22. aprīlī; tajā piedalījās ~3000 skolēnu no visiem Latvijas reģioniem. Sacensības rīkoja Latvijas Universitāte; būtisku atbalstu sniedza Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, Rīgas 2. vidusskola, N. Draudzības ģimnāzija, Rīgas 13. vidusskola, Valmieras Valsts ģimnāzija, Zolitūdes ģimnāzija, kā arī ~300 brīvprātīgu palīgu – studenti, skolotāji, bijušie olimpiāžu dalībnieki u. c. matemātikas entuziasti.

Tālāk aicinām iepazīties ar olimpiādes uzdevumiem. Atrisinājumus publicēsīm turpmākajos *Zvaigžņotās Debess* numuros.

5. klase

1. Desmit kastēs kopā atrodas 5 āboli (nevienā kastē nav vairāk par vienu ābolu). Kastes atver pa vienai. Cik kastu var būt atvērts brīdī, kad pirmoreiz kļūst skaidrs, kurās kastēs ir āboli?

2. Pa apli stāv Andris, Dzintars, Gunārs, Juliata, Maija un Skaidrīte. Visi attālumi starp bērniem ir dažādi. Katrs bērns nosauc sev vistuvāk stāvošā bērna vārdu. Cik vārdu var nosaukt divreiz? (Attālumus starp bērniem mēra “pa apli”.)

3. Uz kādas planētas tiek lietotas 2007 dažādas valodas. Kāds mazākais daudzums vārdnīcu pietiekams, lai no katras valodas varētu tulkot uz katru citu? (Pieļaujamas vairākpakāpju tulkošanas; ar katru vārdnīcu tulko tikai vienā virzienā, piemēram, no latviešu valodas uz lietuviešu valodu, bet ne otrādi.)

4. Dotas četras pēc ārējā izskata vienādas lodītes. Uz tām uzrakstīts attiecīgi “1 grams”, “3 grami”, “4 grami”, “7 grami”. Zināms, ka tieši vienas lodītes masa ir citāda, nekā norāda uzraksts uz tās. Kā ar divām svēršanām uz sviras svāriem bez atsvariem atrast šo lodīti?

5. Kādā vislielākajā daudzumā dažādu

gabalu var sagriezt kvadrātu ar izmēriem 6×6 rūtiņās? Griezumiem jāiet pa rūtiņu līnijām. Gabalus uzskata par dažādiem, ja tos nevar novietot tā, lai tie pilnīgi sakristu viens ar otru.

6. klase

1. Trīsciparu skaitļa x simtu cipars ir a , desmitu cipars ir b un vienu cipars ir c . Pierādīt: ar 7 dalās visi tie un tikai tie skaitļi x , kuriem izteiksme $2a + 3b + c$ dalās ar 7.

2. Uz tāfeles uzrakstīti vairāki skaitļi. Katrs no tiem vienāds ar vienu desmito daļu no pārējo skaitļu summas. Cik skaitļu uzrakstīts? Atrisināt šo uzdevumu divos gadījumos:

a) ir zināms, ka visi uzrakstītie skaitļi ir pozitīvi;

b) par skaitļiem nav zināms, vai tie ir pozitīvi, negatīvi vai nulle.

3. Kvadrāts sastāv no 4×4 rūtiņām. Katrā no tām ierakstīts vesels pozitīvs skaitlis. Ar vienu gājienu drīkst pieskaitīt vieninieku skaitļiem divās rūtiņās, kurām ir kopīga mala. Vai var panākt, lai visi skaitļi rūtiņās būtu vienādi, ja sākotnējais izvietojums ir tāds, kāds parādīts *1. zīm. a), b) un c)*?

5	6	6	4
4	5	5	4
5	4	3	4
6	4	5	6

a)

3	4	4	3
4	4	3	5
3	4	4	3
4	4	3	4

b)

3	4	4	4
4	4	4	4
4	4	4	4
4	4	4	3

c)

1. zīm.

4. Kvadrāts sastāv no 8×8 rūtiņām. Kādu mazāko daudzumu rūtiņu var atzīmēt, lai nekādām divām atzīmētām rūtiņām nebūtu ne kopīgas malas, ne kopīga stūra, bet katrai neatzīmētai rūtiņai būtu vai nu kopīga mala, vai kopīgs stūris ar kādu atzīmēto?

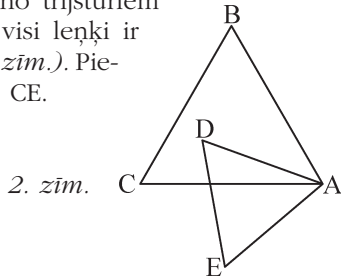
5. Seši rūķīši brīvdienās apciemo cits citu. Katru dienu daži rūķīši sež mājās un neiet

nekur, bet citi viņus apciemo (katrs rūķītis vienā dienā var veikt vairākus apciemojumus). Kāds ir mazākais dienu skaits, ar ko pietiek, lai katrs rūķītis varētu apciemot katru citu?

7. klase

1. Kādu lielāko daudzumu dažādu ciparu var uzrakstīt pa apli tā, lai katrs divi blakus uzrakstīti cipari, lasot tos vienalga kādā virzienā, veidotu pirmskaitļa pierakstu?

2. Katram no trijstūriem ABC un ADE visi leņķi ir 60° lieli (sk. 2. zīm.). Pierādīt, ka $BD = CE$.



3. Uz tāfeles sākumā uzrakstīti seši divciparu naturāli skaitļi. Andris ar savu gājienu var pieskaitīt dažiem skaitļiem 1, bet pārējiem skaitļiem 2. (Var arī pieskaitīt visiem skaitļiem 1 vai visiem skaitļiem 2.) Pēc tam Maija ar savu gājienu var nodzēst jebkuru skaitli, kas dalās ar 7 vai kam ciparu summa dalās ar 7. Pēc tam gājienu izdara Andris, pēc tam – Maija utt. Pierādīt, ka Maija var panākt, lai skaitļu uz tāfeles vairs nebūtu (pieņemsim, ka tiek spēlēts pietiekami ilgi).

4. Divpadsmit cilvēku grupā katrs pazīst tieši septiņus citus (ja A pazīst B, tad B pazīst A). Pierādīt: var atrast tādus trīs cilvēkus, kuri visi pazīst cits citu.

5. Pa apli uzrakstīti 16 skaitļi. Nekādu triju pēc kārtas uzrakstītu skaitļu summa nav mazāka par 2; nekādu piecu pēc kārtas uzrakstītu skaitļu summa nav lielāka par 4.

Kāda ir lielākā iespējamā divu blakus uzrakstītu skaitļu starpība?

8. klase

1. Kvadrātvienādojuma $x^2 + px + q = 0$ saknes ir x_1 un x_2 , bet kvadrātvienādojuma $x^2 + ax + b = 0$ saknes ir x_3 un x_4 . Nav tādas

x vērtības, ar kuru abu vienādojumu kreisās puses būtu vienādas savā starpā. Pierādīt, ka $x_1 + x_2 = x_3 + x_4$.

2. Trijstūri ABC pastāv sakarības $AC = BC$ un $\angle ACB = 20^\circ$. Leņķa CAB bisektrise un malas AC vidusperpendikuls krustojas punktā M. Aprēķināt a) $\angle MCB$, b) $\angle MBC$.

3. Juliata iedomājās naturālu skaitli, sareizināja visus tā ciparus un iegūto rezultātu pareizināja ar iedomāto skaitli. Gala rezultātā Juliata ieguva 1716. Kādu skaitli viņa iedomājās sākumā?

4. Dzintars un Gunārs svētkos rāda burvju triku. Viņiem ir 20 kartītes; uz katras no tām uzrakstīts naturāls skaitlis no 1 līdz 20. Visi skaitļi ir dažādi. Vispirms Gunārs iedod visas kartītes kādam no skatītājiem. Skatītājs izvēlas no tām deviņas kartītes un patur sev, bet pārējās vienpadsmit atdod Gunāram. Gunārs patur sev deviņas kartītes, bet pārējās divas atdod skatītājam. Skatītājs pievieno šīm divām kartītēm vienu no sākotnēji paturētajām deviņām un nodod šīs trīs kartītes Dzintaram. Dzintars pareizi norāda, kuru no trim kartītēm skatītājs pievienoja pēdējā posmā.

Izdomājiet, kā šādu triku var organizēt. (Trika izpildes laikā Gunārs un Dzintars savā starpā nesazinās un nespieģo, ko dara skatītājs.)

5. Kvadrāts sastāv no 9×9 rūtiņām, kas izkrāsotas kā šaha galdīņš; stūra rūtiņas ir melnas. Figūriņu novieto melnajā rūtiņā. Ja figūriņa ir kādā rūtiņā A, tad ar vienu gājienu to var pārvietot uz jebkuru rūtiņu, kam ar A ir kopīgs stūris, bet ne kopīga mala. Kāds ir mazākais iespējama gājienu skaits, ar kuru var apstaigāt visas melnās rūtiņas, dažās no tām varbūt ieejot vairākas reizes? Sākuma rūtiņa automātiski skaitās apstaigāta. Ar pēdējo gājienu nav obligāti jāatgriežas sākuma rūtiņā. Spēlētājs var izvēlēties figūriņas sākuma pozīciju.

9. klase

1. Kvadrātveida tabula sastāv no 10×10 rūtiņām. Katrā rūtiņā ierakstīts nenulles cipars.

No katras rindiņas un katras kolonnas cipariem, ņemot tos patvaļīgā secībā, izveidoats viens desmitciparu naturāls skaitlis. Vai var gādities, ka tieši 19 no šiem skaitļiem (ne vairāk un ne mazāk) dalās ar 3?

2. Dots, ka $\triangle ABC$ ir regulārs. Punkts P atrodas uz ABC apvilktais riņķa līnijas (sk. 3. zīm.). Taisnes, kas caur P vilktas paralēli AB, BC un CA, krusto atbilstoši taisnes BC, AC un AB attiecīgi punktos M, K un N. Pierādīt, ka $\angle BMN = \angle BMK$.

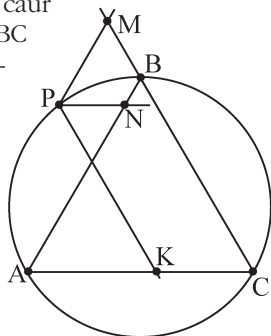
3. a) Katrs no naturāliem skaitļiem a un b ir izsakāms kā divu veselu skaitļu kvadrātu summa. Pierādiet, ka arī reizinājums $a \cdot b$ ir izsakāms šādā veidā.

b) Atrodiet divus tādus polinomus ar veseliem koeficientiem $f(x)$ un $g(x)$, ka visiem x pastāv vienādība

$$(f(x))^2 + (g(x))^2 = (x^2 + 1)(x^2 + 4)(x^2 + 2x + 2)(x^2 - 2x + 2).$$

4. Regulārā n -stūrī jāuzzīmē vairākas slēgtas laužas līnijas tā, lai katra no tām sastāvētu tieši no n dažādiem posmiem, lai katras līnijas katrs posms būtu vai nu n -stūra mala, vai diagonāle un lai gan katra n -stūra mala, gan katra tā diagonāle būtu posms tieši vienā no šīm līnijām. Vai to var izdarīt, ja a) $n = 8$, b) $n = 9$?

5. Pa apli novietotas desmit viena lata monētas, visas ar "lasi" uz augšu. Ar vienu gājienu atļauts apgriezt otrādi vai nu četras pēc kārtas novietotas monētas, vai arī divas pirmās un divas pēdējās monētas piecu pēc kārtas esošu monētu virknē (sk. 4. zīm.). Šādus gājienu drīkst atkārtot vai-



3. zīm.



4. zīm.

rākkārt. Kāds lielākais monētu daudzums var vienlaikus atrasties ar ģerboni uz augšu?

10. klase

1. Desmitciparu naturāls skaitlis dalās ar 999 999. Vai tas var dalīties arī ar 1 000 001?

2. Dots, ka x, y, z un t ir pozitīvi skaitļi.

a) Pieņemsim, ka zināms: $x + y + z + t \leq 4$.

Vai noteikti $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} + \frac{1}{t} \geq 4$?

b) Pieņemsim, ka zināms: $x + y + z + t \geq 4$.

Vai noteikti $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} + \frac{1}{t} \leq 4$?

3. Doti septiņi dažādi siera gabali. Pierādīt: vienu no tiem iespējams sagriezt divos gabalos tā, ka iegūtos astoņus gabalus var sadalīt divās daļās (pa četriem gabaliem katrā) ar vienādām kopējām masām.

4. Plakne sadalīta vienādos kvadrātiņos kā rūtiņu lapa. Uzzīmēts izliekts daudzstūris, kura visas virsotnes atrodas rūtiņu virsotnēs, bet neviena mala neiet pa rūtiņu līnijām. Pierādīt: daudzstūra iekšpusē esošo vertikālo rūtiņu līniju garumu summa vienāda ar daudzstūra iekšpusē esošo horizontālo rūtiņu līniju garumu summu.

5. Plaknē doti n punkti, $n \geq 3$. Nekādi trīs no tiem neatrodas uz vienas taisnes. Apskatām visas iespējamās taisnes, kas katra iet caur diviem no šiem punktiem. Pierādiet, ka:

a) starp tām **noteikti** var atrast $n-1$ taisnes, no kurām nekādas divas nav paralēlas savā starpā;

b) starp tām **noteikti** var atrast n taisnes, no kurām nekādas divas nav paralēlas savā starpā;

c) **iespējams**, ka starp tām nevar atrast $n + 1$ taisnes, no kurām nekādas divas nav paralēlas savā starpā.

11. klase

1. Punkts P atrodas regulāra trijstūra ABC iekšpusē. Pierādīt, ka:

a) $PA + PB + PC < 3 \cdot AB$,

b) $PA + PB + PC < 2 \cdot AB$.

2. Pierādīt, ka

$$\frac{1}{1^4 + 1^2 + 1} + \frac{2}{2^4 + 2^2 + 1} + \frac{3}{3^4 + 3^2 + 1} + \dots$$
$$\dots + \frac{2007}{2007^4 + 2007^2 + 1} < \frac{1}{2}.$$

3. Dots, ka ABCD – trapecē. Uzzīmētas divas riņķa līnijas, kuru diametri ir trapeces sānu malas AB un CD. Diagonāļu krustpunkts S atrodas ārpus šīm riņķa līnijām. Pierādīt: pieskares, kas no S novilkta abām riņķa līnijām, vienādas savā starpā.

4. Kādā firmā daži darbinieki vienmēr melo, bet pārējie vienmēr runā patiesību (ir gan tādi, gan tādi). Nekādi divi darbinieki nestrādā firmā vienādi ilgi; nekādiem diviem darbiniekiem nav vienādas algas. Kādu rītu katrs darbinieks sniedza divus paziņojumus:

- a) nav pat ne 10 darbinieku, kas strādātu firmā ilgāk par mani;
 - b) vismaz 90 darbinieku saņem lielāku algu nekā es.
- Cik darbinieku strādā firmā?

5. Kvadrāts sastāv no $n \times n$ vienādām kvadrātiskām rūtiņām. Divas rūtiņas sauc par blakus rūtiņām, ja tām ir kopīga mala. Sākumā visas rūtiņas ir baltas. Ar vienu gājienu atļauts nokrāsot melnā krāsā:

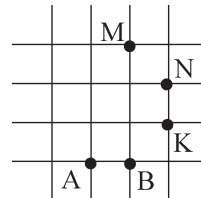
- a) vienu baltu rūtiņu, ja visas tās blakus rūtiņas ir baltas;
- b) no divām baltām rūtiņām sastāvošu taisnstūri, ja tieši divas no tam blakus esošām rūtiņām jau ir melnas;
- c) no četrām baltām rūtiņām sastāvošu kvadrātu, ja visas astoņas tam blakus esošās rūtiņas jau ir melnas.

Vai var nokrāsot melnu visu kvadrātu, ja

- a) $n = 8$;
- b) $n = 13$?

12. klase

1. Pierādīt, ka $\angle AMB = \angle ANB = \angle AKB$, kur A, B, M, N, K – punkti, kas atrodas kvadrātiskā režģa virsotnēs (sk. 5. zīm.).



5. zīm.

2. Apskatām vienādojumu

$$x^3 - 6x^2 + 7x - 1 = 0.$$

- a) Pierādiet, ka tam ir tieši trīs dažādas pozitīvas saknes.
- b) Taisnstūra paralēlskaldņa augstums, garums un platums ir vienādi ar šim saknēm (katrs izmērs – ar citu sakni). Atrast paralēlskaldņa tilpumu un virsmas laukumu.

3. Uz taisnes t atrodas divas figūriņas: pa kreisi – balta, pa labi – sarkana. Ar vienu gājienu atļauts vai nu novietot uz taisnes vienu otram blakus vēl divas vienas krāsas figūriņas, vai arī noņemt no taisnes divas vienas krāsas figūriņas, ja tās atrodas viena otram blakus. Vai, atkārtojot šādus gājienus, var panākt, lai uz taisnes atrastos tieši divas figūriņas: pa kreisi – sarkana, pa labi – balta?

4. Riņķis ar centru O jāsagriež n vienādos gabalos ar līnijām, kas sastāv no galīga skaita taisņu nogriežņu un riņķa līniju loku. Turklāt O nedrīkst vienlaikus piederēt visu gabalu robežām. Vai tas ir iespējams, ja

- a) $n = 2$;
- b) $n > 2$? (Pozitīvas atbildes gadījumā pietiek to parādīt vienai n vērtībai.)

5. Plauktā vienā rindā kaut kādā secībā atrodas profesora Cipariņa kopoto rakstu n sējumi. Zināms, ka sākumā neviens sējums neatrodas savā vietā. Ar vienu gājienu atļauts mainīt vietām divus blakus esošus sējumus, ja neviens no tiem nav savā vietā. Pierādiet, ka var panākt, lai vienlaikus visi sējumi būtu savās vietās. 🐦

JANIS JAUNBERGS

MARSA MELNIE CAURUMI

Līdzīgi tiem cilvēkiem, kuri jūt sniegoto kalnu aicinājumu, mani jau sen fascinē alas iežos. Kilometriem garās pastaigās kaļķakmens slāņos var ļoti tieši just gadu tūkstošu gaitu, kas ierakstīta stalaktītu un stalagmītu hronikās. Laiks zem zemes šķietami rit lēnāk, bet alu stabilo, nošķirto vidi savdabīgas dzīvības formas izmanto kā savu mājokli.

Par iespaidīgajām kaļķakmens alām mums jāpateicas gan seno jūru neitrālajam pH līmenim, kas ļāva moluskiem veidot kalcija karbonāta čaulas, gan arī mūsdienu nedaudz skābajiem lietus ūdeņiem, kuri lēnām šķīdina šīs karbonātu iegulas. Pilnīgi iespējams, ka Zemes alām līdzvērtīgu nav daudzu gaismas gadu attālumā, vismaz ne Saules sistēmā.

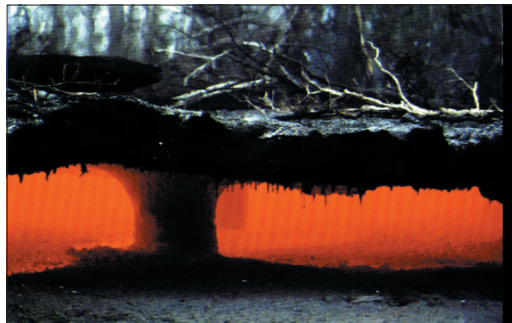
Tomēr kaļķakmens, smilšakmens vai līdzīgi nogulumieži nav vienīgais ģeoloģiskais materiāls, kurā var veidoties alas. Visnotaļ nozīmīgs alu veidošanās mehānisms darbojas vulkānu nogāzēs, kur kvēlojošās straumēs no krāteriem plūst vulkāniskā lava. Lavas upes lēnām atdziest, pārklājas ar sastingušu akmens kārtu un turpina tecēt zem šīs sacietējušās lavas garozas. Havaju salu aktīvo vulkānu nogāzes slēpj daudzas šādas pazemes lavas upes, kuras nodevīgi maskējas zem trauslas melna akmens kārtas, pa kuru staigāt ir ļoti bīstami (1., 2. att.). Izvirdumam apsīkstot, lava aizplūst un atstāj dobas caurules (3. att.), ko dēvē par lavas caurulēm – garākā no Havaju salu lavas caurulēm stiepjas 90 kilometrus!

Atšķirībā no kaļķakmens, kas nav atrasts nedz uz Marsa, nedz Venēras, Merkura vai Mēness, vulkāni ir darbojušies uz visām Zemes grupas planētām, tāpēc ir pilnīgi skaidrs,



1. att. Lavas ala veidošanās procesā.

USGS Havaju salu vulkāniskās observatorijas foto



2. att. Ieskaits ellē: lavas dobumus reizēm balsta pat dabiskas kolonnas!

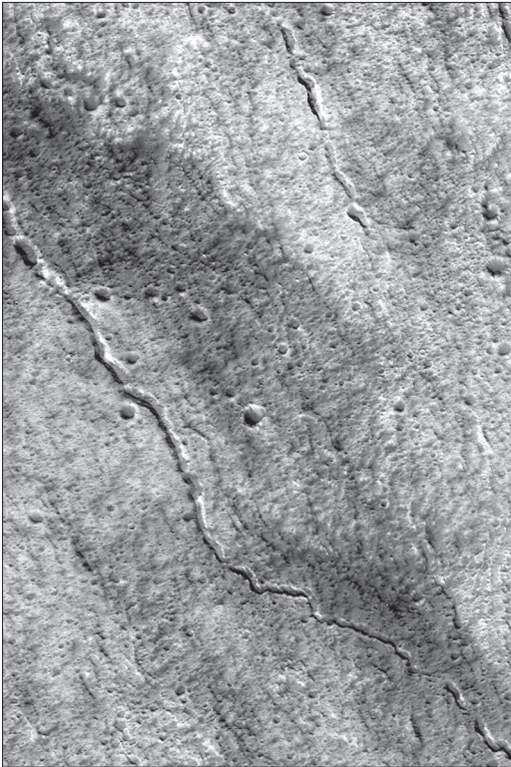
USGS Havaju salu vulkāniskās observatorijas foto

ka vulkāniskās alas nav tikai Zemei raksturīgs, unikāls retums. Kosmosa kolonizatori un fantasti Mēness un Marsa alas jau sen ir apguvuši un apdzivojuši savos fantastiskajos romānos un mākslas darbos, un vismaz viena kosmosa entuziastu organizācija – L5 biedrība – jau



3. att. Atdzīsusi un apdzīvojama lavas ala Ore-gonas štatā, ASV.

L5 biedrības foto



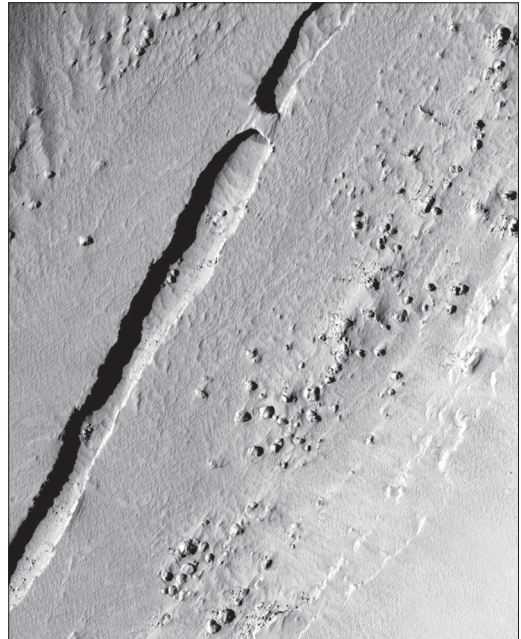
4. att. Sabrukušās lavas cauruļes Olimpa vulkā-na dienvidaustrumu nogāzē.

MSSS/MGS/NASA foto

pārdesmit gadus nopietni meklē lavas alas Mēness un Marsa virsmas fotouzņēmumos.

Pirmās liecības par Marsa alām tika gūtas no *Viking* pavadoņu uzņēmumiem – tās bija iegruvumu un bedru ķēdītes Alba, Olimpa, Askreja un Elizeja vulkānu nogāzēs, kas norādīja kādreizēju, sabrukušu lavas cauruļu atrašanās vietas. Skaidrus iegruvušo lavas alu uzņēmumus ieguva *Mars Global Surveyor* pavadonis savas darbības sākumā 1998. gadā (4. att.). Gravu apjomi liecināja, ka Marsa lavas cauruļes sasniedz 100 metru un pat lielāku diametru, bet garumā varētu stiepties vairākus simtus kilometru.

Taču nav jau svarīgi, cik apjomīgi bija lielākie iegruvušie pazemes dobumi – galu galā neviens ala nevar tilpumā sacensties ar vulkāna Olimpa iebrukušo kalderu! Daudz interesantākas ir tās alas, kuras ir kaut daļēji saglabājušās (5. att.), jo tās varētu slēpt Mar-

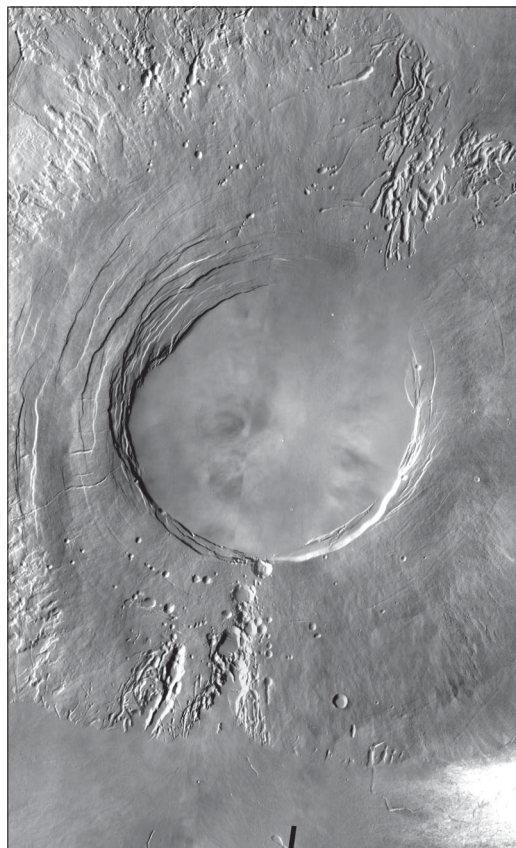


5. att. No šīs 40 metrus platās lavas alas *Tartarus Colles* nogāzē pāri palicis tikai dabas veidots tilts.

HiRISE/MRO/NASA foto

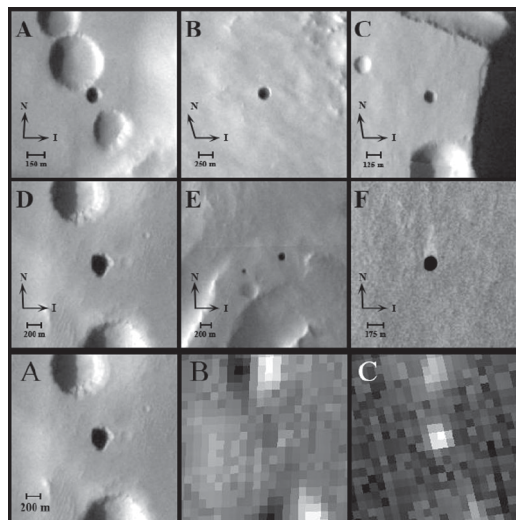
sa iedzimto dzīvību no dedzinošās Saules ultravioletās gaismas un simt grādu diennakts temperatūras svārstībām. Sekojot pa pēdām *MGS* pavadoņa novērojumiem, tieši tādas alas tika meklētas milzu vulkāna *Arsia* nogāzēs ar *Mars Odyssey* pavadoņa infrasarkano fotokameru.

Marsa lielo vulkānu grupējums *Tharsis* augstienē (6. att. vāku 2. lpp.) mazliet atgādina Oriona jostu – trīs no vulkāniem – *Arsia*, *Askrejs* un *Pavonis* – izvietojušies rindā ar 750 kilometru atstarpēm, bet pats lielākais – *Olimps* – atrodas 1500 kilometrus uz ziemeļrietumiem. No šā grupējuma vulkāniem vistālāk uz dienvidiem apmēram uz 9. dien-



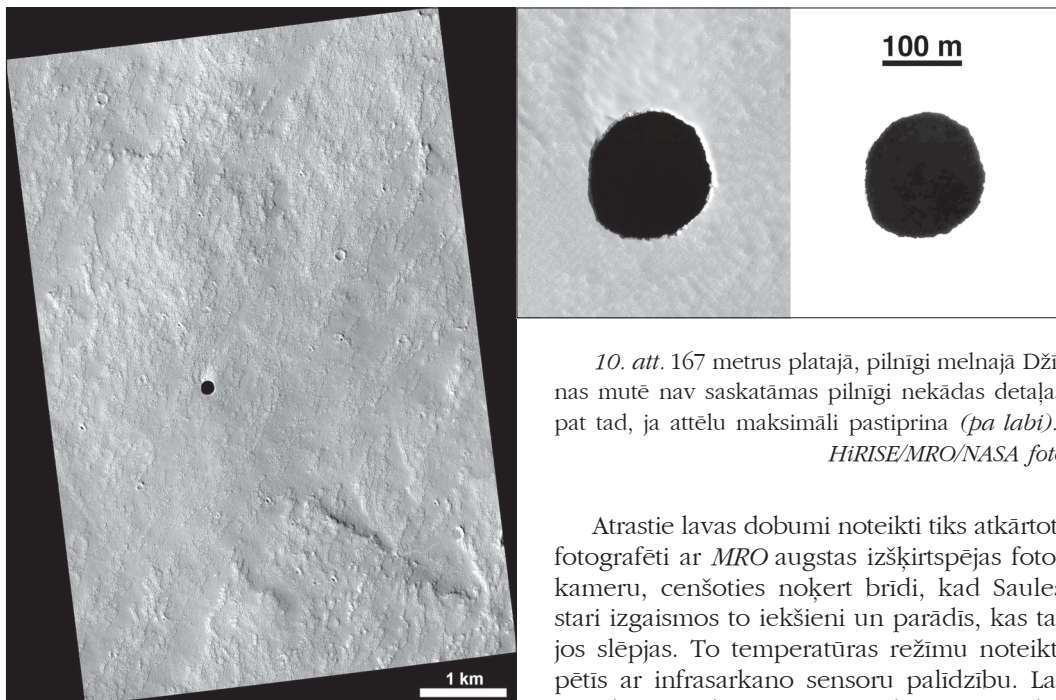
7. att. *Arsia* vulkāns plešas 400 kilometru platumā. *MSSS/MGS/NASA* fotomontāža

vidu paralēles atrodas *Arsia* (7. att.), kura nogāzēs *Mars Odyssey* infrasarkanā fotokamera reģistrēja siltuma anomālijas. Marsa saltajai naktij beidzoties, neilgi pirms rītausmas pulksten četros no rīta, kad *Arsia* vulkāna 18 kilometrus augstajām nogāzēm vajadzētu atdzist līdz $-140\text{ }^{\circ}\text{C}$, dažās vietās vidēja siltuma avoti, kas nebija tik auksti kā apkārtnē – šo anomāliju temperatūra bija tikai $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ (8. att.). Augstas izšķirtspējas *Mars Reconnaissance Orbiter* uzņēmumi dienā siltuma anomāliju vietā rādīja melnus caurumus ar 100–252 metru diametru – acimredzot tās bija ieejas milzu alās (9., 10. att.). Tie nevarēja būt trieciēnkrāteri, nedz arī tumšu iežu atsegumi, jo tajos valdīja šķietami absolūta tumša – *MRO* pavadoņa fotokameras jutīgais detektors neuztvēra pilnīgi nekādu atstaroto gaismu no alu melnajām mutēm. Viss liecina par to, ka alas ir ne tikai dziļas, bet arī plašākas nekā to ieejas atveres, jo citādi Saules stari un Marsa debesu izkliedētā gaisma apgaismotu alas sienas un alas iekšienes izkliedētāja



8. att. Ieejas alās dienas gaismā un naktī, infrasarkanajos staros (apakšējie B un C).

Fotomontāža no konferences ziņojuma par septiņu jaunu alu atklāšanu Arsia vulkāna nogāzēs (1. saite)



9. att. Viena no lielākajām *Arsia* vulkāna alām, nosaukta par Džinu.

HiRISE/MRO/NASA foto

gaismā tās kļūtu redzamas, ja attēlu ar datora palīdzību mākslīgi pastiprina.

10. att. 167 metrus platajā, pilnīgi melnajā Džinas mutē nav saskatāmas pilnīgi nekādas detaļas pat tad, ja attēlu maksimāli pastiprina (*pa labi*).

HiRISE/MRO/NASA foto

Atrastie lavas dobumi noteikti tiks atkārtoti fotografēti ar *MRO* augstas izšķirtspējas fotokameru, cenšoties noņert brīdi, kad Saules stari izgaismos to iekšieni un parādis, kas tajos slēpjas. To temperatūras režīmu noteikti pētīs ar infrasarkanā sensoru palīdzību. Lavas slāņu struktūras izpratni droši vien izdosies padziļināt, izmantojot *Mars Express* un *MRO* radarus. Tomēr doties iekšā nezināmā tumsā varēs tikai roboti, kuri kā zirnekļi nolaidīsies pa trosēm, līdz sasniegs alas dibenu. Vai tur atradīsies tikai klinšu atlūzu, putekļu un ledus slāņi vai arī laba vieta “marsiešu” bāzei, pagaidām varam tikai minēt.

Saites

1. <http://www.lpi.usra.edu/meetings/lpsc2007/pdf/1371.pdf> – konferences ziņojums par septiņu alu atklāšanu *Arsia* vulkāna nogāzēs.
2. <http://hirise.lpl.arizona.edu/> – *Mars Reconnaissance Orbiter* augstas izšķirtspējas fotokameras lapa. 🐦

INTERESENTU IEVĒRĪBAI

- Ir izveidota tīmekļa vietne, kurā tiek apkopota informācija par **2008. gada 1. augustā** gaidāmo **Saules aptumsumu**. Galvenais mērķis ir izplānot un sagatavoties braucieniem uz pilnā aptumsuma joslu Krievijā vai Ķīnā. Adrese – <http://saule2008.googlepages.com/>.

M. G.

- **Internetā ir pieejamas ziņas par ZVAIGŽNOTO DEBESI** (saturu rādītāji, vāku attēli u. c.): <http://www.astr.lu.lv/zvd/> (1958–2005) un <http://www.lu.lv/zvd/> (2005–). Iepriekšējo gadu (1981–) laidienus var iegādāties, sazinoties pa tālruni 7034581 (Irena Pundure) vai rakstot: *ZvD*, Raiņa bulv. 19, Rīga, LV–1586 vai e–pasts: astra@latnet.lv.

MARTIŅŠ GILLS

OLIMPISKO SAULES APTUMSUMU GAIDOT

Lai arī 29. vasaras olimpiskās spēles oficiāli sāksies tikai nedēļu pēc 2008. gada 1. augusta pilnā Saules aptumsuma, tas daudzviet jau ir nodēvēts par olimpisko Saules aptumsumu. Ja par notikumu laiku sakritību vēl varētu diskutēt, tad ģeogrāfiskā ziņā tam tiešām ir pamatojums – gan olimpiskās spēles, gan ievērojama daļa aptumsuma notiks Ķīnā.

2008. gada 1. augusta aptumsums sāksies 8:04 pēc pasaules laika (*UTC*) Kanādas ziemeļos, turpinās ceļu caur Grenlandes ziemeļu daļu, Ziemeļu Ledus okeānu, Novaja Zemļa arhipelāgu, līdz nonāks Krievijas Rietumsibīrijas daļā, šķērsojot to virzienā no ziemeļiem uz dienvidiem. Tālāk aptumsuma josla nonāks Altajā, mazliet skars Kazahstānas austrumu galu, šķērsos Mongolijas rietumu daļu un ievirzīsies Ķīnas ziemeļrietumu daļā.

Aptumsuma maksimālā fāze būs 1,0394, bet maksimālais ilgums – 147 sekundes (Krievijas ziemeļu daļā). Latvijā aptumsums būs novērojams dienas vidū kā daļējs, kur Saule maksimāli tiks aizklāta līdz pusei diametra.

Ņemot vērā to, ka Latvijas astronomu sabiedrībai ir stabilas Saules aptumsumu novērojumu tradīcijas, tikai kā likumsakarīga ir vērtējama interese klātienē vērot arī 2008. gada aptumsumu. Daudziem spilgtā atmiņā



Xavier M. Jubier izveidots simulēts Zemes attēls brīdīm, kad 2008.08.01. pilnais Saules aptumsums būs novērojams Altajā.

joprojām ir 2006. gada aptumsuma novērojumi Turcijā un Ēģiptē, kā arī 1999. gadā novērojumi Ungārijā. Aptumsumu novērojumu ekspedīcijas austrumu virzienā ir veiktas vēl PSRS laikā. Šobrīd kā viens no visatraktīvākajiem novērojuma punktiem ir Novosi-

Tabula. Aptumsuma laiki un fāzes dažām izvēlētām Latvijas pilsētām

	Rīga	Ventspils	Daugavpils	Alūksne
Sākas	11:47:18	11:44:36	11:51:10	11:49:38
Maksimums	12:50:53	12:47:31	12:55:02	12:54:27
Beidzas	13:54:25	13:50:42	13:58:31	13:58:52
Maksimālā fāze	0,49	0,48	0,48	0,52
Maksimāli aizklātais laukums	38,6%	37,8%	37,6%	42,3%

Total Solar Eclipse of 2008 Aug 01

Geocentric Conjunction = 09:47:22.9 UT J.D. = 2454679.907903
 Greatest Eclipse = 10:21:08.1 UT J.D. = 2454679.931343

Eclipse Magnitude = 1.0394 Gamma = 0.8306

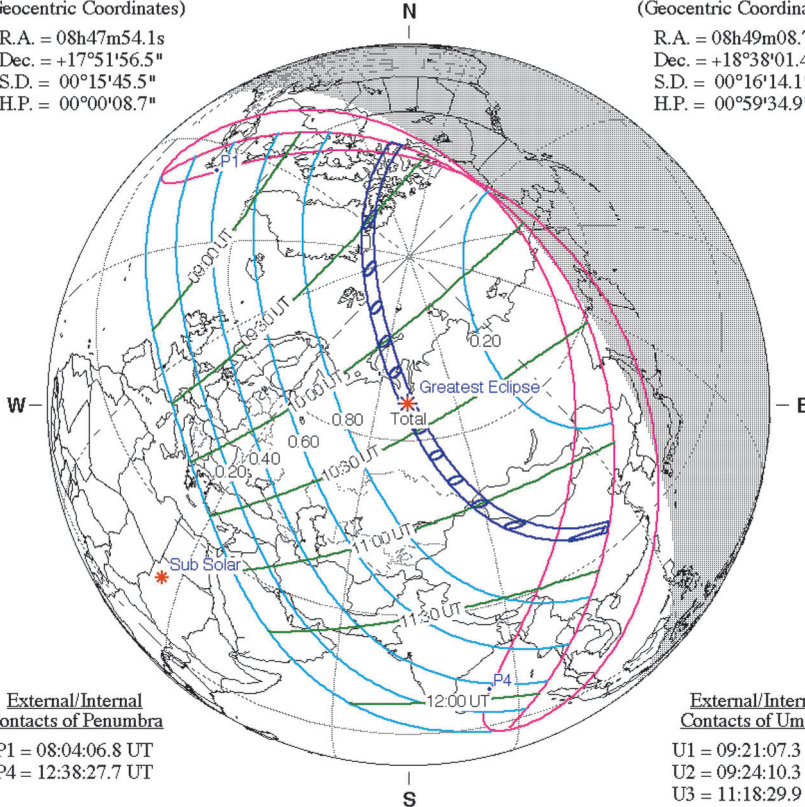
Saros Series = 126 Member = 47 of 72

Sun at Greatest Eclipse
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 08h47m54.1s
 Dec. = +17°51'56.5"
 S.D. = 00°15'45.5"
 H.P. = 00°00'08.7"

Moon at Greatest Eclipse
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 08h49m08.7s
 Dec. = +18°38'01.4"
 S.D. = 00°16'14.1"
 H.P. = 00°59'34.9"



External/Internal
Contacts of Penumbra

P1 = 08:04:06.8 UT
 P4 = 12:38:27.7 UT

External/Internal
Contacts of Umbra

U1 = 09:21:07.3 UT
 U2 = 09:24:10.3 UT
 U3 = 11:18:29.9 UT
 U4 = 11:21:28.0 UT

Local Circumstances at Greatest Eclipse

Lat. = 65°38.8'N Sun Alt. = 33.5°
 Long. = 072°16.4'E Sun Azm. = 235.2°
 Path Width = 236.9 km Duration = 02m27.2s

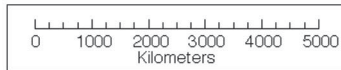
Ephemeris & Constants

Eph. = Newcomb/ILE
 $\Delta T = 65.4 \text{ s}$
 $k1 = 0.2724880$
 $k2 = 0.2722810$
 $\Delta b = 0.0''$ $\Delta l = 0.0''$

Geocentric Libration
(Optical + Physical)

$l = 4.21^\circ$
 $b = -1.03^\circ$
 $c = 14.02^\circ$

Brown Lun. No. = 1059



F. Espenak, NASA's GSFC - Fri, Jul 2,

sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html

2008. gada 1. augusta pilnā Saules aptumsuma kopskats.

No F. Espenak resursiem

birskā. Šai pilsētai ir paveicies būt tieši aptumsuma joslas centrālajā daļā, tā ir relatīvi viegli sasniedzama ar dažādiem transporta līdzekļiem. Aptumsuma ilgums šajā pilsētā būs 2 min 20 s. Tomēr, ja aplūkojam mākoņu klātbūtnes varbūtību, tad Novosibirskai tā ir nedaudz zem 50%, Altajā – ap 45%, bet Gobi tuksnesī – zem 30%. Ir vēl virkne dažādu faktoru, kas liek apdomāt, kur novērot aptumsumu un ko aplūkot papildus ap novērojumu vietu vai pa ceļam līdz tai.

Noderīgi tīmekļa resursi

saule2008.googlepages.com – lapas latviešu valodā informācijas apmaiņai par 2008. gada aptumsumu un plānotajiem braucieniem/ekspedicijām.

sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/solar.html – Fred Espenak veidotās lapas par notikušajiem un gaidāmajiem Saules un Mēness aptumsumiem.

xjubier.free.fr – Xavier M. Jubier aptumsumiem veltītās lapas. Īpaši noderīgi ir resursi Google Earth programmai aptumsuma datu vizualizācijai. 🐦

JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ



Kamil Hornohs pie sava 35 cm diametra Ņūtona sistēmas teleskopa.

No <http://ccd.mii.cz/image?id=617>

ASP balva čehu astronomijas amatierim. Klusā okeāna Astronomijas biedrība (*The Astronomical Society of the Pacific – ASP*) ir viena no vadošajām ASV organizācijām astronomijas popularizēšanai un Visuma pētniecības veicināšanai. Ikgadējo ASP balvu par izcilību pētniecības un izglītošanas darbā astronomijā 2006. gadā amatieru kategorijā ieguvis Čehijas Republikas astronomijas amatieris Kamil Hornohs (*Kamil Hornoch*) par nozīmīgiem sasniegumiem astronomiskos novērojumos. Latvijas astronomiem K. Hornohs vairāk pazīstams kā ļoti sekmīgs mūsu kaimiņgalaktikas M 31 jeb Andromedas miglāja uzliesmojošo zvaigžņu – novu – “mednieks” un pētnieks. Taču viņš ir arī pasaulē aktīvākais komētu, meteoru un maiņzvaigžņu novērotājs. K. Hornohs izdarījis ap 2500 vizuālu un 2400 digitālu komētu novērojumu, 7200 augstas precizitātes komētu pozīciju mērījumu un daudzus tūkstošus maiņzvaigžņu spožumu novērtējumu un digitālo mērījumu. K. Hornohs dzimis 1972. gadā nelielā ciematā Lelekovicē Brno tuvumā un turpat arī dzīvo tagad. Novērošanai viņš lieto savu 35 cm diametra teleskopu (*att.*) un palienētu digitālo kameru. Viņa lielais pluss ir novērojumu rezultātu ātra publicēšana. K. Hornoha publikāciju saraksts, ko apkopojusi NASA Astrofizikas datu sistēma, sniedzas pie 400.

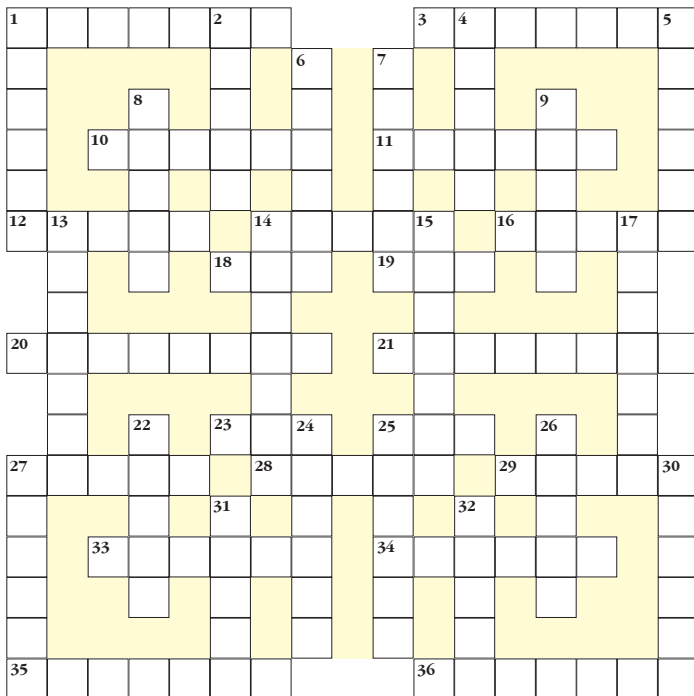
A. A.

KRUSTVĀRDU MĪKLA

Līmeniski. **1.** Krievu astronoms, mazās planētas *Rīga* atklājējs. **3.** Vieta Latvijā, kuras tuvumā atrodas observatorija. **10.** Nīderlandes kosmonauts, kurš veicis lidojumu kosmosā (1985). **11.** Zvaigzne Oriona zvaigznājā. **12.** Angļu astronomijas amatieris (1788–1865), Bredfordas observatorijas dibinātājs, viņa vārdā nosaukta Mēness jūra. **14.** Zvaigzne Lielā Suņa zvaigznājā. **16.** Pilsēta, kurā atrodas Austrijas Kosmiskās izpētes centrs. **18.** Altāra zvaigznāja saisinājums. **19.** Vedēja zvaigznāja saisinājums. **20.** Jupitera pavadonis. **21.** Pirmais Ventspils Starptautiskā radioastronomijas centra direktors. **23.** Puķa zvaigznāja saisinājums. **25.** Prasmīgs kara lidotājs. **27.** Pirmais Indijas kosmonauts. **28.** Masas mērvienība angļu mēru sistēmā. **29.** Magnētiskās indukcijas mērvienība. **33.** Zvaigzne Zaķa zvaigznājā. **34.** Neptūna pavadonis. **35.** Visspožākā zvaigzne pie debesīm. **36.** ASV astronauts, veicis trīs kosmiskos lidojumus (1973, 1984, 1988).

Stateniski. **1.** Kosmiskā kuģa *Apollo* izmēģinājuma laikā (1967) bojā gājis ASV astronauts. **2.** Vācu astronoms, divu Marsa pavadoņu atklājējs 1877. gadā. **4.** Franču fiziķis un astronoms (1786–1853). **5.** G. Galileja atklātais Jupitera pavadonis. **6.** Visilgāk kosmosā pabijusi ASV astronaute (*Mir*, 1996). **7.** Pundurplanēta asteroidu joslā. **8.** ASV astronauts (1932), septītais cilvēks uz Mēness. **9.** Jupitera pavadonis. **13.** Urāna pavadonis. **14.** Zvaigzne Vēršu Dzinēja zvaigznājā. **15.** Vācu astronoms (1838–1915), astrometrijas speciālists, kura vārdā nosaukts Mēness krāteris. **17.** Rīgā dzimis raķešbūves pionieris (1887–1933). **22.** Eiropas Kosmosa aģentūras kosmiskais aparāts Mēness izpētei. **24.** Zvaigzne Sietiņa zvaigžņu kopā. **25.** Jupitera pavadonis. **26.** Pirmā ASV astronaute (1951). **27.** Latviešu astronoms, kura vārdā nosaukta mazā planēta. **30.** Ungāru astronoms (1938), maiņzvaigžņu pētnieks. **31.** Zvaigzne Pegaza zvaigznājā. **32.** Pirmās mazās planētas atklājējs (1801).

Sastādījis **Ollerts Zībens**



JANIS KLĒTNIĒKS

STARPTAUTISKĀ ĢEOFIZIKAS GADA ATCEREI

Pirms 50 gadiem – 1957. gada 1. jūlijā – sākās Starptautiskais ģeofizikas gads (SĢG), kura laikā 67 pasaules valstu zinātnieki piedalījās mūsu planētas ģeofizikālo īpašību un parādību kompleksajā izpētē. SĢG ilga 18 mēnešus līdz 1958. gada 31. decembrim. Pēc tam dalībvalstis, izvērtējot lielos izdevumus, kas bija ieguldīti novērošanas staciju ierīkošanai, ģeofizikālo pētījumu programmu pagarināja un plaši izvērstos novērojumus turpināja visu 1959. gadu, kurš ieguva nosaukumu – Starptautiskais ģeofizikālais sadarbības gads (SĢSG). Šis laika posms nebija izvēlēts nejauši, tas sakrita ar Saules aktivitātes maksimuma periodu, kad visstiprāk izpaužas ģeofizikālo apstākļu izmaiņas. SĢG un SĢSG zinātnisko programmu izpildē plašākos pētījumus veica ASV, PSRS, Japānas, Francijas un citu valstu zinātnieki. Izpētes darbus organizēja un vadīja ANO Speciālā komiteja un dalībvalstu nacionālās komitejas. PSRS nacionālo SĢG komiteju vadīja ZA viceprezidents akadēmiķis N. Bardins.

Trīsdesmit mēnešu ilgajā laika posmā ģeofizikālās parādības novēroja vairāk nekā piectūkstoš zemeslodes punktus. Novērošanas stacijas galvenokārt bija izvietotas polārajos apgabalos Arktikā, Antarktīkā un arī ekvatora zonā ik pa 10° gan uz cietzemes, gan okeānos. Pārējās vietās uz Zemes virsmas novērošanas stacijas atradās 75°, 110°, 140° austrumu un 70° rietumu meridiāna joslās. Šajās stacijās pēc vienotas programmas tika veikti aeroloģijas, meteoroloģiskie, seismiskie, magnētiskie, gravimetriskie, okeanogrāfijas, glaciālie, Saules radiācijas plūsmu, kosmiskā sta-



1. att. Starptautiskā ģeofizikas gada emblēma.

rojuma, sudrabaino mākoņu, meteoru plūsmu, ģeogrāfiskā garuma un platuma un citi novērojumi. SĢG zinātnē iezīmēja arī kosmiskās ēras sākotni. Zemes ārējo fizikālo īpašību izpētei sāka lietot unikālas pētniecības metodes, izmantojot mēraparātūras pacelšanai Zemes mākslīgos pavadoņus (ZMP) jeb satelītus un raķetes.

Kompleksajos novērojumos tika atklātas jaunas, iepriekš nepazīstamas parādības: Zemes radiācijas joslas, dziļuma straumes okeānos, jonu mākoņi, protonu plūsmas un hēlija klātbūtne augšējā atmosfērā, dienvīdu aukstuma pola atrašanās vieta, Antarktīdas zemledus reljefs un ledus spiediena ietekme uz to. Tika izmērīts ozona slāņa biežums, meteoru plūsmas intensitāte starpplanētu telpā. Iegūtos mērījumus koncentrēja pasaules datu centros Vašingtonā un Maskavā, kā arī speciālos centros Ženēvā, Parīzē, Briselē un Londonā, kur tie kļuva pieejami pētniekiem.

SĢG un SĢSG zinātnisko programmu izpildē bija iekļautas arī vairākas tālaika mūsu

republikas zinātniskās iestādes – LVU Astro-
nomskā observatorija, LPSR ZA Astrofizikas
laboratorija un Vissavienības Astronomijas un
ģeodēzijas biedrības (VAĢB) Rīgas nodaļa.
LVU Astronomiskā observatorija veica pētīju-
mus divās jomās: precīzā laika un ģeogrāfiskā
garuma noteikšana un ZMP novērošana. ZA
Astrofizikas laboratorija piedalījās Saules ra-
diostarojuma izpētē, bet VAĢB Rīgas nodaļa
organizēja sudrabaino mākoņu un meteoru
novērošanu. Vēlāk starptautiskā sadarbība tur-
pinājās Mierīgās Saules gadā (1964–1965) un
citās pētījumu programmās.

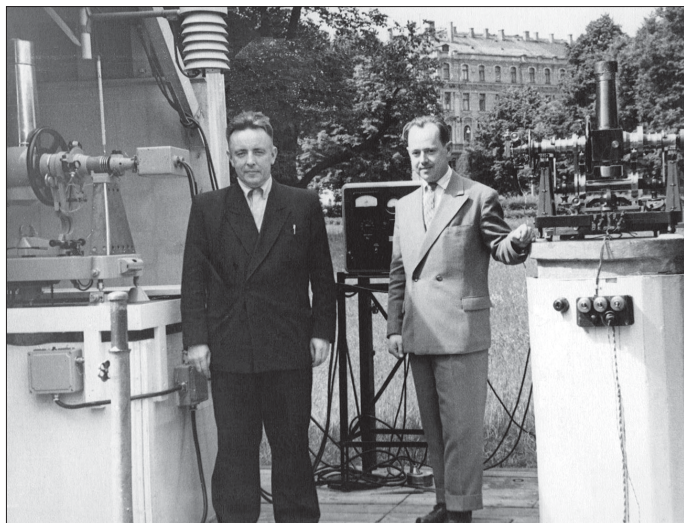
Vēsturiskajā skatījumā SĢG uzskatāms kā
trešais starptautiskais zinātniskās sadarbības
projekts pasaulē, kas turpināja ģeofizikālo iz-
pēti, ko Zemes polārajos apgabalos jau uzsā-
ka 19. gs. beigās un 20. gs. trīsdesmitajos ga-
dos. Polārajos apgabalos un okeānu ekvato-
riālā joslā akumulējās būtiskākie apstākļi kli-
mata izmaiņām. Jau pirmā Polārā gada laikā
(1882.VIII–1883.VIII) vairākas valstis pēc ko-
pīgas programmas un metodikas veica ģeo-
fizikālos un bioloģiskos novērojumus 13 vie-
tās Arktikā, kā arī Horna raga apkārtnē An-
tarktikā un Dienvidzordžijā. Otrajā Polārajā
gadā (1932.VIII–1933.VIII) jau piedalījās
daudz vairāk valstu un pētījumus izvērsa pla-

šākos apmēros. Uz cietzemes novēroja mag-
nētiskos, meteoroloģiskos, klimata izmaiņu
apstākļus, veica aeroloģijas, atmosfēras elek-
trības, smaguma spēka novērojumus. Pirmo-
reiz novērojumus sāka veikt arī no kuģiem
jūrās un okeānos. Antarktikā ierīkoja pirmo
polāro staciju, kurā ziemoja amerikāņu polār-
pētnieka R. Bērda ekspedīcija.

LAIKA UN GARUMA NOTEIKŠANA

Precīzā laika un ģeogrāfiskā garuma no-
teikšana bija viens no aktuālākajiem Ģeofi-
zikas gada pētniecības virzieniem. Globālo
ģeofizikālo procesu raksturošanai un kosmi-
kās telpas izpētei ar ZMP vajadzēja paaug-
stināt pasaules laika precizitāti un izveidot sta-
bilu ģeocentrisko koordinātu sistēmu. Šīs pro-
blēmas atrisināšana vispirms bija saistīta ar
astronomisko novērojumu precizitātes paaug-
stināšanu, precīzu astronomisko pulksteņu un
modernākas reģistrējošās aparatūras izveidi.
Laika un koordinātu sistēmas stabilitātes no-
drošināšanai no astronomiskajiem novēroju-
miem vajadzēja konstatēt Zemes rotācijas ne-
vienmērību, polu kustību, kontinentu dreifu
un citus faktorus, kā arī uzlabot universālās
astronomiskās konstantes. Šīs zinātniski sarež-
ģītās problēmas izpētē pieda-
lījās arī LVU Astronomiskā ob-
servatorija.

Astronomiskā observatorija
ar precīzā laika un ģeogrāfis-
ko koordinātu noteikšanas jau-
tājumiem nodarbojās jau kopš
tās nodibināšanas (1922). Ob-
servatorija piedalījās starptau-
tiskā ģeogrāfiskā garuma no-



2. att. Laika dienesta astrono-
misko novērojumu paviljons ka-
nālmalā pie Latvijas Universitātes.
Pie pasāžinstrumentiem K. Šteins
un J. Klētnieks (1958).

teikšanas programmā (1929), ko organizēja Baltijas Ģeodēzijas komisija, un Otrajā starptautiskajā garuma kampaņā (1933). Observatorijas rīcībā bija divi pasāžinstrumenti zvaigžņu tranzitmomentu noteikšanai un vairāki astronomiskie svārsta pulksteņi. 1949. gadā LVU Astronomiskās observatorijas Laika dienests tika iekļauts vienotā PSRS laika dienestu sistēmā. Kopš 1951. gada Observatorijas Laika dienests veica sistemātiskus astronomiskos novērojumus un laika radiosignālu uztveršanu pulksteņa korekciju noteikšanas vajadzībām, kā arī nodrošināja Rīgas telegrāfa un telefona staciju ar precīzo laiku.

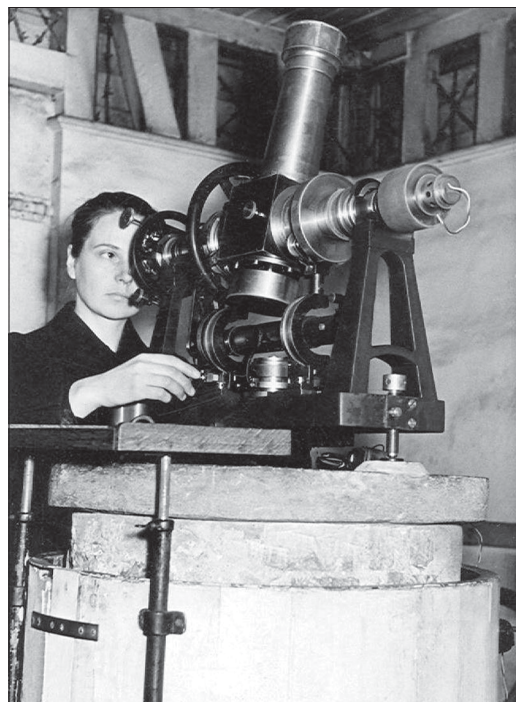
SĢG laika un garuma noteikšanas pētījumu programmu vadīja Starptautiskais laika birojs (*Bureau International de l'Heure*) Parīzē, bet Padomju Savienībā to koordinēja Visvienības Fizikāli tehnisko un radiotehnisko mērījumu zinātniski pētnieciskais institūts, kas organizēja laika dienestu darbu un sastādīja etalona laika biļetenus. LVU starptautiskās tēmas vadībai apstiprināja pieredzējušo astronomu Teorētiskās fizikas katedras docentu K. Šteinu.

SĢG pētījumu programmas izpildei Valsts plāns Universitātei piešķīra 400 tūkstošus rubļu un izdalīja četras zinātnisko līdzstrādnieku štata vietas. Līdzekļus izlietoja astronomisko novērojumu bāzes celtniecībai Universitātes Botāniskajā dārzā pie Vilpa ielas, astronomisko pulksteņu un modernākas reģistrējošās aparatūras iegādei. Divdesmitajos gados uzbūvētais astronomisko novērojumu paviljons, kas atradās pilsētas centrā iepretim Universitātei pie kanālmalas (*2. att.*), vairs nebija piemērots. Novērojumu analīze uzrādīja samērā lielas pasāžinstrumenta azimuta izmaiņas, ko radīja apkārtējā pilsētas transporta vibrācijas.

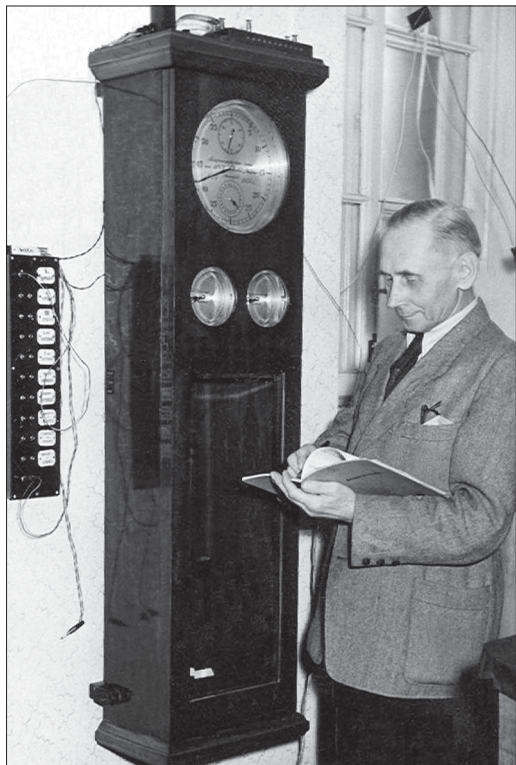
Jaunās novērošanas bāzes projektā paredzēja izbūvēt 16 m dziļu apakšzemes pulksteņu pagrabu un virs tā paviljonu pasāžinstrumentam, kā arī nelielu ēku Laika dienesta un Zemes mākslīgo pavadoņu novērotājiem. Taču novērošanas bāzes celtniecība

ieilga un jauno astronomisko staciju sāka izmantot tikai pēc Ģeofizikas gada beigām.

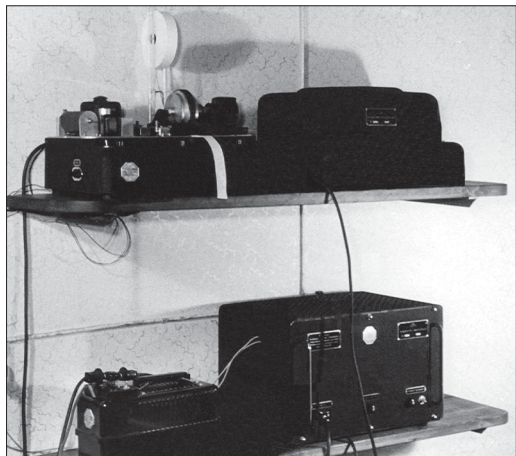
Observatorijas laika dienestu nokomplektēja ar zinātniskajiem līdzstrādniekiem: elektroinženieri Juriju Skrinu, astronomiem Elgu Kaupušu (*3. att.*) un Leonidu Rozi, ģeodēzistu Jāni Klētnieku. 1958. gada rudeni E. Kaupušu un L. Rozi ieskaitīja klātienē aspirantūrā, bet viņu vietā novērojumu apstrādei pieņēma matemātiķus Mirdzu Pudāni un Skaidrīti Stūri. Laika dienestu pārmaiņus vadīja E. Kaupuša (1957–1958) un J. Klētnieks (1958–1959), bet vispārējo zinātnisko vadību veica docents K. Šteins. Precīzā laika radiosignālus uztvēra laboranti Skaidrīte Plaude un Helēna Rostoka, kā arī fizikas specialitātes studenti Juris Miķelsons un Aivars Simanovskis, kuri piedalījās arī astronomisko novērojumu apstrādē. Māris Ābele konstruēja oriģinālu vidējā laika



3. att. Zvaigžņu tranzitmomentu novērošana ar Bamberga pasāžinstrumentu. Pie instrumenta E. Kaupuša.



4. att. Galvenais astronomiskais pulkstenis AČE-25. Pie pulksteņa hronometrists E. Vitols.



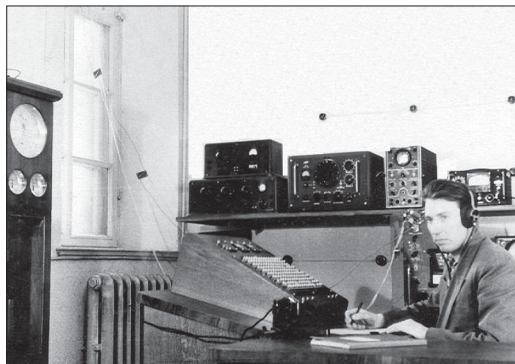
5. att. Drukājošais hronogrāfs novērošanas laika reģistrēšanai.

frekvences pārveidotāju zvaigžņu laikā, kas vienkāršoja pasāžinstrumenta bezpersoniskā mikrometra signālu salīdzināšanu ar pulksteņa sekunžu signāliem uz drukājamo hronogrāfa. Ģeofizikas gada sākumā iegādāto astronomisko pulksteni AČE-25, kas bija galvenais laika gļabātājs, uzraudzīja hronometrists Ernests Vitols, bet 1958. gada sākumā saņemto *Robde und Schwarz* kvarca pulksteni pārzināja elektronikas inženieris Kārlis Cīrulis (4., 5. att.).

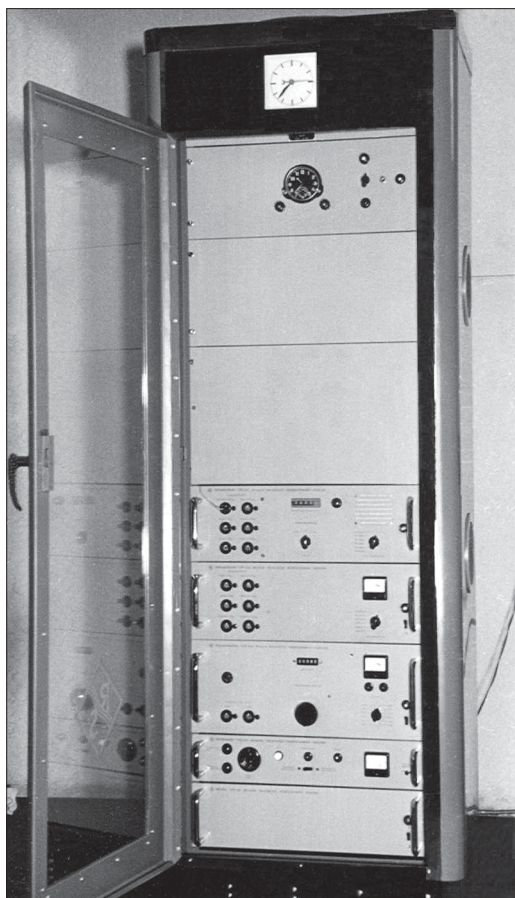
Laika dienests strādāja saskaņā ar rekomendēto garuma novērošanas programmu un visus iegūtos rezultātus nosūtīja Starptautiskajam laika birojam uz Parīzi, kā arī uz Maskavu etalona laika aprēķināšanai.

Pulksteņu korekcijas aprēķināja pēc vizuālajiem novērojumiem ar Bamberga tipa pasāžinstrumentu ($f = 65$ cm, $d = 70$ mm), kas bija aprīkots ar bezpersonisko mikrometru. Pirms astronomisko novērojumu uzsākšanas instrumenta tālskata ass caurīša tika pārslīpēta Galvenās astronomiskās observatorijas mehāniskajā darbnīcā Pulkovā un noteiktas jaunas instrumentālās konstantes. Lidz 1958. gada maijam kā galveno pulksteni lietoja AČE-25, bet pēc tam Rietumvācijas firmas *Robde und Schwarz* ražoto kvarca pulksteni, kas nodrošināja diennakts gājienu ar $\pm 0^{\circ},0001$ precizitāti. Radiosignālus uztvēra ar PRV un R-250 tipa radioaparātiem. Lidz 1959. gada maijam sekundes signālus reģistrēja ar stroboskopisko paņēmieni uz hronoskopa ar precizitāti līdz $\pm 0^{\circ},001$, bet pēc tam ar osciloskopisko metodi, kas paaugstināja radiosignālu reģistrēšanas precizitāti līdz $\pm 0^{\circ},0002$ (6., 7. att.).

Astronomiskos novērojumus veica K. Šteins, E. Kaupuša, J. Klētnieks un L. Roze. SĢG un SĢSG laikā pavisam noteica 579 pulksteņa korekcijas, no kurām 512 tika nosūtītas uz Starptautisko datu apstrādes centru Parīzē kopā ar 1459 uztvertajiem radiosignālu datiem. Katru pulksteņa korekciju aprēķināja no 10–15 zvaigžņu kulminācijas momentu novērojumiem, apstrādei lietojot klasisko Meijera formulu un



6. att. Radiosignālu reģistrēšanas iekārta. Pie pulsts inženieris J. Skrins.



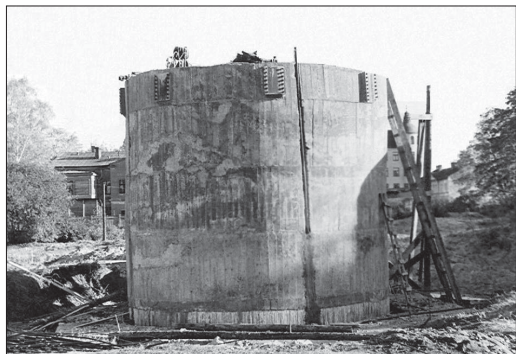
7. att. Kvarca pulkstenis (1958).

skaitļošanai vismazāko kvadrātu metodi. Atbilstoši Starptautiskās astronomijas savienības Dublinas kongresa lēmumam (1956) pulksteņa korekcijas reducēja uz daļēji vienmērīgo pasaules laika sistēmu *UT2*, aprēķināšanai ievērojot Zemes rotācijas sezonālās nevienmērības un pola kustības ietekmi. Šos labojumus katrai observatorijai nodrošināja Starptautiskais laika birojs. Novērojamo zvaigžņu rektascensiju vērtības Rīgas ģeogrāfiskā platuma zonai savukārt deva Pulkovas observatorija, reducējot tās FK3 R zvaigžņu kataloga sistēmā. Zvaigžņu kulminācijas momentu novērojumi ļāva noteikt arī rektascensiju labojumus un tādējādi uzlabot zvaigžņu katalogu.

Lai gan zvaigžņu kulminācijas momentu novērošanai lietoja vizuālo paņēmieni, astronomisko pulksteņu korekciju precizitāte tikai nedaudz atpalika no pasaules labāko laika dienestu novērojumiem, kur lietoja fotogrāfisko zenīta teleskopu, Danžona prizmu astrolābiju vai pasāžinstrumentu ar fotoelektrisko reģistrācijas iekārtu. Radiosignālu reģistrācijas ziņā LVU Laika dienestā izstrādātā osciloskopiskā metode kvarca pulksteņa un radiosignālu salīdzināšanai deva līdzvērtīgus rezultātus.

Lai gan 1958. gada beigās Laika dienests saņēma jauno Padomju Savienībā ražoto pasāžinstrumentu *AIM-10* ar fotoelektrisko reģistrācijas iekārtu, tomēr ar to novērojumus SGG laikā vēl neuzsāka, lai neizjauktu novērojumu instrumentālās sistēmas stabilitāti. Bez tam jaunā pasāžinstrumenta fotoelektriskā reģistrācijas iekārta bija nepilnīga un to vēl vajadzēja uzlabot.

Precīzā laika uzlabošanas jomā LVU Astronomiskās observatorijas Laika dienesta zinātniskie līdzstrādnieki veica vairākus oriģinālus pētījumus. J. Skrins izstrādāja jaunu kvarca pulksteņa termostātes paņēmieni ar kvarca oscilatora izvietojumu dziļā urbumā, vienmērīgas temperatūras nodrošināšanai pazemes apstākļos. Divus eksperimentālus 40 m dziļus urbumus ierīkoja Universitātes galvenās ēkas iekšpagalmā. J. Klētnieks



8. att. Pulksteņa pagraba būvniecība Universitātes Botāniskajā dārzā (1959).

analizēja radiosignālu un galvenā astronomiskā pulksteņa sekundes signālu reģistrēšanas kļūdas un atklāja laika reģistrēšanas sistēmu parametrus, kurus Starptautiskais laika birojs ievēroja, aprēķinot LVU Astronomiskās observatorijas astronomiskā pamatpunkta ģeogrāfiskā garuma vērtību. K. Cirulis izstrādāja jaunu fotoelektrisko iekārtu zvaigžņu kulminācijas momentu reģistrēšanai un izgatavoja modernu kvarca pulksteni. Šo oriģinālo iekārtu izpētīja L. Roze un kopā ar K. Šteinu izstrādāja teorētisko nodrošinājumu. M. Ābele konstruēja oriģinālu fotoelektrisko zenīta teleskopu laika un platuma noteikšanai pēc vienādu zenītdistanču zvaigžņu novērojumiem. Šo instrumentu izgatavoja sešdesmito gadu vidū un uzstādīja virs pulksteņa pagraba LVU Botāniskajā dārzā (8. att.). E. Kaupuša pievērsās pētījumiem par atmosfēras cirkulācijas izmaiņu iespaidu uz Zemes rotācijas ātrumu un eksperimentāli noteica koku pretestības spēku vējam. Pēc tam viņa turpināja pētījumus par Zemes atmosfēras vispārīgās cirkulācijas un citu ģeofizikālo faktoru saitēm ar Zemes nevienmērīgo rotāciju un polu svārstībām.

SĢG ienesa LVU Astronomiskās observatorijas zinātniskajā izaugsmē lielas kvalitatīvas pārmaiņas. Turpmākajos gados zvaigžņu tranzitmomentu reģistrācijā tika ieviesta oriģināla fotoelektriskā iekārta, kas ievērojami uzlaboja

pasāžinstrumenta *ATM-10* novērojumu precizitāti. Sešdesmito gadu beigās LVU Laika dienests precizitātes ziņā ierindojās pirmajā vietā Padomju Savienībā. Neatpalika arī eksperimentālie pētījumi novērošanas instrumentu uzlabošanas jomā un tika izstrādātas jaunas konstrukcijas novērošanas procesa pilnīgai automatizācijai. Veikti ne mazums pētījumu Zemes rotācijas nevienmērību analizē un citos jautājumos.

ZEMES MĀKSLĪGO PAVADOŅU NOVĒROŠANA

PSRS Nacionālā SĢG komiteja iekļāva LVU Astronomisko observatoriju arī otras tēmas *Zemes mākslīgo pavadoņu novērošana* izpildē. Jau dažus mēnešus pirms pirmā pavadoņa palaišanas 1957. gada 4. oktobrī Universitāte nosūtīja Eksperimentālās fizikas katedras pasniedzējus Valerianu Šmēlingu un Egonu Zablovski uz kursiem Turkmēnijā, kur tika veikta apmācība pavadoņu novērošanas organizēšanai. Pēc viņu atgriešanās Universitātes Botāniskajā dārzā ierīkoja laukumu pavadoņu vizuālai novērošanai. Novērošanas stacija no Astronomiskās padomes saņēma nelielus platleņķa *AT-1* tipa tālskatus, kas deva seškārtīgu palielinājumu un nodrošināja 11° redzeslauku. V. Šmēlinga vadībā pavadoņu novērošanā iesaistīja fizikas specialitātes studentus, kuru vidū bija tagad ļoti pazīstami LU mācībspēki: J. Zaķis, Ē. Ikaunieks, S. Čerāne, E. Tardenaks, L. Laucenieks un daudzi citi.

Atrast meklējamo pavadoņi pie zvaigžņotās debess nebija viegls uzdevums. Pavadoņi ne vienmēr bija pietiekami spoži, un kustības leņķiskais ātrums bija liels – 1°–2° sekundē. Ar teleskopu pavadoņi vajadzēja ātri uztvert un fiksēt laika momentu ar hronometru, kā arī atzīmēt shēmā tā stāvokli attiecībā pret tuvākajām zvaigznēm. Pieredzējis novērotājs spēja noteikt virzienu uz pavadoņi ar 0,5°–1°, bet laiku ar 0,1–0,5 s precizitāti. Novēro-

9. att. Pirmā fotogrāfiskā kamera ZMP novērošanai. Kameras konstruktors M. Ābele. Pie kameras K. Šteins un S. Stūre (1958).

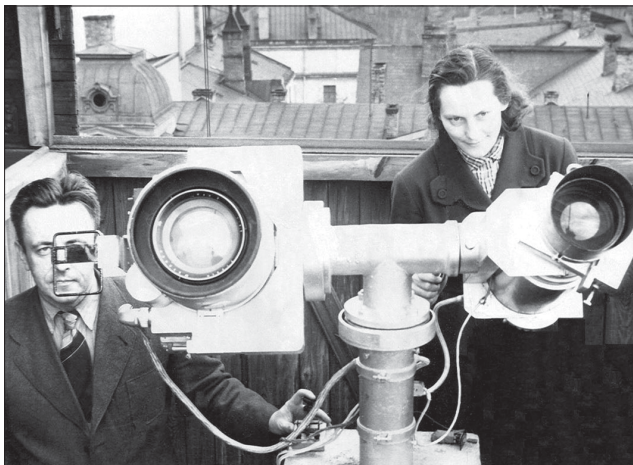
tos datus nekavējoties nosūtīja uz apstrādes centru Maskavā.

Neskatoties uz mazo precizitāti, samērā liels vizuālo novērojumu skaits no dažādām stacijām jau spēja nodrošināt pietiekamu precizitāti pavadoņa aptuvenas orbītas elementu skaitīšanai. Novērojumi bija noderīgi gan efemerīdu aprēķināšanai, gan arī, lai noskaidrotu pavadoņa bremzēšanos atmosfērā. Tomēr vizuālo novērojumu precizitāte nebija pietiekama Zemes gravitācijas lauka nevienmērību, atmosfēras slāņu nevienbīdīguma, kosmiskās ģeodēzijas un citu jautājumu pētīšanai. Augstāku precizitāti nodrošināja fotogrāfiskās un vēlāk attīstītās lāzera novērošanas metodes un instrumenti.

1958. gada sākumā Rīgas novērošanas stacija saņēma aerofotokameru *NAFA-3s/25*, ko toreizējais Fizikas un matemātikas fakultātes 3. kursa students Māris Ābele pārveidoja pavadoņu fotografēšanai. Viņš izstrādāja fotografēšanai parocīgu trīsaslu kameras montāžas konstrukciju un laika reģistrācijas sistēmu. Tā bija viena no pirmajām pavadoņu fotokamerām Padomju Savienībā. Pēc modernizācijas M. Ābeles pirmā pavadoņu kamera ieguva nosaukumu *УФИСЗ* (9. att.). Ar šo kameru sākās Rīgas Fotogrāfiskās pavadoņu novērošanas stacijas straujš izaugsmes ceļš, kas tās vārdu iznesa pasaulē.

Vājo pavadoņu fotografēšanai M. Ābele izstrādāja oriģinālas kon-

10. att. M. Ābeles un K. Lapuškas konstruētā fotokamera *AFU-75*. Darbības principus konferences dalībniekiem skaidro K. Lapuška (centrā).



strukcijas kustīgu kaseti, kas uz īsu laiku sprīdi kompensēja pavadoņa pārvietošanos un uzkrāja pavadoņa atstaroto gaismu, tādējādi uz fotofilmas iegūstot punktveida pavadoņa trajektorijas attēlu. Vēlāk šis princips sekmīgi tika pielietots M. Ābeles un K. Lapuškas oriģinālās ZMP novērošanas kameras *AFU-75* konstrukcijā, kas pēc tehniskajiem rādītājiem bija līdzvērtīga amerikāņu *Baker-Nunn* kamerai. *AFU-75* bija aprīkota ar autonomu kvarca pulksteni, oscilogrāfu un radiouztvērēju. Ar to bija iespējams fotografēt $10^{\circ} \times 15^{\circ}$ lielu debess apgabalu un zvaigznes līdz 10.–11. spožuma klasei. Septiņdesmito gadu otrajā pusē šo kameru sāka ražot sēriņveidā un ar to aprīkoja gandrīz visas Padomju Savienības ZMP novērošanas stacijas (10. att.). Šajos gados

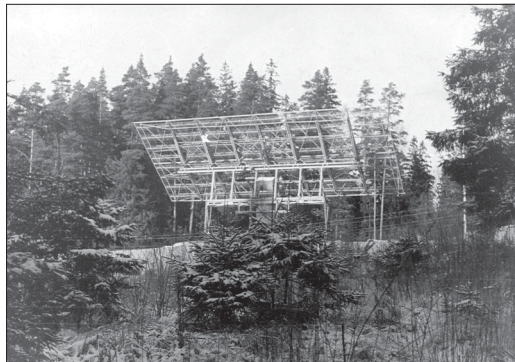


Rīgas ZMP stacijā M. Ābeles vadībā jau izstrādāja modernu novērošanas instrumentu sēriju, izmantojot lāzera lokācijas principu. Uz šo pētījumu bāzes izveidots tagadējais satelītu novērošanas lāzerteleskops *LS-105 Rīga* (I. Vilks. "Optiķis ar zelta rokām" – *ZuD*, 2007. g. vasara).

SAULES INTEGRĀLĀ RADIO-STAROJUMA NOVĒROŠANA

Ģeofizikas gada Saules radiostarojuma novērošanas programmas izpildē tika iekļauta arī Baldones Riekstukalna novērošanas stacija, ko Astrofizikas laboratorijas direktors Jānis Ikaunieks jau no paša sākuma veidoja par modernu radioastrofizikas observatoriju ar plašu darbības spektru. Saules radiostarojuma novērošanas programmā pavisam piedalījās 42 pasaules observatorijas.

Pirmos novērojumus Riekstukalnā uzsāka 1958. gadā, uztverot Saules radiostarojuma signālus 210 MHz frekvencē ar 1,5 m viļņu garumu. Sākumā uztveršanai lietoja amerikāņu militāro radiolokatoru *SCR 520* ar 20 m² lielu antenu, ko novērošanai pielāgoja inženieri V. Peļipeiko un V. Vilks. Līdzīgu iekārtu (11. att.) radioastronomijā tolaik izmantoja arī citās PSRS novērošanas stacijās. Radioastronomijas metodes atklāja principiāli jaunas iespējas Saules fizikas pētīšanai. Saules radiostarojumu varēja uztvert jebkuros laika ap-



11. att. Radioteleskopa uztverošā antena.

stākļos, arī tad, kad debesis sedza mākoņi. Ar radioastronomijas metodēm kļuva iespējams pētīt Saules atmosfēras slāņus ne vien vainaga daļā, bet arī korpuskulu plūsmu uz redzamā diska un ar to saistītos procesus.

Saules radiostarojumu pēc kopējas programmas regulāri novēroja katru dienu visās stacijās, sākot no Tālajiem Austrumiem līdz Baltijai. Tālāk novērošanas stafeti pārņēma Rietumu observatorijas. Tādējādi diennakts diapazonā ieguva nepārtrauktu novērojumu sēriju par procesiem uz Saules. Padomju Savienības novērošanas stacijas signālu reģistrēšanai bija apgādātas ar vienāda tipa pašrakstītājiem, kas atvieglāja informācijas apstrādi. Iegūtos novērojumus nosūtīja uz datu centru Maskavā, kur tie tika publicēti ikmēneša izdevumā *Солнечные данные*, kā arī starptautiskajā Saules datu biļetenā *The Quarterly Bulletin on Solar Activity*.

Bija zināms, ka Saules radiostarojums neredas fotosfērā, no kurienes nāk redzamā gaisma, bet gan Saules ārējā atmosfērā. Izstaroto radioviļņu signāli bija vāji un ar dažādu viļņu garumu. Išviļņu radiosignālu uztveršanai vajadzēja lietot uztverošās antenas ar lielām virsmām. Tādi radioteleskopi bija tikai lielākajās pasaules observatorijās. Baldones topošā observatorija ar savu nelielu antenu varēja uztvert tikai metru diapazona radioviļņus, kas raksturoja vispārīgo jeb integrālo Saules radiostarojumu. Tomēr arī šie radioviļņi ļāva konstatēt lielus radiouzliesmojumus, kas liecināja par uzliesmojumiem uz Saules. It īpaši tie veidojās Saules aktivitātes laikā. Intensīvie hromosfēras uzliesmojumi radīja spēcīgu radiāciju jeb korpuskulu plūsmu un izraisīja Zemes augšējā atmosfērā citas parādības: polārblāzmas, magnētiskās vētras, intensīvu kosmisko daļiņu plūsmu u. tml.

Par radiouzliesmojumu fizikālo dabu pastāvēja vairākas teorijas. To izcelsmi vispārīgi saistīja ar Saules plankumiem, kuros tieši veidojas flokulas, gan arī to apkārtņē izraisās sakarsētās plazmas uzliesmojumi. Tie izverd ļoti lielu enerģijas daudzumu, kuras lielums pieļi-

dzināms vairāku udeņraža bumbu sprādzieniem. Uzliesmojumi parasti ir īslaicīgi, apmēram 10–20 minūtes gari, bet šai laikā tiek izstaroti spēcīgi ultravioletie un rentgenstari, kā arī radioviļņi. Lidz Zemes magnetosfērai tie nonāk jau pēc astoņām minūtēm. Turpretim uzliesmojumā ģenerētā vājo protonu plūsmas atkarībā no intensitātes nonāk dažu stundu vai pat diennakts laikā. Tādējādi Saules radionovērošanas stacijas var iepriekš brīdināt dažādas iestādes par sagaidāmajiem traucējumiem. Spēcīgi uzliesmojumi traucē ne vien īsviļņu radiosignālu izplatīšanos, bet arī ietekmē cilvēku veselību, it īpaši sirds slimniekus. Saules uzliesmojumu novērošana ar radioastronomijas metodēm kļuva par ļoti svarīgu zinātnes problēmu.

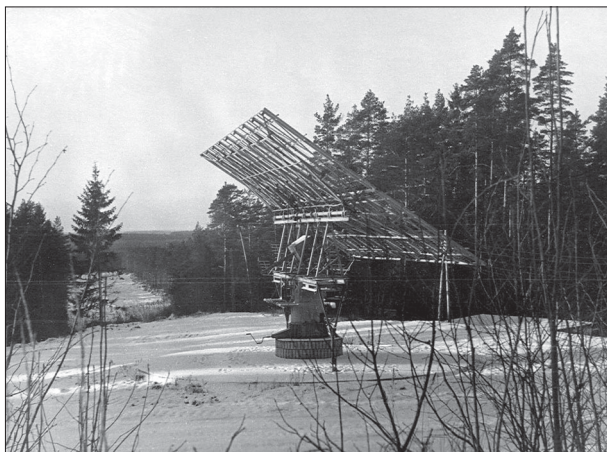
SĢG laikā novērotie Saules uzliesmojumi deva vērtīga informāciju sagaidāmajiem cilvēka lidojumiem kosmosā. Baldones observatorija kā viena no pirmajām uzsāka apkopot Saules spēcīgāko uzliesmojumu datus. N. Cimahoviča sastādīja 150 uzliesmojumu katalogu, kurā ietvēra 1957.–1959. gada periodā deviņās Padomju Savienības observatorijās, tostarp arī Baldonē, ar radioteleskopiem reģistrētos spēcīgos Saules uzliesmojumus. Uzliesmojumi publicēti īpašā katalogā. Šajos pētījumos noskaidrojās arī sakars starp Saules uzliesmojumiem un dzīvās dabas procesiem.

1960. gadā radioastronomu rīcībā nonāca pirmie pētījumi par Saules aktīvo apgabalu izpēti milimetru diapazona viļņos, kas ļāva iepazīt ne tikai Saules fizikālos procesus, bet arī uztvert zvaigžņu izstarotos radioviļņus. Lai pētītu saikni starp procesiem zvaigznēs un apkārtējās kosmiskās vides īpašībām, Astrofizikas laboratorijas inženieri E. Bervalda vadībā uzsāka pro-

jektēt J. Ikaunieka iecerēto maināmas bāzes radiointerferometru, kas ļautu uztvert vismaz 5 cm garus viļņus. Darbu pārtrauca J. Ikaunieka priekšlaicīgā nāve 1969. gada 27. aprīlī.

Kopš 1972. gada Baldones observatorija novēroja Saules radiostarojuma plūsmas kvaziperiodiskās fluktuācijas decimetru viļņu diapazonā ar 10 m diametra parabolisko antenu *RT-10*, apstrādājot reģistrēto informāciju ar elektronisko skaitļošanas tehniku. Novērojumi deva iespēju pētīt tolaik vēl nenoskaidrotus procesus Saules hromosfēras un vainaģa pārejas slānī ar 755 MHz frekvences uztvertajiem radioviļņiem. Šie pētījumi paplašināja zināšanas par Saules atmosfēras plazmas fizikālajām īpašībām un tās dinamiku.

Saules radioastronomiskie novērojumi un Saules fizikas izpēte kļuva par vienu no ZA Radioastrofizikas observatorijas (direktors A. Balklavs) galvenajiem darbības virzieniem. Saules radioastronomu pētnieku grupa, kurā SĢG laikā darbojās tikai daži darbinieki, 80. gadu beigās izauga līdz divdesmit zinātnieku lielam kolektīvam (A. Balklavs, N. Cimahoviča, G. Ozoliņš, B. Rjabovs, A. Spektors, I. Šmels, V. Locāns, M. Eliāss, Dz. Blūms, J. Kaminskis u. c.). Saules dienests regulāri reģistrēja Saules decimetru viļņu radiostarojumu, brīdinot ģeofizikālos dienestus un medicīnas iestādes par spēcīgiem radiouzliesmojumiem.



12. att. Radioteleskopa 80 m² antena Saules radiostarojuma uztveršanai Riekstukalnā.

SUDRABAINO MĀKOŅU NOVĒROŠANA

Sudrabainie mākoņi ir visaugstāk Zemes atmosfērā sastopamie mākoņi. Raksturīgo nosaukumu tie ieguvuši sava spīdošā izskata dēļ. Sudrabainie mākoņi veidojas atmosfēras mezosfērā apmēram 75–90 km augstumā un redzami tikai rīta vai vakara krēslas stundās, kad Saule atrodas 5–15° zem horizonta. Šajā laikā Saule apgaismo tikai augšējos atmosfēras slāņus, bet zemākie blīvākie atrodas ēnā. Sudrabainie mākoņi sastāv no sīkiem ledus kristāliņiem, kas rodas ļoti izretinātā vidē, kondensējoties ap tur sastopamiem joniem un to savienojumiem. Saules apgaismojumā tie iegūst savu sudrabaino nokrāsu. Izretināto kristāliņu mākoņiem ir ļoti mazs optiskais blīvums, tāpēc to izpēte ir apgrūtināta. Šie mākoņi parādās neregulāri un novērojami tikai vasaras mēnešos. Vēl neizskaidrotu apstākļu dēļ tie ziemeļu puslodē veidojas tikai 50–75° ģeogrāfiskā platumā joslā. Dienvidu puslodē tie novēroti 40–60° platumā joslā. Latvijā tie visbiežāk novērojami jūnijā, jūlijā un augustā pirms vai pēc pusnakts debess ZR vai ZA daļā.

Sudrabainos mākoņus astronomi uzsāka pētīt tikai 19. gs. beigās. Jau pirmie sudrabaino mākoņu novērotāji Maskavas astronomi V. Ceraskis un A. Belopoļskis noteica to augstumu 74–82 km virs zemes virsmas. Astronomu uzmanību piesaistīja V. Ceraska atklājums, ka šie mākoņi var izkropļot zvaigžņu fotometrisko novērojumu rezultātus. Tā kā sudrabainie mākoņi parādījās reti un bija caurspīdīgi, tad šai ietekmei nebija praktiskas nozīmes. Meteorologi sudrabainos mākoņus pieskaitīja blāvo spalvu mākoņu tipam, kas veidojas lielā augstumā.

Sudrabaino mākoņu izpētei lielāku uzmanību sāka pievērst 20. gs. piecdesmitajos gados sakarā ar raķešu pacelšanu atmosfēras augšējos slāņos, kuru fizikālās īpašības vēl nebija pētītas. Zemes augšējā atmosfērā veidojas ziemeļblāzmas, sudrabainie mākoņi, bija no-

vērojama meteoru sadegšana, iso radioviļņu atstarošanās, bet vēl nebija izpētīti fizikālie apstākļi, kas izraisa šīs parādības. Neskaidro jautājumu loks bija ļoti plašs. Vajadzēja izziņāt sudrabaino mākoņu patieso augstumu un augstuma variācijas virs dažādām vietām saistībā ar zemes virsmas reljefu, jūru un okeānu ūdens virsmām, mākoņu ģeogrāfiskās izplatības robežas, to morfoloģiju un dinamiku saistībā ar vispārējiem hidrometeoroloģiskajiem un klimatu veidojošiem apstākļiem. Sudrabainie mākoņi varēja aizņemt pat vairākus miljonus km² lielu platību. Padomju Savienībā kopš 1953. gada ar sudrabaino mākoņu izpēti nodarbojās ZA Lietišķās ģeofizikas institūts, kas SGG laikā novērošanā plaši iesaistīja VAĢB nodaļas, tostarp arī 1947. gadā nodibināto Rīgas nodaļu.

1956. gada augustā Rīgā ieradās VAĢB Centralās padomes (CP) pārstāvis N. Grišins, kurš rosināja organizēt sudrabaino mākoņu un meteoru novērošanu, izdalot šim mērķim nelielu CP finansiālo atbalstu novērošanas stacijas ierīkošanai un komandējumiem uz sanāksmēm Maskavā. Rīgas nodaļa no astronomijas un ģeodēzijas sekcijas biedriem izveidoja divas darba grupas. Sudrabaino mākoņu novērošanas grupu uzņēmās vadīt nodaļas sekretārs, LPSR ZA Astrofizikas laboratorijas vecākais zinātniskais līdzstrādnieks Matiss Dirīķis. Šīs grupas organizatoriskajā darbā aktīvi piedalījās arī LLA ģeodēzijas docents Ludvigs Ozols un LVU fizikas specialitātes students Ernests Grasbergs, bet meteoru novērošanas grupā – Rīgas Pedagoģiskā institūta astronomijas pasniedzēja Zenta Kauliņa un LVU fizikas specialitātes students Māris Ābele.

Meteoru novērošana ietilpa kopējā Zemes augšējās atmosfēras procesu izpētes programmā. Meteoru uzliesmošanas augstums un sadegšanas dinamika labi raksturoja vispārīgos apstākļus, kā kosmiskajā telpā varēja sadegt raķešu atlūzas. Meteoru novērošanu aktīvi uzsāka M. Ābele. Viņš pierīkoja LVU astronomiskā torņa Heides refraktoram fotokameru ar

Telemar objektīvu ($f = 750$ mm, $d = 120$ mm) un eksperimentēja arī ar šaurfilmas fotoaparātu. Meteoru fotografēšanai izmantoja obturatoru, kas pārtrauca objektīvā krītošo gaismas plūsmu un uz fotofilmas eksponēto meteora ceļu sadalīja atsevišķos posmos. Fotografēšana ar obturatoru ļāva piesaistīt pulksteņa laiku un ievērojami paaugstināja novērošanas precizitāti. Šo paņēmieni M. Ābele sekmīgi izmantoja pirmo ZMP fotografēšanai. 1956. gada 11./12. augusta naktī M. Ābele ieguva Perseīdu plūsmas meteoru uzņēmumus, kurus izdevās apstrādāt kopā ar Baldones Morisona kalnā iegūtajiem novērojumiem.

Sudrabaino mākoņu novērošanas stacijas ierīkošanai Rīgā neizdevās atrast piemērotu vietu. Tāpēc izvēlējās 50 km attālo Siguldu, uz kuriem no Rīgas bija pietiekami laba satiksme un novērošanu naktīs laikā netraucēja pilsētas apgaismojums. 1956. gada beigās VAĢB Rīgas nodaļai izdevās panākt, ka novērošanas punktam tiek piešķirts līdz 2000 m² liels zemesgabals Lāčplēša ielā 18, uz kura iesāka celt sudrabaino mākoņu novērošanas vajadzībām paviljonu, kā arī nelielu ēku novērotājiem un instrumentu uzglabāšanai. Diemžēl fondēto būvmateriālu un līdzekļu trūkuma dēļ iecerēto būvju celtniecība aizkavējās uz daudziem gadiem. M. Dirīķim turpmākajos gados tikai ar lielām grūtībām izdevās iestot sākumā iecerēto ideju par Siguldas novērošanas stacijas izaugsmi līdz pirmajai Tautas observatorijai Latvijā (13., 14. att.).

Lai teritoriāli aptvertu arī attālākas vietas, sudrabaino mākoņu novērošanai ierīkoja pagaidu staciju Rīgā uz sešstāvu ēkas jumta Gorkija (tagad Val-

14. att. Sudrabaino mākoņu novērošanas paviljons Siguldā. Pie fotokameras M. Dirīķis un L. Dirīķe.



13. att. Sudrabaino mākoņu novērošanas stacija Siguldā (1959).

demāra) ielā 34 un LLA studentu ģeodēzijas prakses bāzē Lielaucē. Visas stacijas aprīkoja ar aerofotokamerām *AFA-IM* ($f = 210$ mm) un noteica atrašanās vietas ģeogrāfiskās koordinātas (T. Gončarovs, L. Ozols). 1957. gada jūnijā–augustā uzsāka regulāras dežūras, kurās iesaistīja gan Siguldas skolēnus, gan LVU un LLA studentus. Jau no sākuma aktīvākie novērotāji bija M. Ābele, J. Bērziņš, J. Francmanis, E. Grasbergs, A. Krastiņš, J. Mieziņš un daudzi citi. Pirmajā novērošanas gadā astoņās skaidrajās naktīs jau izdevās iegūt samērā daudz sudrabaino mākoņu fotogrāfiju. 1958. gadā sudrabaino mākoņu novērojumos iesaistījās arī ZA Astrofizikas labo-



ratorija Baldones Riekstukalnā. SĢG un SĢSG periodā (1957–1959) sudrabaino mākoņu parādīšanos reģistrēja pavisam 23 naktīs, iegūstot vairāk nekā 1000 fotogrāfisko attēlu. Vizuāli novēroto sudraboto mākoņu skaits bija lielāks, taču tiem bija tikai informatīvs raksturs.

Sudrabaino mākoņu novērošanā VAĢB Rīgas nodaļa ieguldīja lielu darbu. Iegūtos fotoattēlus nosūtīja uz Maskavas Lietišķās ģeofizikas institūtu, kur veica novērojumu galīgo apstrādi. No Siguldas un Baldones stacijās iegūtajiem vienlaicīgajiem novērojumiem M. Dirīķis un J. Francmanis izstrādāja vienkāršu metodi sudrabaino mākoņu raksturīgo punktu ģeogrāfisko koordinātu un augstuma aprēķināšanai. Iegūtie rezultāti (77,5, 78,6, 81,9, 82,9, 84,2, 85,5, 85,9, 89,6 km) labi saskanēja ar vispārīgajiem datiem (15., 16. att.). Liela nozīme sudrabaino mākoņu pētīšanas darbu koordinēšanā un pieredzes apmaiņā bija trim speciālām apspriedēm, kuras organizēja SĢG komiteja kopā ar VAĢB. Viena no šīm apspriedēm – VI Vissavienības sudraboto mākoņu konference – 1959. gada oktobrī notika Rīgā, un tajā apsprieda Ģeofizikas gadā iegūtos pētījumu rezultātus (17. att.).

Pēc Ģeofizikas gada programmas izpildes

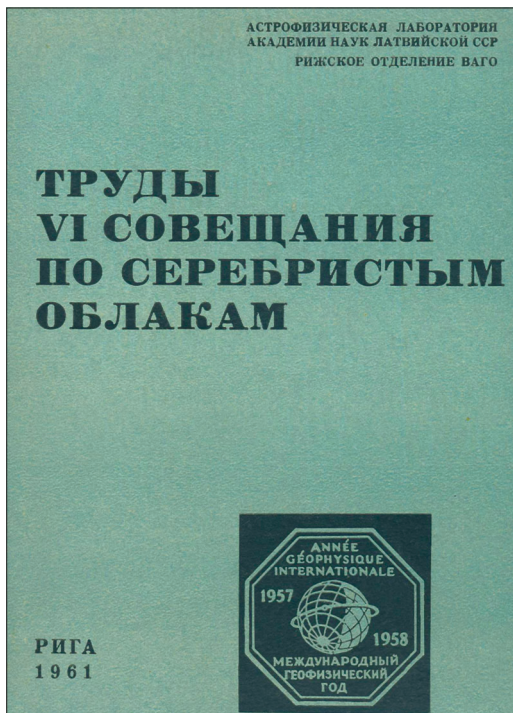
VAĢB Latvijas nodaļa sudrabaino mākoņu novērošanu turpināja Siguldas stacijā un arī Rīgā. Novērošanā aizvien no jauna iesaistījās fizikas specialitātes jaunāko kursu studenti, to starpā A. Andžāns, M. Auziņš, M. Brāzma, S. Jevdokimenko, E. Mūkins, I. Platais, A. Plot-



15. att. Sudrabaino mākoņu attēls 1959. gada 15./16. jūlija naktī. Uzņemts Siguldā.



16. att. Sinhroni ar Siguldu uzņemtais sudrabaino mākoņu attēls Baldonē.



17. att. VI sudrabaino mākoņu konferences rakstu krājuma titullapa.

kins, V. Straupe, V. Šnepsts u. c. Vairāki no viņiem astronomiju izvēlējās par savu specializāciju un izstrādāja šajā nozarē kursa darbus un diplomdarbus. Sudrabaino mākoņu novērošanas un zinātniskās izpētes jomā M. Dirīķis un J. Francmanis regulāri sniedza ziņojumus Vissavienības konferencēs un sanāksmēs. Aktīvākie astronomijas sekcijas biedri arī veica atsevišķus pētījumus: S. Francmanis un S. Jevdokimenko izstrādāja kompleksu

skaitļošanas programmu sudrabaino mākoņu ģeogrāfisko koordinātu un augstuma aprēķināšanai uz *BESM-2*. V. Straupe izpētīja sudrabaino mākoņu augstuma atkarību no vietējā laika. N. Cimahoviča noskaidroja sudrabaino mākoņu veidošanos saistībā ar Saules radiostarojumu. R. Vitolnieks organizēja Ogrē jonosfēras novērojumus ar radiolokācijas staciju *P-8* un pētīja E_s slāņa morfoloģiju.

Tagad uzskata, ka sudrabaino mākoņu parādīšanās saistīta ar atmosfēras augšējo slāņu nevienmērību un fizikālo īpašību izmaiņām. To apstiprina atmosfēras augšējo slāņu sastāva pētījumi, kas parāda tiešu mijiedarbību ar Saules starojuma elektriski lādēto daļiņu plūsmu Zemes magnetosfērā, izmaiņot ārējo atmosfēras slāņu termobāriskos raksturlielumus. Vasaras periodā atsevišķos mezosfēras apgabalos temperatūra nedaudz paaugstinās, kas izraisa ledus kristālisko daļiņu veidošanos. Šis process nav regulārs, tāpēc sudrabainie mākoņi izveidojas samērā reti. Jāatzīmē, ka līdzīgi procesi konstatēti arī citu planētu – Jupitera un Saturna – atmosfēras augšējos slāņos.

VAĢB Latvijas nodaļa ar savu aktīvo darbību kļuva par vienu no vadošajiem sudrabaino mākoņu izpētes centriem. Siguldas astronomisko novērojumu arhīvā 25 gadus ilgā laika posmā (1957–1982) reģistrēti ap 5000 foto negatīvu ar sudrabaino mākoņu attēliem, kas iegūti 230 naktīs. Vēl tagad šī retā un krāšņā dabas parādība piesaista astronomijas interesantu uzmanību. Nesen *Zvaigžņotā Debess* (2006./07. g. ziema) publicēja Artura Barzda un Oļesjas Smirnovas uzņemtos sudrabaino mākoņu digitālos attēlus, kas iegūti 2006. gada jūlijā. 🌩

Kur Rīgā var iegādāties ZVAIGŽNOTO DEBESI? Apgāda *Mācību grāmata* veikalos **Raiņa bulvārī 19** 1. stāvā (172. telpā, tālr. 7034325) un **Katrīnas dambī 6/8**; izdevniecības *Zinātne* grāmatnīcā **Zinātņu akadēmijas Augstceltnē**; grāmatu namā **Valters un Raņa Aspazijas bulvārī 24**; *Jāņa Rozes* grāmatnīcā **Krišjāņa Barona ielā 5**; karšu veikalā *Jāņa sēta* **Elizabetes ielā 83/85**; *Rēriba* grāmatu veikalā **A. Čaka ielā 50** u. c.

Prasiet arī novadu grāmatnīcās! Visērtāk un lētāk – abonēt. Uzziņas **7325322**.

PAR PĀRNOVU LOMU ZEMES LIKTEŅOS

Ieskats žurnālā *Sky and Telescope*

Pasaules astronomisko izdevumu klāstā īpašu vietu ieņem *Sky and Telescope* – zinātniski populārs amerikāņu ikmēneša žurnāls. Tā raksturoīgākā iezīme ir svaiga un precīza zinātniskā informācija ar atsaucēm uz primāro publikāciju un autoru. Līdztekus īsām ziņām par astronomijas jaunumiem tajā allaž ievietoti arī plašāki apskata raksti par aktualām tēmām. Šoreiz mūsu uzmanību saista raksts par pārnovu lomu Zemes likteņos (2007. gada marts).

Populārā izteiksmē mēs šo tēmu apzīmējam kā “dinozauru izmiršanas problēmu”, taču īstenībā kosmiskās kataklizmas apdraud arī mūs. Mūsu izdevumā jau esam par to rakstījuši (Z. Alksne, A. Alksnis. “Vai dinozauri izmira pēkšņi?” – *ZvD*, 1990. g. *rudens*, 13.–16. lpp.; J. Āboliņš. “Zinātne, dinozauri un evolūcija: kā kosmiskie spēki ietekmē dzīvī uz Zemes” – *ZvD*, 2001. g. *rudens*, 3.–7. lpp.), apsverot kosmiskās katastrofas iespēju un tās sekas. Taču patlaban Zemes iedzīvotāju uzmanība ir pievērsta galvenokārt ozona aizsargslāņa problēmai. Par to tad arī šoreiz interesējies *Sky and Telescope*.

Par Zemi visvairāk apdraudošiem debess ķermeņiem pašreiz tiek uzskatītas pārnovas, resp., to uzliesmojumos izsviestais starojums. Astronomi ir noskaidrojuši, ka pārnovas ir dažāda veida: Ia, Ib, Ic un II tipa. Ia tipa pārnovas ģenerē pārsvarā gamma starus, bet II tipa – vairāk kosmisko daļiņu. Abu veidu eksplozijas apdraud galvenokārt Zemes ozona slāni, kurš ir mūsu vienīgais aizsargs pret Saules bistamajiem ultravioletajiem stariem. Mēs patlaban vairāk runājam par ādas vēzi, bet šie stari apdraud arī dažas planktona sugas. Planktons ir daudzu zivju barības pamats, tāpat ultravioletais starojums apdraud daudzas sauszemes augu sugas. Mainoties klimatiskajiem un



barošanās apstākļiem, varēja pamazām iznīkt dinozauri. Pārnovu eksplozijas izsviestie radioaktīvie elementi, ietriecoties Zemes atmosfērā un iežos, ir kļuvuši par aizgājušo laiku traģēdiju lieciniekiem. Tāpēc arī mūsdienās pēc ģeoloģiskiem datiem ir konstatēts, ka grandiozākais notikums bija apmēram pirms 2,8 miljoniem gadu. Tad Antarktīka un Ziemeļpols bija klāti ar ledu, bet vispār klimats bija līdzīgs mūsdienām. Mūsu cilvēkveidīgie priekšteči varēja pat dienā novērot pēkšņi uzliesmojušo zvaigzni. Domājams, ka eksplozijas sekas viņu dzīvi tomēr ietekmēja.

Bet ko mēs varam sagaidīt šobrīd? Aprēķini rāda, ka pārnovas uzliesmojums Zemes tuvumā tuvāko miljonus gadu laikā nav varbūtīgs. Bet kosmiskās norises tomēr nav mums pakļautas...

Ieskatījiesies **N. Cimahičs**

NATĀLIJA CIMANOVIČA

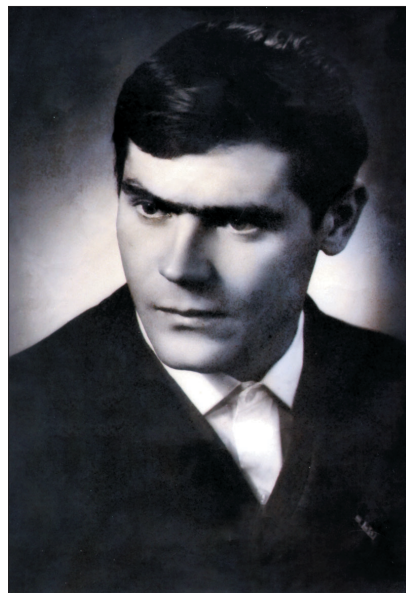
IN MEMORIAM BRUNO BIEDRIŅŠ (21.VIII.1943.—4.V.2007.)

Viņš meklēja parādību cēloņus

Š. g. 4. maijā aizgāja Aizsaulē astronomijas amatieris Bruno Biedriņš. Visu mūžu viņu saistīja dabas parādību atkarība no kosmiskajiem spēkiem, pirmām kārtām no Mēness. Slimības mocīts, viņš bija spiests ievērojamu daļu sava laika pavadīt laukos. Te, vērojot dabu un kontaktā ar lauku ļaudīm iedziļinoties latviešu tautas atziņās par Mēness nozīmi darbu ritumā, Bruno Biedriņš pievērsa uzmanību maz ievērotām tautas ticējumu niansēm. Viņš pamanīja, ka gadsimtos sakrātās kārtulas allaž ir saistītas ar noteiktu attiecīgam darbam raksturīgu gadalaiku. Līdz ar to radās jautājums: vai attiecīgās likumības ir derīgas arī citā gadalaikā? Radās doma, ka Mēness fāzes, kas taču ir tikai optisks efekts, nevar būt atbildīgas par Zemes norisēm. Radās hipotēze, ka noteicošais ir Mēness augstums pie debesīm, varbūt tā gravitācijas iedarbība. Tādu skatījumu Bruno Biedriņš pārbaudīja daudzus eksperimentos savā sakņu dārzā un arī agrotehnikos novērojumos. Šie rezultāti aprakstīti arī mūsu izdevumā četru rakstu sērijā (*sk. galveno publicēto darbu sarakstu*) un vairākos rakstos dažādos preses izdevumos.

Izstudējis arī speciālo literatūru, Bruno Biedriņš izteica domu, ka Zemes dzīvā daba ir pakļauta Mēness kustību ritmam saskaņā ar senlaikus iegūtu nepieciešamību saglabāt savās šūnās saistīto ūdeni okeānu bēgumu laikā, dzīvības pirmsākumu epohā mitot piejūras lagūnās. Vai tā bija, par to šodien liecinātu speciāli eksperimenti, kādi pagaidām nav nekur veikti.

Bruno Biedriņš savu atjautību veltīja vēl vienai mūža milestībai – šekspiroloģijai. Vi-



Bruno Biedriņš 70. gadu sākumā.

dusskolas laikā izlasījis visus tai laikā tulkotos Šekspīra darbus, zinādams no galvas visus tulkotos Šekspīra sonetus, viņš atrada domubiedru fiziķa Jura Birzvalka personā. Labi zinādami pasaules kultūras vēsturi, abi pētnieki atklāja Šekspīra darbos vairākus faktus, kas liecināja par dzižu dzejnieka plašajām ģeogrāfiskajām zināšanām un ceļojumu pieredzi. No šejienes viņi secināja, ka Šekspīra darbu patiesais autors ir plašas zināšanas guvušais grāfs Ratlends.

Bruno Biedriņa maizes darbs līdz saslimšanai ar encefalītu bija galvenā skatuves mehāniķa pienākumi Latvijas Operā, bet pārējo

mūžu – mašīnadišana, ko varēja strādāt arī mājas apstākļos. Arī šai darbā izpaudās viņa mākslinieciskā gaume.

Ir palikušas Bruno Biedriņa pārdomu piezīmes un dabas novērojumu materiāli, kas gaida šo pētījumu turpinātājus.

Bruno Biedriņa galvenie publicētie darbi

- B. Biedriņš, J. Birzvalks. “Paisumi un bēgumi, Mēness un... Šekspīrs” – *ZvD*, 1984. g. pavasaris, 57.–62. lpp.
- B. Biedriņš, J. Birzvalks. “Gravitācijas retroaspekti un... Šekspīrs” – *ZvD*, 1984. g. vasara, 49.–53. lpp.
- B. Biedriņš, N. Cimaboviča. “Džordāno Bruno – apdzīvotā kosmosa zinātnes aizsācējs” – *ZvD*, 1984./85. g. ziema, 61.–65. lpp.
- B. Biedriņš. “Augu dzīve Mēness ritmā” – *ZvD*, 1988. g. pavasaris, 63.–64. lpp.
- B. Biedriņš. “Mēness redzamības intervāls – dārzkopja palīgs” – *ZvD*, 1988. g. vasara, 66. lpp.
- B. Biedriņš. “Mēness redzamības intervāls un ražas saglabāšana” – *ZvD*, 1988. g. rudens, 39.–40. lpp.
- B. Biedriņš. “Ja kokmateriālus gatavo ziemā...” – *ZvD*, 1988./89. g. ziema, 63.–64. lpp.
- Bruno Biedriņš. “On the problem of William Shakespeare’s authorship” – *Latvijas Zinātņu Akadēmijas Vēstis. A daļa: Humanitārās zinātnes*, 1994, Nr. 3, 38.–40. lpp. 🐼

ŠORUDEN JUBILEJA 🐼 ŠORUDEN JUBILEJA 🐼 ŠORUDEN JUBILEJA

Pirms **60 gadiem – 1947. gada 8. novembrī** dzimis fizikas zinātņu doktors **Dzintars Blūms**, ilggadējs Latvijas ZA Radioastrofizikas observatorijas zinātniskais līdzstrādnieks, sācis darbu ZA Observatorijā kā jaunais speciālists (1971). Pirmajos gados piedalās radioastronomiskās aparatūras izstrādāšanā un Saules radiostarojuma novērošanā ar radioteleskopu *RT-10* Baldones Riekstukalnā. Kopš 1978. gada pievēršas Saules vēja eksperimentāliem pētījumiem. 1984. gada 28. maijā PSRS ZA Speciālās astrofizikas observatorijas Zinātniskās padomes sēdē Pulkovā airtāv fizikas un matemātikas zinātņu kandidāta disertāciju par māzeru avotu mirgošanu Saulei tuvo apgabalu plazmā, iegūdamas zinātnisko grādu radioastronomijas specialitātē (*vairāk sk. L. Duncāns. “Jauns zinātņu kandidāts radioastronomijā” – ZvD, 1985. g. rudens (109), 39.–40. lpp.*). LZA Radioastrofizikas observatorijā strādāja līdz 1985. gada septembrim. Pēdējos gados nodarbojas ar informācijas tehnoloģijām.

Pirms **60 gadiem – 1947. gada 18. novembrī** pēc Jāņa Ikaunieka iniciatīvas dibināta **Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības** (VAĢB) **Rīgas nodaļa**, kopš 1961. gada beigām – VAĢB Latvijas nodaļa, tad Latvijas Astronomijas un ģeodēzijas biedrība (1990), bet no 1993. gada 1. decembra – **Latvijas Astronomijas biedrība**, kas apvieno astronomijas amatierus un profesionāļus. Par biedrības aktivitātēm padomju periodā (pirmais priekšsēdētājs līdz 1961. gadam bija tās dibināšanas iniciators Jānis Ikaunieks (1912–1969), nākamais – līdz mūža galam 1993. gadā – Matiss Dīriķis (1923–1993)) daudz materiālu ir publicēts *Zvaigžņotās Debess* laidienos un ikgadējos *Astronomiskajos kalendāros*, pašlaik – sk. pasaules tīmeklī <http://www.lab.lv/>. Par pusgadsimta jubileju var lasīt *Zvaigžņotajā Debess: Šmelis I. “Latvijas Astronomijas biedrībai – 50” – 1997. g. rudens, 76.–81. lpp. un Balklavs-Grinbofs A. “Apsveikums Latvijas Astronomijas biedrības 50. gadskārtas jubilejā” – 1998. g. pavasaris, 89.–90. lpp.*

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 2007. GADA RUDENĪ

Šogad rudens ekvinokcijas brīdis būs 23. septembrī plkst. 12^h51^m. Saule ieies Svaru zodiaka zīmē (♏), un sāksies astronomiskais rudens. Vēl Saule pāries no debess sfēras ziemeļu puslodes uz dienvidu puslodi, un dienas kļūs īsākas par naktīm.

Savukārt ziemas saulgrieži 2007. gadā būs 22. decembrī plkst. 8^h08^m. Saule ieies Mežāža zodiaka zīmē (♐), beigsies astronomiskais rudens un sāksies astronomiskā ziema.

Pāreja no vasaras laika uz joslas laiku notiks naktī no 27. uz 28. oktobrī plkst. 4^h.

No zvaigžnotās debess novērošanas vielokļa rudens ir pretrunīgs gadalaiks. Skaidrs laiks Latvijā tad ir diezgan reti. Raksturīgie rudens zvaigznāji nav bagāti spožām zvaigznēm. Tomēr rudens zvaigžnotās debess vērošana parasti atstāj lielu iespaidu, it īpaši tad, ja netraucē pilsētu ugunis un Mēness gaisma. Oglmelnajās debesis tad redzamas praktiski visas vājās zvaigznes. Ļoti skaidri izdalās Piena Ceļa josla. Vēl šis laiks labvēlīgs arī debess dziļu objektu novērojumiem.

Izteikti spožu zvaigžņu rudens zvaigznājos ir ļoti maz. Dienvidu Zivs spožākā zvaigzne Fomalhauts Latvijā pat kulminācijā ir redzama ļoti zemu pie horizonta (ne vairāk kā 3°). Tāpēc par labāko orientieri rudens debesis uzskatāms Pegaza un Andromedas četrstūris, jo citos zvaigznājos spožu zvaigžņu ir vēl mazāk.

No debess dziļu objektiem jāpiemin pat ar neapbruņotu aci redzamais, slavenais Andromedas miglājs (M31) Andromedas zvaigznājā. Lidzīgs miglājs (galaktika) M33 ar binokli saskatāms Trijstūra zvaigznājā. Spoža lodveida zvaigžņu kopa M2 aplūkojama Ūdensvira zvaigznājā un līdzīga M15 – Pegaza zvaigznājā.

Rudens otrajā pusē pēc pusnakts labi redzami kļūst skaistie ziemas zvaigznāji – Orions, Vērsis, Dvīņi, Vedējs, Lielais Suns, Mazais Suns.

Saules šķietamais ceļš 2007. gada rudenī kopā ar planētām parādīs 1. attēlā.

PLANĒTAS

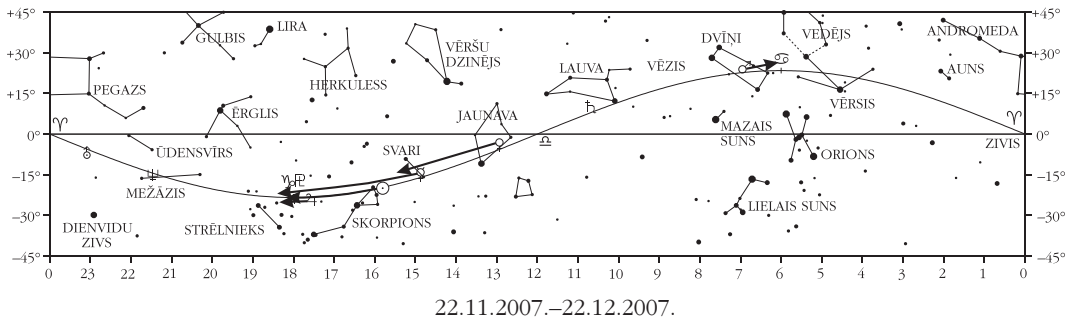
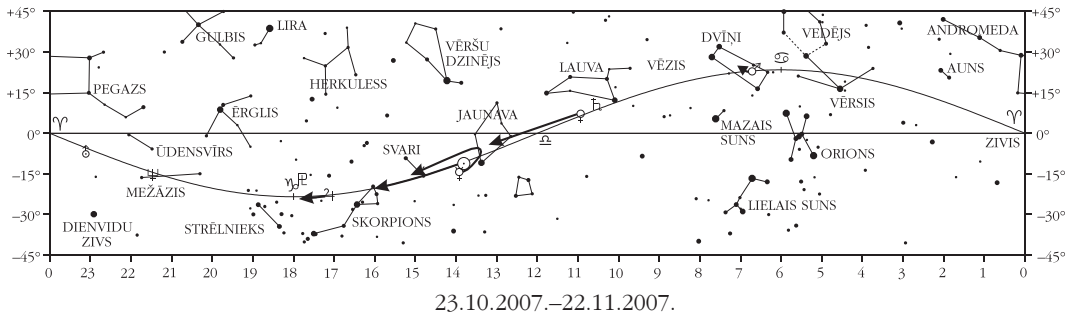
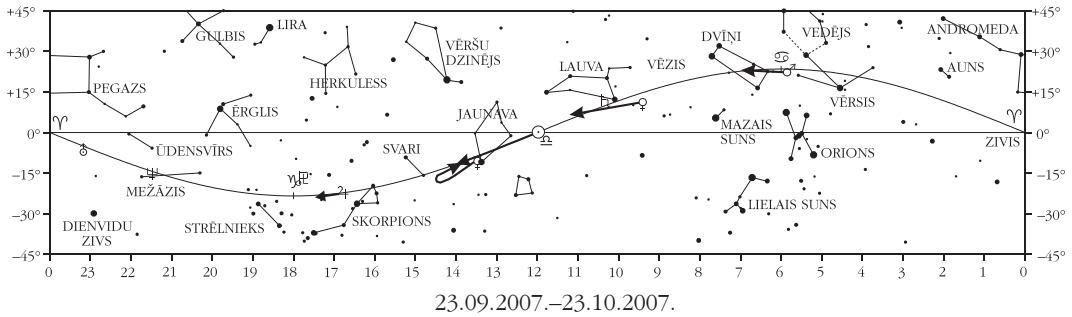
Rudens sākumā **Merkuram** būs diezgan liels leņķiskais attālums no Saules. Jau 29. septembrī Merkurs nonāks maksimālajā austrumu elongācijā (26°). Tomēr tik un tā rudens sākumā un oktobra pirmajā pusē Merkura novērošana tūlīt pēc Saules rieta praktiski nebūs iespējama.

24. oktobrī Merkurs atradīsies apakšējā konjunktijā ar Sauli (starp Zemi un to). Tāpēc arī oktobra otrajā pusē vēl arvien nebūs novērojams.

Savukārt 8. novembrī tas nonāks maksimālajā rietumu elongācijā (19°). Tāpēc novembrī (apmēram līdz 20. novembrim) Merkurs būs diezgan labi redzams ritos isi pirms Saules lēkta zemu pie horizonta dienvidaustrumu pusē. Tā spožums šajā laikā būs –0^m,6. Pēc tam līdz rudens beigām tas vairs nebūs novērojams.

13. oktobrī plkst. 3^h Mēness paies garām 1° uz leju, 8. novembrī plkst. 4^h 7° uz leju un 9. decembrī plkst. 8^h 4° uz leju no Merkura.

2007. gada rudenī **Venēra** būs ļoti labi novērojama. 28. oktobrī tā atradīsies maksimālajā rietumu elongācijā (46,5°). Tāpēc visu rudeni tā lēks vairākas stundas pirms Saules un spoži spīdēs austrumu, dienvidaustrumu pusē. Venēras redzamais spožums oktobra beigās būs –4^m,4.



1. att. Eklīptika un planētas 2007. gada rudenī.

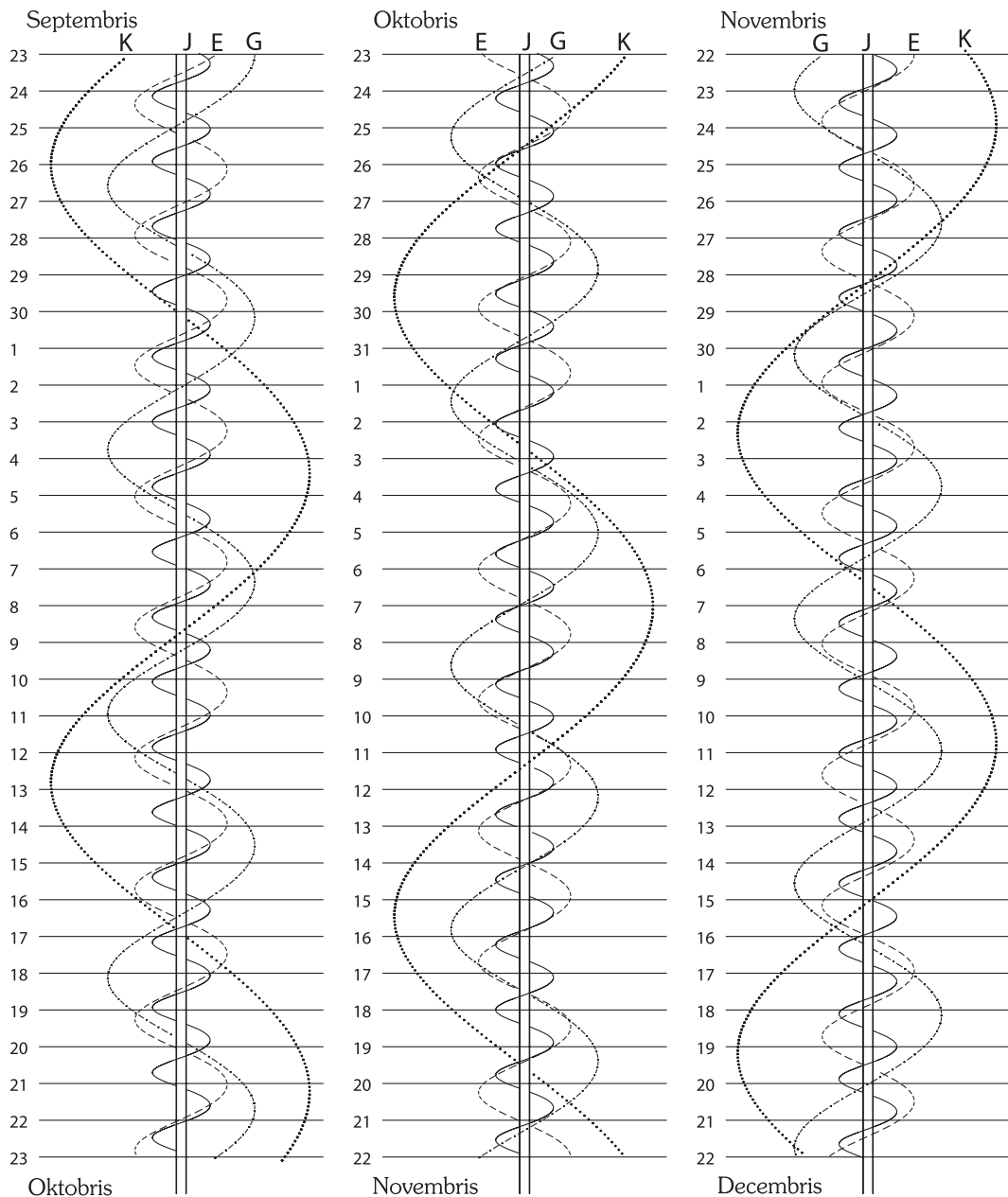
7. oktobrī plkst. 9^h Mēness paies garām 3° uz augšu, 5. novembrī plkst. 19^h 3° uz leju un 5. decembrī plkst. 21^h 7° uz leju no Venēras.

Rudens sākumā un oktobrī **Mars**s lēks dažas stundas pēc Saules rieta un būs ļābi redzams līdz pat ritam. Tā spožums rudens sākumā būs –0^m,1. Līdz 30. septembrim Mars atradīsies Vērša zvaigznājā, pēc tam pāries uz Dvīņu zvaigznāju, kur atradīsies līdz pat rudens beigām.

Novembrī tas jau būs redzams gandrīz visu nakti, izņemot neilgu laiku pēc Saules rieta. Spožums pieaugs līdz –1^m,2.

Decembra beigās būs Marsa opozīcija. Tāpēc decembrī tas būs ļoti ļābi novērojams visu nakti. Marsa spožums sasniegs –1^m,6, un redzamais leņķiskais diametrs būs 16" (lielo opozīciju laikā ~ 25").

2. oktobrī plkst. 22^h Mēness paies garām 5° uz augšu, 30. oktobrī plkst. 22^h 3° uz augšu



3. att. Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2007. gada rudenī. Jo (J), Eiropa (E), Ganimēds (G), Kallisto (K). Austrumi attēlā atrodas *pa labi*, rietumi – *pa kreisi*.

un 27. novembrī plkst. 9^h 2^o uz augšu no Marsa.

Rudens sākumā un oktobrī **Jupiters** būs novērojams neilgu laiku pēc Saules rieta zemu pie horizonta dienvidrietumu pusē. Tā spožums rudens sākumā būs $-2^m,0$.

Novembra pirmajā pusē Jupiteru vēl varēs ieraudzīt tūlīt pēc Saules rieta. Pēc tam līdz pat rudens beigām tas vairs nebūs novērojams.

Līdz 3. decembrim Jupiters atradīsies Čūskeņa zvaigznājā. Pēc tam – Strēlnieka zvaigznājā.

Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2007. gada rudenī parādīta 3. attēlā.

16. oktobrī plkst. 8^h Mēness paies garām 5^o uz leju, 12. novembrī plkst. 23^h 5^o uz leju un 10. decembrī plkst. 18^h 5^o uz leju no Jupitera.

Rudens sākumā un oktobrī **Saturns** būs novērojams rīta stundās. Tā spožums septembra beigās būs $+0^m,7$.

Novembrī un decembrī Saturns būs labi redzams nakts otrajā pusē. Tā redzamais spožums tad būs $+0^m,7$.

Visu rudeni Saturns atradīsies Lauvas zvaigznājā.

7. oktobrī plkst. 18^h Mēness paies garām 1^o uz leju, 4. novembrī plkst. 4^h 2^o uz leju un 1. decembrī plkst. 14^h 2^o uz leju no Saturna.

2. att. Saules un planētu kustība zodiaka zīmēs.

☉ – Saule – sākuma punkts 23. septembrī plkst. 0^h, beigu punkts 22. decembrī plkst. 0^h (šie momenti attiecas arī uz planētām; simbolu novietojums atbilst sākuma punktam).

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

1 – 12. oktobris 7^h; 2 – 2. novembris 1^h;
3 – 15. novembris 10^h.

Rudens sākumā un oktobra pirmajā pusē **Urāns** būs labi novērojams gandrīz visu nakti kā $+5^m,7$ spožuma objekts.

Oktobra otrajā pusē un novembra pirmajā pusē tas būs redzams lielāko nakts daļu, izņemot rīta stundas.

Novembra otrajā pusē un decembrī to varēs redzēt nakts pirmajā pusē.

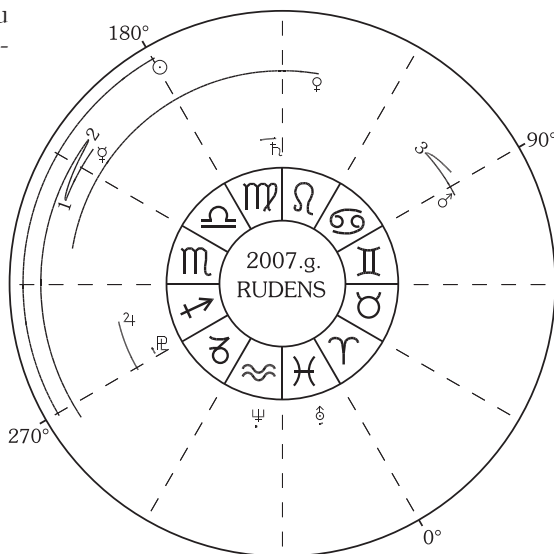
Visu šo laiku Urāns atradīsies Ūdensvīra zvaigznājā, un tā atrašanai nepieciešams vismaz binoklis un zvaigžņu karte.

25. septembrī plkst. 19^h Mēness paies garām 2^o uz augšu, 23. oktobrī plkst. 5^h 2^o uz augšu, 19. novembrī plkst. 12^h 2^o uz augšu un 16. decembrī plkst. 19^h 2^o uz augšu no Urāna.

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

MAZĀS PLANĒTAS

2007. gada rudenī opozīcijā vai tuvu opozīcijai un spožākas par $+9^m$ būs piecas mazās planētas – Cerera (1), Vesta (4), Flora (8), Eunomija (15) un Amfitrīte (29).



Cerera:

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
23.09.	3 ^h 35 ^m	+9°19'	2,154	2,852	8,2
3.10.	3 34	+9 06	2,046	2,844	8,0
13.10.	3 29	+8 49	1,956	2,837	7,8
23.10.	3 23	+8 31	1,888	2,829	7,6
2.11.	3 14	+8 14	1,846	2,821	7,3
12.11.	3 05	+8 02	1,832	2,813	7,2
22.11.	2 56	+7 59	1,847	2,805	7,4
2.12.	2 48	+8 05	1,890	2,797	7,6
12.12.	2 41	+8 24	1,958	2,789	7,8
22.12.	2 37	+8 54	2,047	2,781	8,0

Vesta:

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
23.09.	17 ^h 12 ^m	-23°13'	2,126	2,178	7,5
3.10.	17 29	-23 52	2,244	2,183	7,6
13.10.	17 47	-24 21	2,359	2,189	7,7
23.10.	18 07	-24 41	2,471	2,196	7,8
2.11.	18 27	-24 49	2,579	2,203	7,8

Flora:

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
23.09.	4 ^h 02 ^m	+11°13'	1,158	1,858	9,2
3.10.	4 08	+10 57	1,078	1,857	9,0
13.10.	4 10	+10 35	1,007	1,858	8,8
23.10.	4 07	+10 09	0,951	1,860	8,5
2.11.	4 01	+9 45	0,911	1,863	8,3
12.11.	3 52	+9 29	0,891	1,868	8,0
22.11.	3 42	+9 25	0,894	1,874	8,0
2.12.	3 32	+9 38	0,920	1,881	8,2
12.12.	3 24	+10 09	0,968	1,889	8,5
22.12.	3 20	+10 57	1,035	1,899	8,8

Eunomija:

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
22.11.	8 ^h 02 ^m	+25°24'	1,690	2,364	9,2
2.12.	8 00	+24 55	1,607	2,382	9,0
12.12.	7 56	+24 30	1,540	2,401	8,8
22.12.	7 48	+24 05	1,493	2,421	8,6

Amfitrite:

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
23.10.	3 ^h 44 ^m	+27°40'	1,468	2,372	9,3
2.11.	3 36	+27 49	1,417	2,371	9,0
12.11.	3 26	+27 43	1,391	2,370	8,8
22.11.	3 15	+27 21	1,391	2,369	8,8
2.12.	3 05	+26 48	1,418	2,369	9,0
12.12.	2 58	+26 12	1,470	2,369	9,3

KOMĒTAS

C/2007 F1 (LONEOS) komēta. Ši šogad atklātā komēta 28. oktobrī būs perihēlijā un arī visai tuvu Zemei. Tāpēc oktobrī tā būs tik spoža, ka to būs iespējams novērot ar teleskopiem un binokļiem. Komētas efemerīda ir šāda (0^h U. T.):

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
2.10.	12 ^h 12 ^m	+27°35'	1,438	0,779	9,7
7.10.	12 32	+26 45	1,275	0,684	8,9
12.10.	12 59	+24 56	1,106	0,591	7,9
17.10.	13 33	+21 06	0,941	0,507	6,9
22.10.	14 17	+13 22	0,799	0,440	5,9
27.10.	15 08	+0 03	0,720	0,404	5,4
1.11.	15 53	-16 04	0,741	0,412	5,5

Tatla (8P/Tuttle) komēta. Ši periodiskā komēta 2008. gada 15. janvārī būs perihēlijā. Arī Zemei tā ievērojami pietuvosies decembrī – rudens beigās to varēs novērot ar teleskopiem un binokļiem. Turklāt tā būs nenorietošs spideklis! Komētas efemerīda ir šāda (0^h U. T.):

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
26.11.	19 ^h 20 ^m	+84°44'	0,713	1,379	10,1
1.12.	20 49	+83 45	0,631	1,333	9,5
6.12.	22 12	+81 37	0,551	1,289	8,9
11.12.	23 18	+77 50	0,473	1,247	8,3
16.12.	0 07	+71 46	0,399	1,207	7,6
21.12.	0 43	+62 27	0,334	1,170	7,0
26.12.	1 11	+48 43	0,282	1,137	6,4

MĒNESS

Mēness perigejā un apogejā.

Perigejā: 28. septembrī plkst. 7^h; 26. oktobrī plkst. 16^h; 24. novembrī plkst. 2^h.

Apogejā: 13. oktobrī plkst. 15^h; 9. novembrī plkst. 17^h; 6. decembrī plkst. 19^h.

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

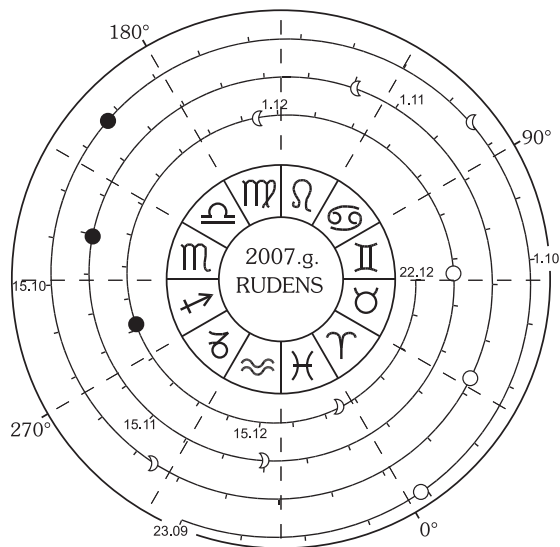
- 24. septembrī 15^h56^m Zivīs (♈)
- 26. septembrī 17^h24^m Aunā (♈)
- 28. septembrī 17^h18^m Vērsī (♉)
- 30. septembrī 17^h35^m Dvīņos (♊)
- 2. oktobrī 19^h58^m Vēzī (♋)
- 5. oktobrī 1^h28^m Lauvā (♌)
- 7. oktobrī 10^h04^m Jaunavā (♍)
- 9. oktobrī 20^h59^m Svaros (♎)
- 12. oktobrī 9^h15^m Skorpionā (♏)

- 14. oktobrī 21^h59^m Strēlniekā (♐)
- 17. oktobrī 10^h04^m Mežāzī (♑)
- 19. oktobrī 19^h53^m Ūdensvirā (♒)
- 22. oktobrī 2^h04^m Zivīs
- 24. oktobrī 4^h25^m Aunā
- 26. oktobrī 4^h08^m Vērsī
- 28. oktobrī 3^h13^m Dvīņos
- 30. oktobrī 2^h51^m Vēzī
- 1. novembrī 6^h49^m Lauvā
- 3. novembrī 14^h46^m Jaunavā
- 6. novembrī 1^h48^m Svaros
- 8. novembrī 14^h19^m Skorpionā
- 11. novembrī 3^h00^m Strēlniekā
- 13. novembrī 15^h01^m Mežāzī
- 16. novembrī 1^h31^m Ūdensvirā

4. att. Mēness kustība zodiaka zīmēs.

Mēness kustības treka iedaļa ir viena diennakts.

- Jauns Mēness: 11. oktobrī 8^h01^m; 10. novembrī 1^h03^m; 9. decembrī 19^h40^m.
- ▷ Pirmais ceturksnis: 19. oktobrī 11^h33^m; 18. novembrī 0^h33^m; 17. decembrī 12^h18^m.
- Pilns Mēness: 26. septembrī 22^h45^m; 26. oktobrī 7^h52^m; 24. novembrī 16^h30^m.
- ◐ Pēdējais ceturksnis: 3. oktobrī 13^h06^m; 1. novembrī 23^h18^m; 1. decembrī 14^h44^m.



- 18. novembrī 9^h16^m Zivis
- 20. novembrī 13^h25^m Aunā
- 22. novembrī 14^h20^m Vērsī
- 24. novembrī 13^h30^m Dviņos
- 26. novembrī 13^h08^m Vēzī
- 28. novembrī 15^h24^m Lauvā
- 30. novembrī 21^h46^m Jaunavā
- 3. decembrī 8^h02^m Svaros
- 5. decembrī 20^h32^m Skorpionā
- 8. decembrī 9^h12^m Strēlniekā
- 10. decembrī 20^h52^m Mežāzī

- 13. decembrī 7^h02^m Ūdensvirā
- 15. decembrī 15^h16^m Zivis
- 17. decembrī 20^h54^m Aunā
- 19. decembrī 23^h39^m Vērsī
- 22. decembrī 0^h15^m Dviņos

SPOŽĀKO ZVAIGŽŅU AIZKLĀŠANA AR MĒNESI

Datums	Zvaigzne	Spožums	Aizklāšana	Atklāšana	Mēness augstums	Mēness fāze
29.IX	ε Ari	4 ^m ,7	22 ^h 11 ^m	23 ^h 01 ^m	20°–27°	87%
20.X	η Cap	4 ^m ,9	19 ^h 17 ^m	20 ^h 25 ^m	12°–13°	64%
22.X	λ Aqr	3 ^m ,7	22 ^h 14 ^m	23 ^h 10 ^m	26°–25°	84%
28.X	19 Tau (Taugeta)	4 ^m ,3	2 ^h 20 ^m	3 ^h 28 ^m	57°–57°	95%
28.X	20 Tau (Maija)	3 ^m ,9	2 ^h 37 ^m	3 ^h 37 ^m	57°–56°	95%
29.X	136 Tau	4 ^m ,6	23 ^h 21 ^m	0 ^h 14 ^m	36°–43°	80%
23.XI	ε Ari	4 ^m ,7	18 ^h 51 ^m	19 ^h 41 ^m	31°–38°	99%
21.XII	19 Tau (Taugeta)	4 ^m ,3	23 ^h 52 ^m	0 ^h 58 ^m	53°–46°	93%
22.XII	20 Tau (Maija)	3 ^m ,9	0 ^h 13 ^m	1 ^h 05 ^m	51°–45°	93%

Laiki aprēķināti Rīgai. Pārējā Latvijā aizklāšanas laika nobīde var sasniegt piecas minūtes uz vienu vai otru pusi.

METEORI

1. **Drakonīdas.** Plūsmas aktivitātes periods ir laikā no 6. līdz 10. oktobrim. Maksimums 2007. gadā gaidāms 9. oktobrī plkst. 7^h30^m. Plūsmas intensitāti grūti prognozēt.

2. **Orionīdas.** Plūsmas aktivitātes periods ir laikā no 2. oktobra līdz 7. novembrim. Maksimums gaidāms 21. oktobrī, kad stundas laikā var būt novērojami 20–25 meteori.

3. **Leonīdas.** Šis plūsmas aktivitātes periods ir no 10. līdz 23. novembrim. 2007. gadā maksimums gaidāms 18. novembrī plkst. 4^h50^m. Plūsmas aktivitāti grūti prognozēt, tomēr ir iespējami brīži ar samērā lielu meteoru

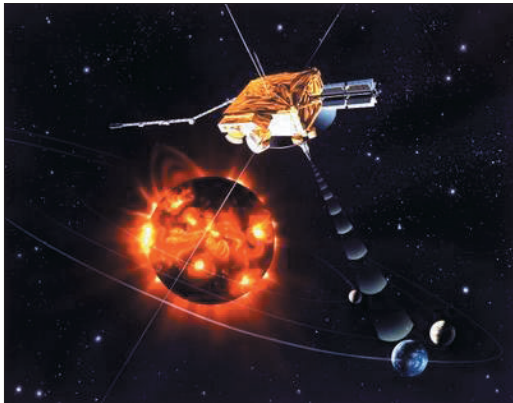
intensitāti – vairāk nekā 15 meteoru stundā.

4. **α Monocerotīdas.** Aktivitātes periods ir no 15. līdz 25. novembrim. 2007. gadā maksimums gaidāms 22. novembrī plkst. 5^h. Plūsmas aktivitāte parasti ir apmēram pieci meteori stundā, bet iespējami brīži ar lielu intensitāti.

5. **Geminīdas.** Pieskaitāma pie pašām aktivākajām un stabilākajām plūsmām. Tās meteori novērojami laikā no 7. līdz 17. decembrim. Šogad maksimums gaidāms 14. decembrī plkst. 18^h45^m, kad plūsmas intensitāte var sasniegt 120 meteoru stundā. 🌠

JAUNUMI ĪSUMĀ 🌠 JAUNUMI ĪSUMĀ 🌠 JAUNUMI ĪSUMĀ 🌠 JAUNUMI ĪSUMĀ

Zeme “dejo” saskaņotā ritmā ar Sauli. Zinātnieki no *Ulysses* misijas ir konstatējuši, ka skaņas, kas rodas dziļi Saules iekšienē, izraisa savstarpēji saskaņotu Zemes kratīšanos un vibrēšanu. Atklāts, ka šajā kosmiskajā “kopdziesmā” ņem dalību Zemes magnētiskais lauks, atmosfēra un virszemes tehnoloģiskās sistēmas. Savdabīgi toņi, ko varētu radīt spiediens un gravitācijas viļņi Saulē, vērojami arī dažādās uz Zemes virsmas izvietotās sistēmās. Šie īpatnie toņi, ko rada Saule, konstatējami seismiskos datus uz Zemes. Saules vēja magnētiskais lauks, kas starplanētu telpā aiznes daļu tās magnētiskā lauka, savukārt mijiedarbojas ar Zemes magnētisko lauku un arī ir iemesls Zemes un tās daudzo tehnoloģisko sistēmu vibrēšanai savstarpēji saistītā Saules ritmā.



ESA–NASA kosmiskais aparāts *Ulysses*, kas jau gandrīz 20 gadus atrodas starplanētu telpā, lai pētītu magnētisko lauku virs Saules poliēm un mēritu Saules vēja parametrus. Aprīņojot Sauli, viena no tā antenām nepārtraukti ir vērstas pret Zemi, katru dienu astoņas stundas ziņojot par Sauli.

JPL/ESA

Lai gan šie toņi ir mums visapkārt, tos mums nav iespējams sadzirdēt, pat ja mēs klausītos ļoti uzmanīgi. Skaņas augstums ir pārāk zems cilvēka dzirdei – 100–5000 mikroherci (1 mikrohercs atbilst 1 vibrācijai katrās 278 stundās). Tas ir vairāk nekā 12 oktāvas zemāk par zemāko noti, ko spēj uztvert cilvēka auss. Salīdzināšanai – nots, līdz kurai orķestri uzskatīja savus instrumentus, atbilst 440 herciem.

No www.asd-network.com

I. P.

CONTENTS

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS FORTY YEARS AGO Blue and Red Pigmies by *Z. Alksne (abridged)*. Reminiscences of Contemporaries on Bernhard Schmidt by *P. Mūrsepp (abridged)*. Astronomers Visit Sakartvelo by *J. Ikaunieks (abridged)*. **DEVELOPMENTS in SCIENCE** Space Physics: Outlook for the Near Future. *A. Vaidas*. **NEWS** Surprising Nature of Milky Way New Satellites. *Z. Alksne, A. Alksnis*. What Are Weather Conditions in the Space? *B. Ryabov, A. Alksnis*. **INTERNATIONAL YEAR of ASTRONOMY 2009** Welcome to www.astronomija2009.lv! *M. Gills*. **SPACE RESEARCH and EXPLORATION** Visiting Vesta and Ceres. *J. Jaunbergs*. Japanese Probe *Hayabusa*'s First Investigation Results. *V. Kalniņš*. Was *SpaceShipOne* a Real Spacecraft? *M. Sudars*. **SCIENTIST and HIS WORK** Dramatic Episodes of Life and Scientific Heritage of Latvian Astronomer Stanislavs Vasilevskis (1907–1988). *I. Pustylņik*. Centenary of Estonian Astrophysicist Aksel Kipper. *A. Alksnis*. **ACADEMIC STAFF of the UNIVERSITY of LATVIA** Assistant Professor of Physics Alfons Apinis (1911–1994). *J. Jansons*. **CONFERENCES and MEETINGS** Future Vision of European Astronomy. *A. Barzdīs*. **At SCHOOL** The 32nd Open Olympiad of Latvia in Physics. *V. Flerov, A. Cēbers, D. Bočarov, D. Docenko, V. Kaščejev*. Problems of 34th Latvian Open Olympiad in Mathematics. *A. Andžāns*. **MARS in the FOREGROUND** Black Holes of Mars. *J. Jaunbergs*. **For AMATEURS** Looking Forward to Olympic Solar Eclipse. *M. Gills*. **FLASHBACK** Commemorating International Geophysical Year. *J. Klētnieks*. A Glimpse into Magazine *Sky&Telescope*. *N. Cimaboviča*. **CHRONICLE** *In memoriam* of Bruno Biedriņš (21.VIII.1943–4.V.2007): He Was Probing into Causes of Natural Phenomena. *N. Cimaboviča*. **The STARRY SKY** in the AUTUMN of 2007. *J. Kauliņš*
Supplement: Astronomical Calendar 2008

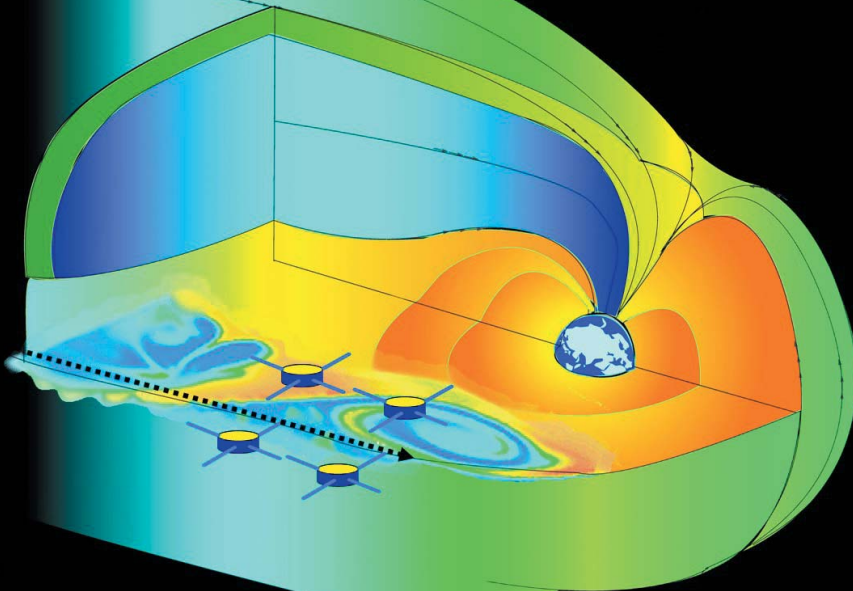
СОДЕРЖАНИЕ (№ 197, Осень, 2007)

В ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 40 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД Синие и красные пигмеи (по статье З. Алксне). Воспоминания современников о Бернхарде Шмидте (по статье П. Мюрсеппа). Астрономы посещают Сакартвело (по статье Я. Икауниекса). **ПОСТУПЬ НАУКИ** Физика космоса – взгляд в ближайшее будущее. А. Вайвадс. **НОВОСТИ** Необычные свойства новых спутников Млечного Пути. З. Алксне, А. Алкснис. Какова космическая погода? Б. Рябов, А. Алкснис. **МЕЖДУНАРОДНЫЙ АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ГОД 2009** Добро пожаловать в www.astronomija2009.lv! М. Гиллс. **ИССЛЕДОВАНИЕ и ОСВОЕНИЕ КОСМОСА** Путешествие на Весту и Цереру. Я. Яунбергс. Первые результаты исследований японского зонда *Hayabusa*. В.Калниньш. Был ли *SpaceShipOne* настоящим космическим кораблём? Или технические данные, делающие суборбитальные космические полёты легко доступными. М. Сударс. **УЧЁНЫЙ и ЕГО ТРУД** О научном наследии и драматических страницах из жизни латышского астронома Станиславса Василевскиса (1907–1988). И. Пустыльник. Эстонскому астрофизику Акселу Кипперу – 100. А. Алкснис. **ПРЕПОДАВАТЕЛИ ЛАТВИЙСКОГО УНИВЕРСИТЕТА** Доцент физики Алфонс Апинис (1911–1994). Я. Янсонс. **КОНФЕРЕНЦИИ и СОВЕЩАНИЯ** Будущее европейской астрономии. А. Барздис. **В ШКОЛЕ** Латвийская 32-я открытая олимпиада по физике. В. Флёрв, А. Цеберс, Д. Бочаров, Д. Доценко, В. Кащев. Задачи Латвийской 34-ой открытой олимпиады по математике. А. Анджанс. **МАРС ВБЛИЗИ** Марсианские чёрные дыры. Я. Яунбергс. **ЛЮБИТЕЛЯМ** Ожидая «олимпийское» Солнечное затмение. М. Гиллс. **ОГЛЯДЫВАЯСЯ на ПРОШЛОЕ** Воспоминания о Международном геофизическом годе. Я. Клєтнєкс. Взгляд в журнал *Sky and Telescope*. Н. Цимахович. **ХРОНИКА** *In memoriam* Бруно Биздриньша (21.VIII.1948–4.V.2007): Он искал причины явлений. Н. Цимахович. **ЗВЁЗДНОЕ НЕБО осенью 2007 года**. Ю. Каулиньш
Приложение: Астрономический календарь 2008

THE STARRY SKY, No. 197, AUTUMN 2007
Compiled by *Irena Pundure*
“Mācību grāmata”, Rīga, 2007
In Latvian

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 2007. GADA RUDENS
Reģ. apl. Nr. 0426
Sastādījusi *Irena Pundure*
© Apgāds “Mācību grāmata”, Rīga, 2007
Redaktore *Dzintra Auziņa*
Datortālrunis *Jānis Kuzmanis*

Sk. A. Vaivada "Kosmiskās telpas pētniecība –
tuvākās nākotnes perspektīvas".



Cluster ar virpuļiem uz magnetopauzes: tās tuvumā, Saules vējam pūšot garām Zemes magnetosfērai, veidojas milzīgi plazmas virpuļi. Pateicoties Cluster pavadoņu kopas spējai izšķirt trīsdimensionālo struktūru, ir izdevies daudz labāk izprast, kā šie virpuļi veidojas. *ESA attēls*

Neaizmirsti abonēt žurnālu

terra

Izvēlies sev ērtāko veidu:

Izdevniecībā

"Mācību grāmata"

Rīgā: Raiņa bulvāri 19
vai Katrīnas dambī 6/8,
iemarkājot skaidru naudu

Rēķins juridiskām personām:
pa tālruni 7325322
vai e-pastu mg@algs.lv

Abonēšanas centrā "Diena"

Visās filiālēs

Pa tālruni: 7001111 (maksas)

Internetā: www.abone.lv

Latvijas Pastā

Nodaļās: abonēšanas indekss 2213

Pa tālruni: 8008001 (bezmaksas)

Internetā: www.pasts.lv

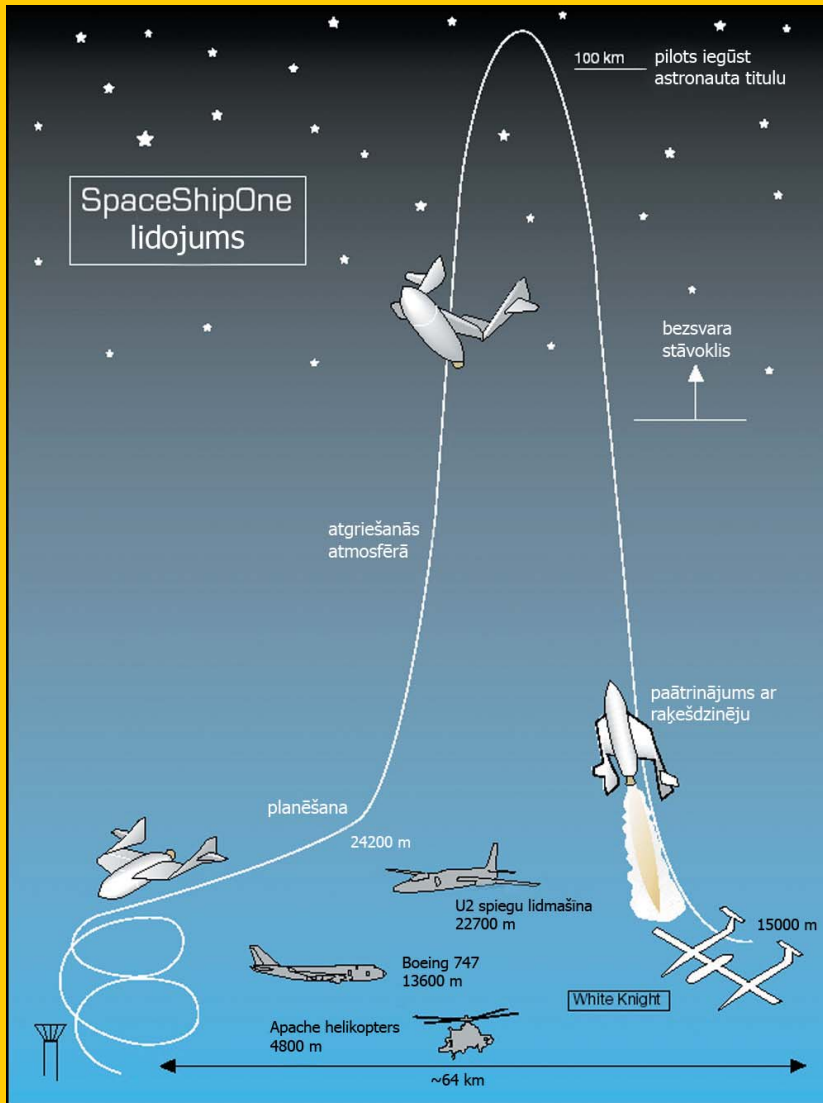
Cena vienam numuram – Ls 1,40
visam gadam – Ls 8,40

Papildus informācija: www.lu.lv/terra

2007. gadā Terra iznāks

janvāra, marta, maija, jūlija, septembra un novembra sākumā

ZVAIŽNOTĀ DEBĒS



ISSN 0135-129X
Cena Ls 1,65



9 770135 129006

Stāvais lidojuma profils nodrošina 100 km jeb kosmosa robežas pārsniegšanu ar minimālu ātrumu. Nolaišanās vieta ir netālu no starta vietas, kas atvieglo komunikācijas, transportēšanu (ja nepieciešams), laika apstākļu monitoringu u. c.

Scaled Composites Ltd

Sk. M. Sudāra "Vai SpaceShipOne bija īsts kosmosa kuģis? jeb Tehniski fakti, kas padara suborbitālus kosmiskos lidojumus viegli pieejamus".